

di intensità, si può raggiungere l'intento in quei casi nei quali il punto di ebollizione del liquido di seconda evaporazione sia inferiore a quello del liquido di prima evaporazione. Così, ad es., nella distillazione secca del legno, quale si pratica allo scopo di fabbricare l'acido acetico, si ottiene dapprima un prodotto greggio il quale deve subire una seconda distillazione. Ma tale seconda distillazione la si opera dopo aver preventivamente trasformato l'acido acetico greggio in acetato di calce, e di aver a sua volta ridotto assai denso questo sale, per poi scomporlo a mezzo dell'acido solforico che formi solfato di calce e acido acetico libero. Orbene, dovendosi fabbricare una soluzione di acetato di calce e concentrarla poi a determinata densità, sarà sempre opportuno, ancora nella prima distillazione secca del legno, di far passare i vapori acidi, anziché nel serpentino di conden-

sazione, nella soluzione stessa della calce, acciò la condensazione di quei vapori acidi produca una quantità di calore atta quindi a rendere più densa la soluzione di acetato di calce che deve poi essere soggettata ad evaporazione.

Esempi analoghi si potrebbero accennare, e sempre riguardanti l'industriale fabbricazione dei prodotti chimici: ma quello ora accennato è sufficiente a offrire il criterio sul quale si basa il sistema di *evaporazione con condensazione* a scopo di evaporazione.

BIBLIOGRAFIA. — *Enciclopedia Chimica* di F. Selmi — Péciot, *Traité de la chaleur* — *Encyclopédie Roret*, v° *Fabricant du sucre* — *Dictionnaire de l'Industrie manufacturière* — Wagner, *Chimica industriale* — Sobrero, *Manuale di chimica applicata alle arti*.

Prof. G. MONSELISE.

F

FABBRICATI — Franc. *Bâtiments*. Ingl. *Building*. Ted. *Bau*. Spagn. *Fábrica*.

DEFINIZIONE E DISTINZIONE DEI DIVERSI FABBRICATI.
SCELTA DEL TERRENO.

Comunemente intendesi per *fabbricati* quelle costruzioni impiantate saldamente nel terreno, ordinariamente in muratura, talvolta in legno, in ferro, o miste, che forniscono uno, due, tre od anche un gran numero di ambienti riparati dalle intemperie, destinati ad uso civile, militare, agricolo, industriale.

Nei fabbricati civili si annoverano: le ville, le case ed i palazzi privati coi relativi dipartimenti rustici; le case da pigione, le case operaje; i palazzi d'esposizione, quelli per musei, per accademie, per scuole, i teatri, i bagni, le cavallerizze, le carceri, le case di correzione, gli alberghi, gli ospedali, le chiese, le stazioni ferroviarie, ecc. ecc.

Nei fabbricati militari si annoverano: le fortezze, gli arsenali, i quartieri, gli spedali militari, ecc.

Nei fabbricati agricoli o rurali abbiamo le case coloniche o rustiche e tutte le dipendenze, come stalle, fienili, cantine, granai e porticali, per mettere al riparo gli animali, gli attrezzi rurali e le raccolte.

I fabbricati industriali comprendono i diversi stabilimenti industriali, come cartiere, filande, lanifici, cotonifici, ferriere, ecc.

Quando l'architetto è incaricato della scelta del terreno per l'impianto d'una casa, procura, se è per persona di affari, di trovare una località vicina ai centri commerciali; se per un impiegato, vicino all'ufficio; pei ricchi, in località tranquille e non troppo lontano dai luoghi migliori di pubblico convegno, teatri, caffè, passeggiate, giardini pubblici, stazioni ferroviarie, ecc., e non lontano da chiese o da Opere pie se si tratta di persona religiosa. Curerà di evitare le località molto depresse, perchè d'ordinario riescono insalubri, per cagione dell'umido e dell'aria stagnante e perchè ben difficilmente raggiungono completamente il loro scopo, e sempre riescono di gran dispendio i ripieghi che si adottano per evitare quegli inconvenienti, come muri molto spessi, finestre piccole a mezzanotte, fondazioni rivestite in cemento, pavimenti rialzati con condotti interni per la circolazione dell'aria, piantamenti di alberi a conveniente distanza dal fabbricato, ecc.

Nelle località alte si ha d'ordinario una migliore ven-

tilazione e si respira aria più pura. Circa l'esposizione dirò che quelle del mezzogiorno, del mattino o intermedia fra queste due sono le migliori, ma siccome si ha d'ordinario la convenienza di tenere i corpi doppi, per cui gli ambienti non possono essere tutti esposti come si è indicato, sia anche perchè la direzione del fabbricato è determinata qualche volta da altre impetose circostanze, così hassi almeno a procurare di assegnare la migliore possibile esposizione alle camere destinate a maggiore dimora, come sono quelle da letto, da pranzo, da lavoro.

Le fabbriche signorili converrà stabilirle non troppo in vicinanza a fabbriche che producessero fulgine od odori ingrati, come concerie, gazometri, ecc., non troppo in vicinanza ad officine rumorose od a strade carreggiabili molto frequentate, ma neppure in luoghi troppo remoti o in vicoli stretti e mal soleggiati ed umidi. Evitare, nei giardini molto stretti, le piante alte addossate alla casa, perchè intercettano i raggi solari e recano umidità.

Pei palazzi il meglio è tenerli isolati o almeno colla facciata principale su d'una piazza o verso una via molto larga.

Per le ville e gli alberghi di campagna convengono posizioni amene e con belle vedute.

Per le case rustiche località meno lontane, per quanto è possibile, da strade comunali o provinciali per rendere più agevole il trasporto delle raccolte.

Per le case da pigione converrà bilanciare col costo del terreno, dei muramenti, delle decorazioni, ecc., i fitti ricavabili ed i probabili aumenti, avuto riguardo allo sviluppo del commercio in quella data località, per fabbriche private in costruzione o per edilizi od opere pubbliche decretate, come aprimento di nuove vie, sistemazione delle vecchie, strade ferroviarie, ponti, gallerie, edilizi per mercati, gallerie di pubblico passeggio, ecc.

FABBRICA AD UN SOLO CORPO, A DUE, A TRE
E PIÙ CORPI.

Un fabbricato che abbia per proiezione orizzontale un rettangolo, un circolo od un poligono qualunque senz'angoli rientranti (fig. 276-278), per modo che non racchiuda spazii scoperti, si dice ad un sol corpo. Se il fabbricato racchiude spazii scoperti o si presenta nella sua proiezione orizzontale come composto di diverse figure incontrantisi in guisa da formare an-

goli rientranti, si dice a due, a tre, a quattro o più corpi di fabbrica, secondo che due, tre, quattro o più sono le figure che compongono l'assieme. Così nella fig. 279 si avrebbe un fabbricato a due corpi; il principale P ed il corpo laterale L. Nella fig. 280 si avrebbe un fabbricato a tre corpi: il corpo principale P ed i due corpi laterali L, L'. Nella fig. 281 si avrebbero quattro corpi: il corpo anteriore A, il posteriore P ed i due laterali L, L'.



Fig. 276.



Fig. 277.



Fig. 278.



Fig. 279.

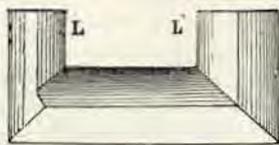


Fig. 280.

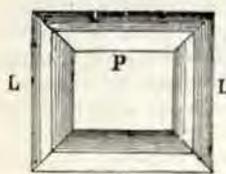


Fig. 281.

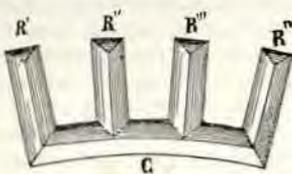


Fig. 282.

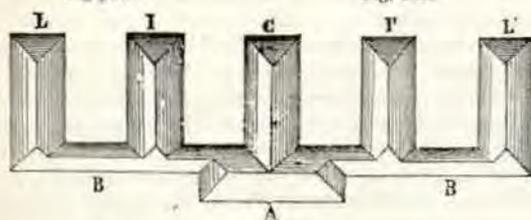


Fig. 283.

Nella fig. 282 si avrebbe un fabbricato a cinque corpi: il corpo principale C e quattro corpi radiali R, R', R'', R'''. Nella fig. 283 si avrebbe un fabbricato con otto corpi, cioè: un avancorpo A, due corpi di facciata B B', un corpo centrale C, due laterali L L' e due intermedi I I'.

MURI MAESTRI — PERIMETRALI, TRASVERSALI, LONGITUDINALI.

Muri maestri o di telaio di un corpo di fabbrica diconsi quelli che sorgono dalle fondazioni e che costituiscono come l'intelajatura, l'ossatura dell'edificio. Essi generalmente si protendono continui od interrotti in una serie di pilastri o colonne fino al tetto per sostenere la copertura. Questi muri devono sopportare oltre il peso proprio, il peso della copertura, quello dei solai e dei loro sovraccarichi, devono resistere al peso delle volte, dei loro sovraccarichi ed alle spinte da esse provocate, quindi devesi avere la massima cura a ben distribuirli, e pur tenendo quelle distanze che sono richieste dalla destinazione dei diversi ambienti, far sì che il tetto trovi appoggi in punti convenienti e che le pressioni si trasmettano nel miglior modo possibile al piano di fondazione, ciò che arreca economia di muramenti e stabilità dell'opera.

I muri maestri troppo vicini, oltre all'essere d'ingombro, portano grande spesa; troppo spaziosi mal soppor-

terebbero i pesi delle strutture superiori, forti spinte riceverebbero dalle volte e quindi rilevante spesa per collegamenti in ferro; per la formazione dei solai e del tetto si richiederebbero travi speciali armate che costano assai.

Quelli fra i muri maestri che non avessero canne da camino e che non fossero necessari per sostenere il tetto si possono limitare ad un dato piano se ciò torna vantaggioso per la ripartizione degli ambienti superiori. Così, ad es., d'ordinario si limita al primo piano l'uno dei muri che fiancheggia l'androne d'entrata.

Dei muri maestri, quelli che sorgono sul perimetro si chiamano perimetrali o d'ambito; quelli interni paralleli ai lati maggiori del perimetro si dicono longitudinali intermedi, o longitudinale mediano se ne esiste un solo; quelli normali ai lati maggiori del perimetro si distinguono col nome di muri trasversali.

CORPI SEMPLICI, DOPPII, TRIPLI, ENPLI OD A DENTI DI SEGA.

Un corpo di fabbrica dicesi semplice quando non ha che muri perimetrali e muri trasversali, cosicchè gli ambienti risultano nei diversi piani disposti su una sol fuga. Questa disposizione è poco vantaggiosa per le fabbriche d'abitazione, perchè le camere riescono dipendenti fra loro, vale a dire, non si può accedere ad una di esse senza attraversare quelle che la precedono, e sebbene per renderle indipendenti si possa ricorrere al ripiego dei piccoli corridoi e passaggi ottenuti con tramezze leggere, si avrebbe pur tuttavia, se il fabbricato è un po' lungo, un altro inconveniente, quello cioè di riescire le camere troppo sparse. Succede però non di rado di dover adottare tale disposizione, perchè l'area fabbricabile presenta piccola larghezza, o perchè esistendo, ad es., ad uno dei lati un muro divisorio od un muro vicino, non si avrebbe luce o si avrebbe in quantità insufficiente se si adottasse il corpo doppio.

La larghezza di un corpo di fabbrica semplice varia fra cinque ed otto metri.

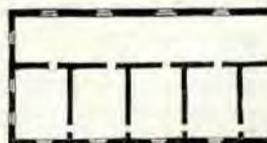


Fig. 284.

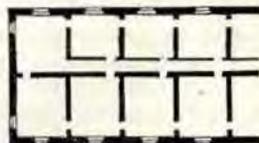


Fig. 285.

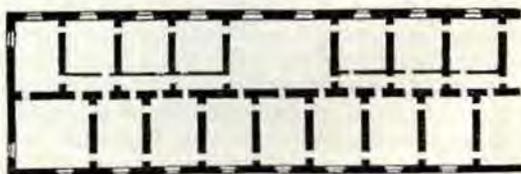


Fig. 286.

Un corpo di fabbrica dicesi doppio quando, oltre ai muri perimetrali e trasversali, presenta un muro longitudinale mediano, cosicchè in ogni piano si presentano una fuga di camere ed una galleria (fig. 284) pel disimpegno delle medesime, oppure due fughe di camere (fig. 285-288). In questo secondo caso per rendere indipendenti le camere si ricava un piccolo corridojo presso il muro longitudinale interno. Questo corridojo s'illumina con luce indiretta mediante porte a vetri e quando è possibile con finestre praticate nei muri di testa del medesimo.

Il muro longitudinale mediano talvolta è formato d'un sol tratto rettilineo (fig. 284, 285 e 286), tal'altra è formato da due o più tratti paralleli (fig. 287 e 288). I muri trasversali talora si corrispondono (fig. 285-287), tal'al-

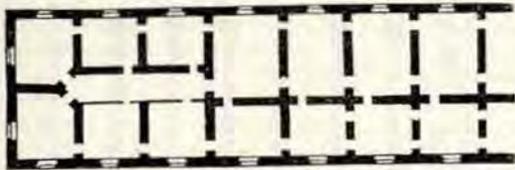


Fig. 287.

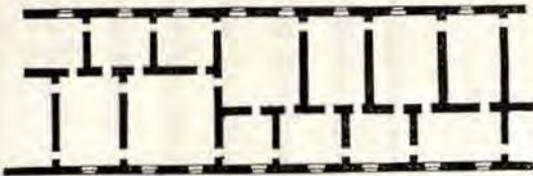
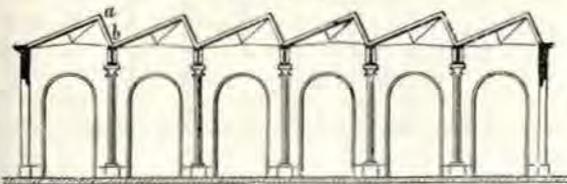


Fig. 288.

tra sono alternati (fig. 286-288). Le disposizioni a muri alternati (fig. 286, 287 e 288) permettono di mettere in diretta comunicazione una camera con quattro o cinque camere attigue, mentre che colla disposizione (fig. 285) si ha solo comunicazione diretta con tre camere. Quelle disposizioni hanno però l'inconveniente d'una maggior difficoltà di collocazione dei radiciamenti e delle chiavi.

Sezione A B.



Pianta.

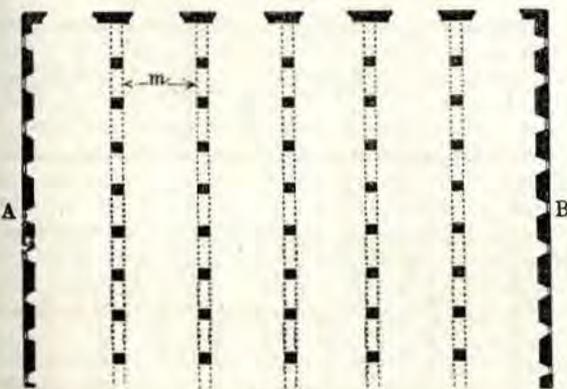


Fig. 289.

I corpi di fabbrica doppi hanno generalmente larghezza compresa fra 9 e 15 metri.

Corpo di fabbrica triplo dicesi quello che oltre ai muri perimetrali e trasversali presenta due muri longitudinali intermedi. Questa disposizione è poco adottata perchè riesce difficile di ottenere una conveniente illuminazione per la parte centrale. Tuttavia quando la fabbrica non sia molto lunga il corpo triplo può presentare dei vantaggi, potendosi nella parte centrale ricavare scale, gallerie, grandi sale illuminate dall'alto e da finestre praticate nei muri perimetrali di fianco. L'Antonelli usò spesso e con buon esito questo sistema (V. fig. 394).

I corpi di fabbrica tripli presentano larghezza compresa fra 15 e 22 metri.

I corpi di fabbrica diconsi poi quadrupli, quintupli.... enpli quando presentano tre, quattro o più muri, file di colonne o pilastri intermedi. Essi sono sempre ad un sol piano. Il tetto ha una conformazione speciale (fig. 289) e le sue falde sono alternativamente una sì e l'altra no coperte a vetri. Nello schizzo che presentiamo nella fig. 289 sarebbero a vetri le falde inclinate come la *ab*. La larghezza *m* fra due successive file di pilastri sarebbe di circa m. 7. Questi fabbricati diconsi da taluni a denti di sega perchè foggiate a mo' di sega risulta la sezione retta del tetto.

CORTILI — PRESCRIZIONI DEL REGOLAMENTO EDILIZIO CIRCA L'AMPIEZZA DEI CORTILI — MURI DI CINTA — CANCELLATE.

D'ordinario fra i corpi di fabbrica si hanno degli spazi liberi destinati a cortili, a chiostrine, a giardini.

Ai cortili dove debbono entrare carri o carrozze si assegnerà larghezza non mai minore di otto metri. A quelli nei quali non debbono entrare carri o carrozze e che debbono somministrare aria e luce a camere di riguardo si dia almeno un 30 m. q. di superficie. Quelli poi semplicemente destinati a dar luce ed aria a camere secondarie, che gli architetti chiamano chiostrine, si possono tenere con solo 16 m. q. di superficie.

In ogni caso bisogna uniformarsi ai regolamenti vigenti nella città dove il fabbricato deve sorgere.

Così a Torino il regolamento d'Ornato e di Polizia edilizia prescrive:

Che l'area libera d'un cortile in un fabbricato a costruirsi sia almeno eguale alla quarta parte della somma delle superficie delle facciate dei muri che verticalmente lo ricingono. Stabiliendo che pei cortili formati dall'aggregato di parecchie superficie siano considerate come porzioni integranti dell'area totale richiesta, soltanto quelle porzioni aggregate la cui profondità eguagli la propria larghezza o ne sia minore, non essendo tenuto in conto l'eccesso oltre tale misura. Stabilisce pei cortili molto lunghi non aversi a tener conto della porzione di lunghezza eccedente il doppio della larghezza media.

Dichiara che quando uno o più lati di un cortile fossero ricinti da un semplice muro divisorio non più alto di quattro metri o da una cancellata, queste superficie verticali di separazione aversi a ritenere come non esistenti; epperò che un cortile diviso in due o più parti nel modo ora detto doversi considerare come formante un'area sola.

I cortili ed i giardini quando non sono circondati su tutti i lati da fabbricati si chiudono con muri di cinta o con cancellate.

I muri di cinta non avendo che a sostenere il proprio peso e resistere alla pressione del vento, si possono tenere, quando si vuole la massima economia, con solo 12 centimetri di spessore incartandoli a distanze di 2.50 a 3 metri mediante pilastri di sezione quadrata con lato di 36 a 48 centimetri.

Le parti entro terra di questi muri, quelle cioè che costituiscono le fondazioni si tengono con spessore maggiore variabile fra 36 e 50 centimetri. La loro profondità, siccome non hanno da sopportare un gran peso, si tiene assai limitata, un quaranta o sessanta centimetri sono generalmente sufficienti; quando però il terreno fosse di natura molto cedevole converrà assegnargli maggiore profondità. Quando, nella direzione che deve avere il muro, il suolo fosse in pendenza, come succede spesso in collina ed in montagna, si taglierà a scaglioni in modo

d'avere per base d'appoggio del muro di fondazione tante superficie orizzontali.

L'altezza dei muri di cinta è variabile fra 2.50 e 4 metri, in ogni caso bisogna uniformarsi alle prescrizioni locali ed in mancanza di queste a quanto stabilisce il Codice civile all'articolo 159.

I muri di cinta vogliono superiormente una copertina alcun poco sporgente fatta con materiali scelti per impedire che l'acqua ed il gelo abbiano a provocare dei deterioramenti nella muratura. A questo scopo si tiene la superficie superiore a tetto, con due od un sol piovante secondo che il muro è divisorio comune o non, e si copre con tegole comuni o con apposite tegole piane. Altre volte le falde si coprono con tavelloni arricciati con buona malta idraulica o con cemento.

Altre volte ancora e specialmente quando la parte superiore del muro di cinta deve fungere da parapetto si limita con una superficie quasi orizzontale coprendola con una coltellata di mattoni. Bisogna scegliere mattoni forti, adoprare buona malta idraulica, assegnare un po' di convessità alla superficie superiore e distendervi sopra un leggero strato di cemento, perchè avvenga pronto lo scolo delle acque. Molto adatte ma più dispendiose tornano le coperture fatte con pietre naturali o con pietre artificiali di cemento idraulico. Di queste ultime se ne trovano in commercio con svariatissime forme.

Quando si vuole maggior solidità nel muro di cinta si aumentano da 12 a 24 cent. le dimensioni sopra indicate, e molte volte volendosi una qualche eleganza si tengono alcune parti sporgenti, altre incassate così da risultarne degli scomparti con riquadrature a foggia di pannelli.

Quando per trovarsi il livello del terreno a diversa altezza dalle due parti del muro di cinta, questo dovesse oltre al proprio peso ed alla spinta del vento resistere alla spinta del terreno, le dimensioni indicate servono solo per la parte del muro che sta sopra al livello del terreno più alto e per la parte sottostante converrà aumentarne lo spessore con opportune riseghe, come diremo all'articolo MURI DI SOSTEGNO.

Spesso e specialmente in città nei giardini che prospettano sulle vie invece dei muri di cinta si adottano le cancellate. Queste cancellate si appoggiano generalmente su d'uno zoccolo in muratura, alto dai 60 agli 80 centimetri e spesso 36 centimetri circa, che alla sua volta si posa su d'una fondazione più o meno profonda a seconda della natura del suolo. Invece dello zoccolo in mattoni quando si vuole molta eleganza si costruisce uno zoccolo in pietra da taglio che può tenersi con soli 20 a 30 centimetri di spessore. Alla cancellata soprastante si assegna d'ordinario altezza di circa 2 metri ed è costituita da spranghe di ferro aventi sezione retta circolare con diametro variabile fra 12 e 15 millimetri, spaziate fra di loro di circa 15 centimetri e collegate mediante ferri piatti disposti orizzontalmente. La distanza di questi ferri piatti è d'ordinario compresa fra 1.50 e 1.80, e la sezione retta di metri 0.04×0.01 .

Se la cancellata è molto lunga si consolida disponendovi verticalmente ogni due o tre metri delle aste di ferro o delle colonnette di ghisa con sezione retta molto maggiore di quella che si assegna alle altre spranghe verticali, oppure si scompartisce in tante parti mediante pilastri in muratura di mattoni o di pietra.

I cancelli e le cancellate per case di lusso e per villini possono poi assumere forme svariatissime, secondo il buon gusto dell'architetto e la buona volontà nello spendere del proprietario.

Nella fig. 290 abbiamo un cancello modestissimo per ingresso affatto secondario. La spranga *b* è di sezione

quadrata con centim. 3.5 di lato, le spranghe *a* hanno diametro di centim. 1.7; le spranghe *c* hanno sezione retta rettangolare di 0.04 per 0.01.

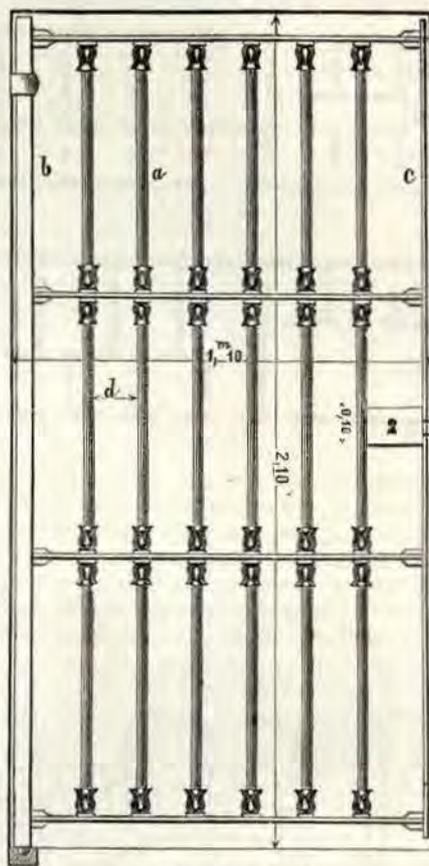


Fig. 290. — Scala 1 : 90.

Maestosa è la cancellata che venne sostituita al muro di cinta del giardino del Principe Amedeo in via Carlo Alberto a Torino, nei restauri operati in quel palazzo dagli ingegneri Albert e Riccio. Lo zoccolo in granito bianco è trattato assai riccamente e presenta nel tempo stesso carattere di grande robustezza essendosi a bello studio evitate le sagome trite e gli spigoli vivi. La cancellata è divisa, da colonnette in ghisa, in vari scompartimenti; in ciascuno di essi le sbarre vanno diminuendo in altezza verso il mezzo e le loro estremità munite di ornamenti dorati fanno sì che in complesso quella cancellata si presenta come un grandioso drappo ornato a festoni e fiocchi dorati, di vaghissimo effetto.

Nella figura 291 presentiamo con un'elevazione e due sezioni il disegno della leggiadrissima cancellata che circonda il villino del conte Ernesto di Sambuy a Torino, architettura dell'ingegnere Petiti (vedi anche fig. 318).

Le spranghe verticali *d* hanno diametro di 2 centimetri, e sono spaziate fra loro da asse ad asse di circa 15 centimetri. Ogni 20 di queste spranghe se ne trova una *D* a sezione quadrata con lato di 4 centimetri. L'altezza *h* è di metri 1.74. Lo zoccolo è in pietra da taglio; ha altezza *h* di 70 centim., e spessore *b* di 18 centimetri.

Le diverse pietre che formano lo zoccolo si uniscono a pilastri in pietra posti in corrispondenza delle spranghe *D*, nel modo indicato in *c* nella sezione *PQ*.

Nelle fig. 292 e 293 abbiamo due cancelli in ferro riccamente lavorati.

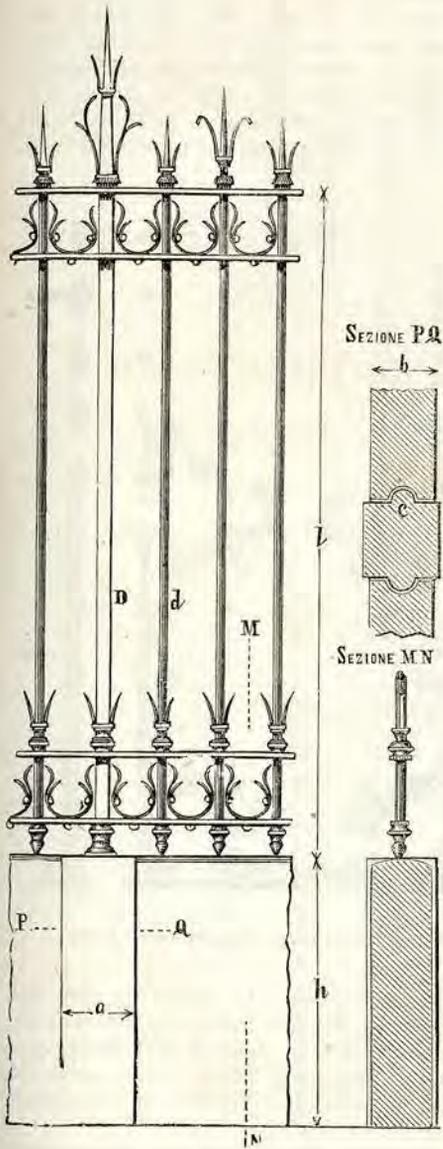


Fig. 291. — Scala 1 : 20.



Fig. 292.



Fig. 293.

PIANTE DEI FABBRICATI, LORO DISTRIBUZIONE E COMPOSIZIONE COL METODO PALLADIANO DI SIMMETRIA RISPETTO AD UN ASSE. METODO INGLESE, METODO DEL RETICOLO — COMBINAZIONE DI FIGURE POLIGONALI, ELLITTICHE, ECC. METODO DEI DIVERSI ASSI PRINCIPALI.

Quando lo spazio a coprirsi ha forma regolare alcuni, seguendo la scuola del Palladio, si attengono ad una rigorosa simmetria rispetto all'asse principale della pianta, disponendo simmetricamente le scale, gli anditi ed anche le stanze, assegnando loro forme e dimensioni identiche, come sarebbe, ad es., la disposizione della fig. 294. Quando il terreno ha forma non affatto irregolare o scomponibile in parti regolari procurano di adottare detta simmetria per la maggior porzione possibile dell'area.

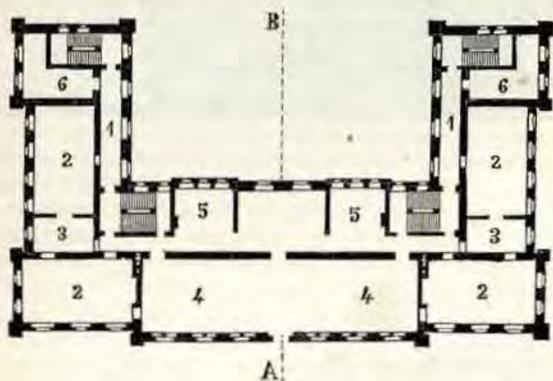


Fig. 294.

Questo modo rende più facile l'ornamentazione delle fabbriche e l'applicazione delle ordinanze architettoniche, tuttavia non è sempre necessario, potendosi molte volte ottenere una inappuntabile decorazione ed una migliore distribuzione dei locali senza osservare un'assoluta simmetria in tutte le parti; d'altronde questa rigorosa simmetria è spesso volte resa impossibile dall'irregolarità dell'area a coprirsi.

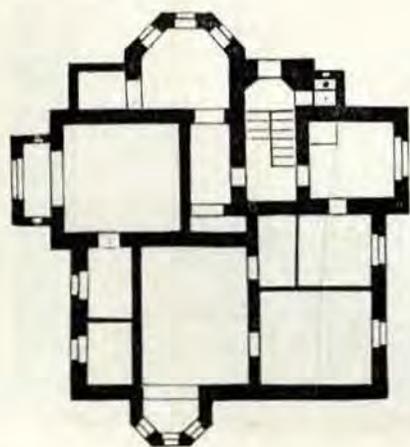


Fig. 295.

Nell'architettura inglese le piante dei fabbricati sono proprio l'antitesi di quelle del Palladio. In quel sistema (fig. 295 e 317) si dà tale preferenza all'agiatezza, alla comodità degli ambienti interni che, per avere uno o più

camerini in vicinanza d'una data stanza, molta luce in una data altra, si trascura non solo la simmetria dei muri interni, ma altresì talmente quella dei muri d'ambito da risultare questi a contorni bizzarri assai. Qua corpi sporgenti, là rientranti con dimensioni e forme svariatissime e capricciose, terrazzini irregolari, finestre basse e larghe in un dato punto, alte e strettissime in altri punti. Questo sistema, se trattato da abile architetto del genere, torna egregiamente per villini, per castelli, assumendo questi un aspetto vago, fantastico, pittorico, assai gradito.

Un altro sistema per la pianta che fu adottato da Michelangelo e portato all'esagerazione dal Guarino Guarini e dal Borromini è quello della combinazione di figure poligonali fra loro; l'esagono, l'ottagono, il circolo, l'ellisse si combinarono col quadrato, col rettangolo, col trapezio per avere delle composizioni capricciosissime.

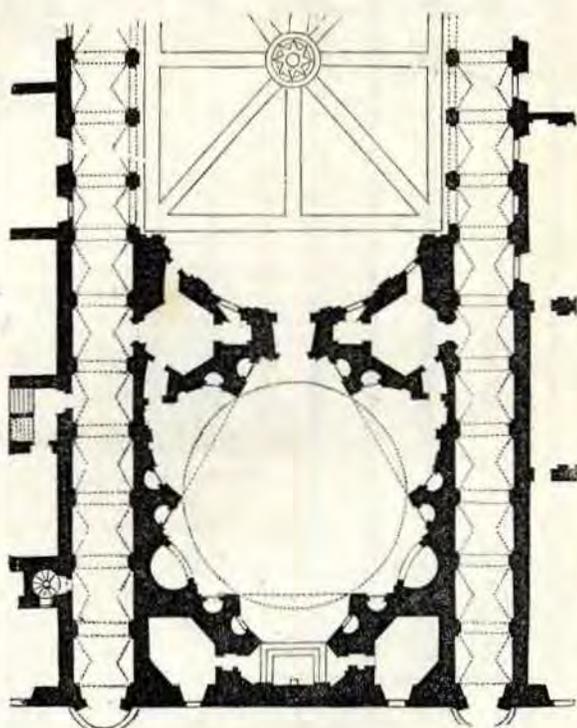


Fig. 296. — Chiesa nel Palazzo della Sapienza a Roma.

Rimarchevoli esempi sono: la chiesa (fig. 296) nel palazzo dell'Università romana detto della Sapienza, architettata dal Borromini; la chiesa di S. Lorenzo e la cappella della SS. Sindone in Torino, architettate dal Guarini; il palazzo Caprarola a Viterbo (fig. 297), opera insigne del Vignola.

Però questo sistema, che riesce e può riuscire bene nelle fabbriche monumentali o in qualche fabbrica speciale, come chiese, caffè, villini, perchè permette una ricca ornamentazione, non è da seguire per le ordinarie fabbriche di abitazione, perchè le stanze di forma esagonale, ottagonale, circolare, ellittica danno luogo a piccoli ed irregolari spazi che difficilmente si possono usufruire, quindi non si ha a ricorrervi che in casi eccezionali, dovendosi, ogniquale volta che le circostanze locali lo permettono, adottare la forma rettangolare anzichè quella trapezia, circolare, poligonale, ottenendosi colla prima e mediante muri interni longitudinali e trasversali rispettivamente paralleli e normali a quelli d'am-

bito, stanze di forma rettangolare o quadrata, la qual forma generalmente è la più conveniente perchè meglio

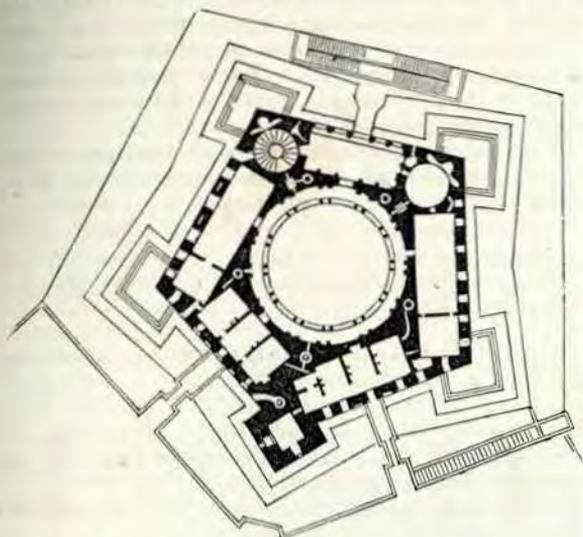


Fig. 297. — Planta del Palazzo Caprarola a Viterbo (architettura del Vignola).

si presta ad una facile distribuzione delle porte e delle finestre, perchè più economica risulta la costruzione dei vólti, dei solai, dei pavimenti, perchè meglio appro-

priata torna per la disposizione delle masserizie. Meno complicata e meno costosa risulta poi l'armatura del tetto.

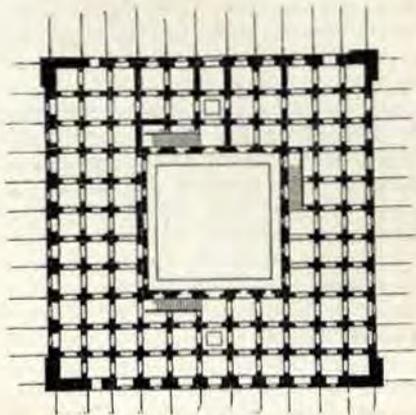


Fig. 298. — Planta delle fondazioni.

Nelle fabbriche a due o più corpi è bene far sì che i corpi contigui s'incontrino ad angolo retto affinchè le camere d'angolo risultino rettangolari; tuttavia accade spesso, e specialmente in città, sia perchè, avuto riguardo al caro prezzo del terreno si ha interesse di occupare la maggior parte di quello disponibile, sia per altre locali circostanze, di dovere coi corpi di fabbrica seguire un contorno irregolare.

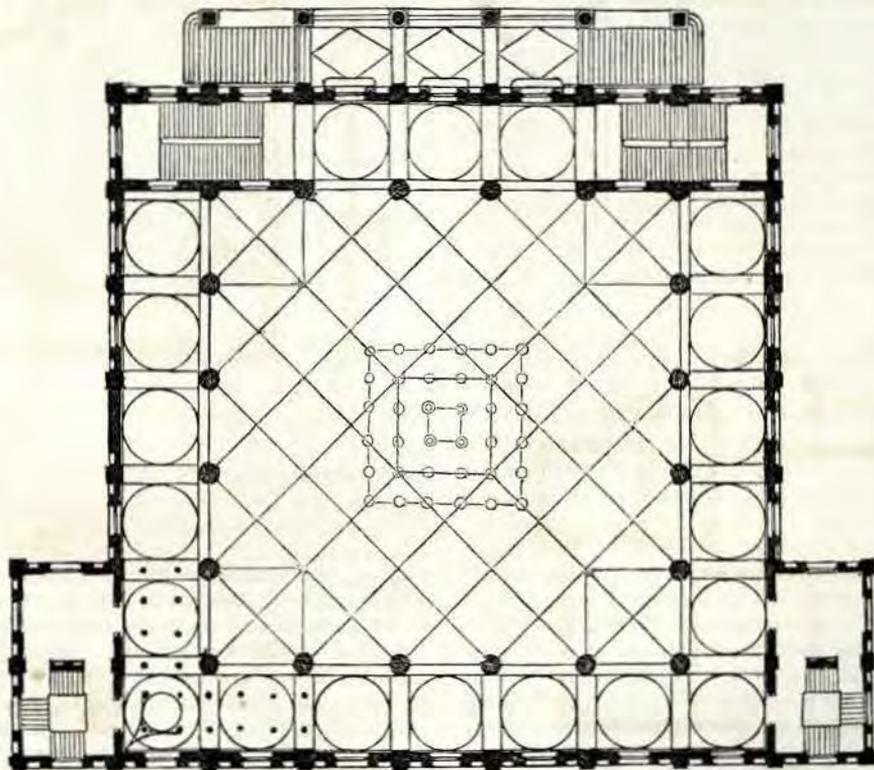


Fig. 299.

In questi casi hassi a procurare che il maggior numero delle camere, e specialmente quelle di maggiore importanza, risultino rettangolari, limitando al minor numero possibile quelle di forma irregolare (V. fig. 393).

Quando la pianta di un fabbricato è di forma regolare può tornare vantaggioso il sistema ideato dallo Scamozzi e seguito da molti architetti, fra' quali Durand in Francia verso la metà di questo secolo, Antonelli in Italia.

Consiste questo metodo nel tracciare sulla figura rappresentante l'area a coprirsi due serie di rette perpendicolari fra loro ed equidistanti, in modo da costituire un reticolo a maglie quadrate. Disponendo convenientemente i muri secondo certi lati di questo reticolo si ottengono gli scomparti per le stanze, per le scale, per gli androni, per i cortili (fig. 298).

Con questo sistema si può ottenere una grande regolarità negli scompartimenti, bisogna però scegliere con criterio il lato del quadrato della maglia perchè costituisca l'unità fondamentale e le dimensioni dei diversi ambienti e gli interassi delle finestre risultano multipli di quel lato. Nelle ordinarie circostanze quel lato può variare fra tre e cinque metri. Quando la pianta è semplicemente rettangolare o quadrata senza risalti, questo metodo rende di facilissima applicazione le ordinanze architettoniche; quando invece il contorno della pianta presenta delle parti rientranti o sporgenti, s'incontrano serie difficoltà per distribuire convenientemente le ordinanze nelle cantonate rientranti.

La mole Antonelliana a Torino è un luminoso esempio dell'applicazione del reticolo. In questo superbo edificio la pianta (fig. 299) gareggia per la sua semplicità colla sublimità ed arditezza dell'elevazione, colle ingegnose disposizioni, ed artifici architettonici nelle diverse sue membrature. Essa fu studiata su un reticolato a maglie quadrate con m. 5.40 di lato, cosicchè di m. 5.40 è l'interasse delle colonne e paraste esterne, di m. 5.40 la profondità del pronao, di m. 5.40 le sporgenze dei corpi laterali, m. 35, cioè un multiplo di 5.40 il gran salone centrale, m. 5.40 od un multiplo di 5.40 tutti gli altri ambienti.

Un altro metodo consiste nel segnare sulla pianta per ciascun corpo di fabbrica una retta normale alla rispettiva facciata. Ciascuna retta costituisce un asse principale di simmetria e servono a distribuire nelle diverse facciate le finestre e le porte in modo simmetrico, rispetto al mezzo di ciascuna facciata.

Gli interassi delle finestre sulle diverse facciate non si tengono più come col metodo del reticolo eguali fra loro,

anzi talvolta, purchè non si abbiano da applicare ordinanze, convien tenere disuguali gli interassi delle finestre poste su una stessa facciata, ben inteso mantenendo sempre la simmetria per rapporto all'asse principale, per avere una migliore distribuzione delle stanze e dimensioni meglio appropriate per le medesime ed una migliore distribuzione delle porte e delle finestre per rapporto alle pareti interne.

Tutti i descritti metodi offrono dei vantaggi e degli inconvenienti e non è che nei singoli casi pratici che si potrà stabilire a quale convenga dare la preferenza.

ALTEZZA DEI CORPI DI FABBRICA, PRESCRIZIONI DEI REGOLAMENTI EDILIZI DI TORINO, DI MILANO, DI ROMA.

L'altezza dei corpi di fabbrica dipende dall'altezza dei piani e dal loro numero; siccome poi la maggiore o minore altezza di un fabbricato non influisce sensibilmente sul costo delle fondazioni e nulla affatto sul costo del tetto, ne avviene che i fabbricati a molti piani ed a grandi corpi, nei quali si ha inoltre risparmio di muri maestri, risparmio nel riscaldamento e nei condotti per la fognatura, e che a parità di volume richiedono minor area, risultano assai più economici di quelli a pochi piani ed a piccoli corpi isolati, ed i soli che permettano nelle città molto popolate, dove il terreno ha prezzo elevatissimo fino a 100 lire il metro quadrato, di ricavare una rendita adeguata al capitale impiegato; tuttavia avendo i piccoli corpi isolati il vantaggio d'una migliore ventilazione e d'essere meglio soleggiati, sono a preferirsi in tutti quei casi in cui non si tratta di speculazione, come sarebbe per esempio per le villette e per le case private, dove vuolsi godere della massima agiatezza e libertà, e per le scuole e per gli ospedali, dove è somma importanza di avere molta luce, aria pura, locali salubri per rendere possibile la massima pulizia; evitare o rendere meno funeste le epidemie.

Racchiudo nella seguente tabella il numero dei piani e i limiti di loro altezza per diversi fabbricati.

	Piano terreno	1° Piano	2° Piano	3° Piano	4° Piano	5° Piano	6° Piano
Case da 6 piani	4.00	4.00	3.90	3.90	3.80	3.70	3.60
Case da 5 piani alberghi	da 4.00 a 4.50	da 4.00 a 4.20	da 4.00 a 4.10	da 3.90 a 4.00	da 3.70 a 3.80	da 3.50 a 3.60	
	da 4.00 a 4.60	da 4.00 a 4.40	da 4.00 a 4.10	da 3.80 a 4.00	da 3.50 a 3.60		
Case private, villette	da 4.80 a 5.20	da 4.80 a 5.20	da 4.40 a 5.00				
Ville, palazzi, scuole, asili	da 6.00 a 7.50	da 6.00 a 7.00	da 4.00 a 6.00				
Ospedali	da 7.00 a 8.00	da 7.00 a 8.00	da 4.00 a 6.00				

Quando fra due piani esiste un mezzanino, questo può avere altezza compresa fra m. 3 e 3.50.

A Genova, per la grande penuria di terreno fabbricabile e pel suo elevatissimo prezzo, fu adottato nelle vecchie costruzioni ad esagerazione il principio di avere con spesa relativamente piccola di terreno, di muramento, di copertura, un grande volume disponibile; non sono rare colà le case a sette ed otto piani, e ne esistono di quelle di nove e di dieci. A Milano, a Torino, a Roma la maggior parte delle case da pigione sono da cinque a sei piani sopra terra.

In città le altezze dei fabbricati sono limitate dalla larghezza delle vie pubbliche colle quali confrontano e dalle dimensioni dei cortili nei quali prospettano.

Il regolamento edilizio di Torino stabilisce che il mas-

simo dell'altezza delle fronti, presa a metà della loro lunghezza misurata a partire dal marciapiede se vi esiste, o dal suolo fisso, e compreso il cornicione non solo, ma eziandio le gallerie, gli attici, i parapetti e gli abbaini delle soffitte quando formano corpo continuo, sia: di metri 21 per le case prospettanti piazze, corsi o vie di larghezza maggiore di 18 metri — di metri 18 per le case prospettanti in vie di larghezza compresa fra 12 e 16 metri — di metri 16 per le case prospettanti in vie di larghezza minore di 12 metri.

Dichiara in seguito essere eccettuate da quest'osservanza le chiese, gli edifici monumentali e quelle altre opere o case, che, per ragione di necessità o di pubblico ornamento, dovessero avere maggiore elevazione a giudizio della Commissione d'ornato. All'art. 53 sta-

bilisce che l'altezza di qualunque piano non possa essere minore di metri 3, misurata dal pavimento all'intradosso del volto nella parte più saliente del medesimo; e di metri 2.75 dal pavimento alla parte più inferiore del solajo, se costruito orizzontale. L'altezza media delle soffitte abitabili fra suolo e soffitto non sia minore di metri due.

Il Milizia dice convenire per le fabbriche isolate una lunghezza variabile fra 1.50 e 3 volte l'altezza, qualche volta però, come per ospedali, caserme, magazzini, la lunghezza può raggiungere o superare dieci volte l'altezza.

I piani superiori al primo si devono distribuire in

modo che a misura che si va in su la loro altezza vada scemando.

Se si vogliono due piani il Milizia dice: Si può dividere per le case civili l'altezza totale in cinque parti, assegnandone tre al piano terreno e due a quello sopra; per le case più grandiose si può dividere l'altezza in dodici, assegnandone sette al piano inferiore e cinque al superiore. Negli edifizii di tre piani si può dividere tutta l'altezza in quindici parti e darne sei al primo piano, cinque al secondo e quattro al terzo; oppure anche in sedici parti assegnandone sette al piano terreno, cinque al primo piano e quattro al secondo.

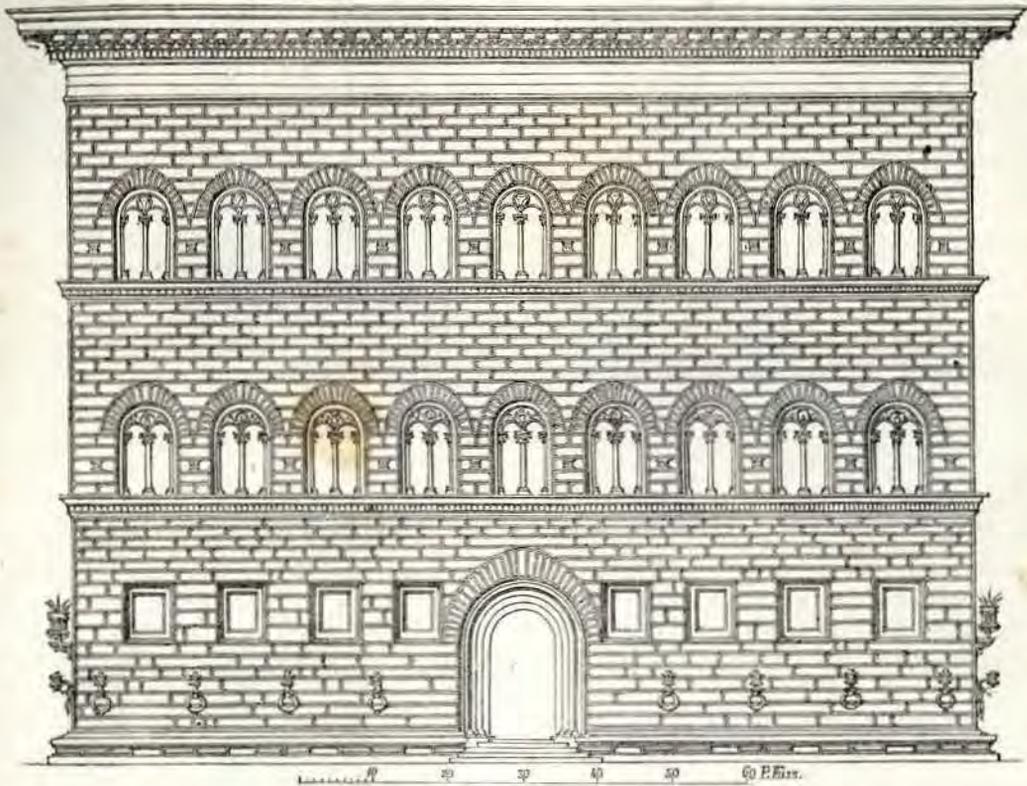


Fig. 300. — Palazzo Strozzi in Firenze (architettura di Giuliano da Majano).

In Roma il regolamento edilizio prescrive che il massimo limite di elevazione delle fronti delle fabbriche di privata proprietà sul piano della strada o piazza nell'interno di Roma deve essere:

di m. 14	per le strade di larghezza non maggiore di 6 m.
" 16	" " " da 6 a 7 m.
" 18	" " " da 7 a 8 m.
" 20	" " " da 8 a 9 m.
" 22	" " " da 9 a 10 m.
" 25	per le strade ove la larghezza eccede i 10 metri.

Entro questo limite si comprendono pure le cornici e gli attici, con cui sogliono decorarsi nella loro sommità le fronti degli edifizii.

A Milano il regolamento edilizio prescrive per le facciate verso strada: che le grondaie siano costrutte a soffitta piana; le finestre del pian terreno che vanno munite di persiane devono avere il davanzale alto 1.94 sul piano della strada, per impedire qualunque offesa ai passeggieri; ed il piano dei balconi, poggiaiuoli, deve trovarsi all'altezza non minore di m. 4.46 dal detto piano stradale.

FACCIAE, LORO DECORAZIONE CON SEMPLICI FASCIE E CONTORNO ALLE FINESTRE, DECORAZIONE CON BUNGNATO SU TUTTA LA FACCIAA O SOLO SUGLI ANGOLI, CON APPLICAZIONE DELLE ORDINANZE ALLE FINESTRE, DECORAZIONE CON PITTURA A FRESCO, CON PITTURA A GRAFITO, CON STUCCO LUCIDO. DECORAZIONE CON ORDINANZE COMPREDENTI DUE PIANI. DECORAZIONE CON ORDINANZE CHE OCCUPANO UN SOL PIANO.

La decorazione delle facciate dei fabbricati civili consiste d'ordinario nel maggiore o minore sviluppo del cornicione di coronamento e di altre cornici intermedie che a guisa di fascie scompartiscono le facciate in diverse zone orizzontali, delle quali l'inferiore il più spesso trattata con bognato a grandi sporgenze occupa il piano terreno e l'ammezzato se vi ha, le altre occupano in altezza uno o due piani.

In questo sistema alcune volte una gran parte della decorazione è destinata al contorno delle finestre, le quali, oltre agli stipiti, mensole, frontispizi, si formano

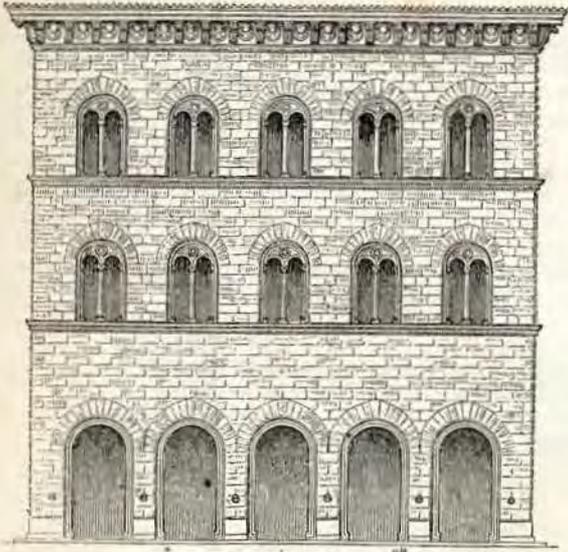


Fig. 301. — Palazzo Spannocchi a Siena
(architettato da Cecco di Giorgio).

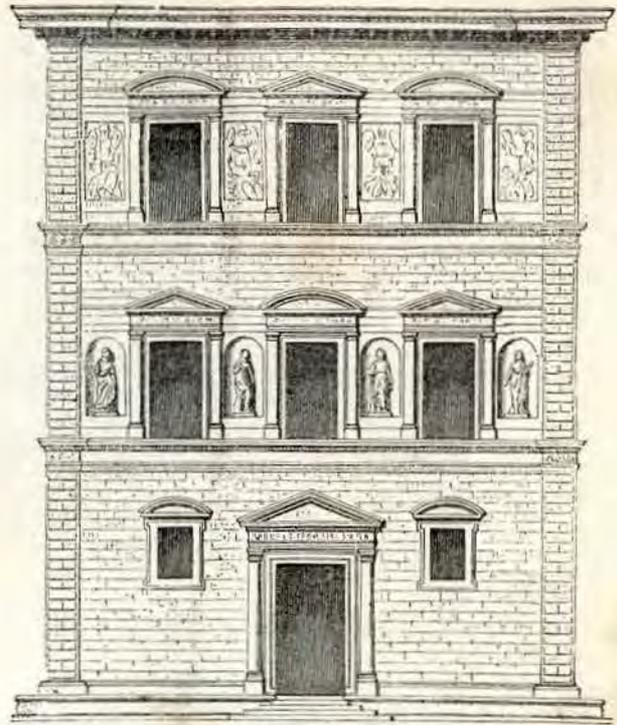


Fig. 303. — Palazzo Bartolini a Firenze
(architettura di Baccio D'Agnolo).

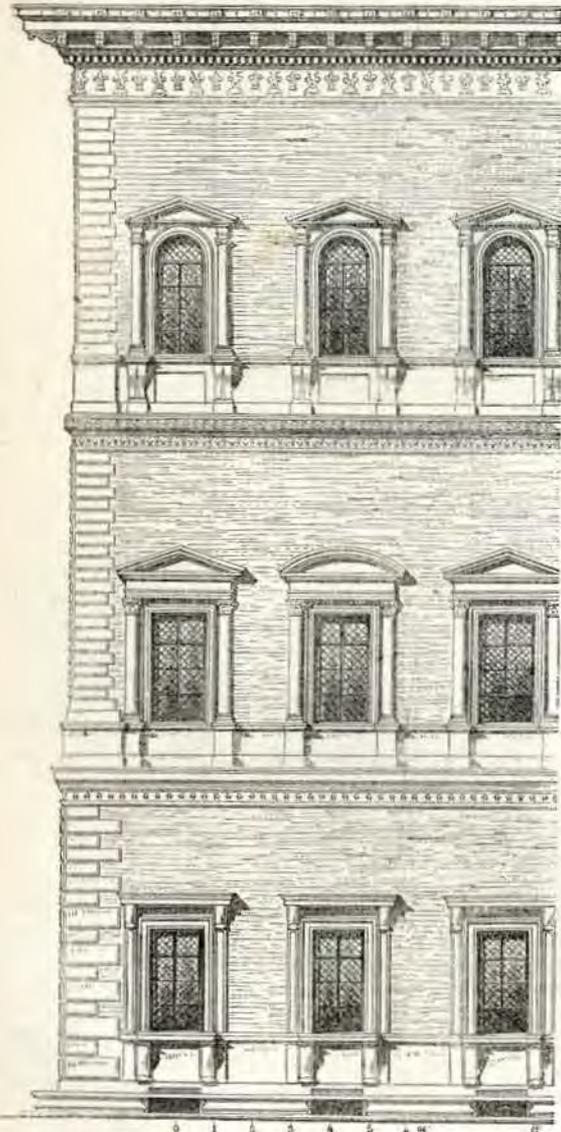


Fig. 302. — Palazzo Farnese a Roma (architettura del Sangallo).

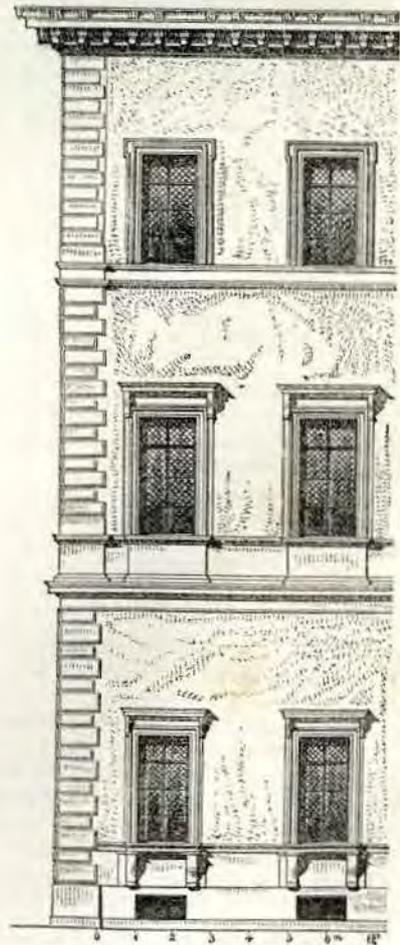


Fig. 304. — Palazzo Sciarra a Roma.

di bugnato, paraste, mezze colonne. Altre volte il concetto decorativo è derivato quasi interamente dal bugnato, che si spinge per tutta l'altezza della facciata. I palazzi fiorentini sono esempi caratteristici di decorazione a bugnato; fra essi primeggiano il palazzo Strozzi di Benedetto da Majano (fig. 300), il palazzo Pitti del Brunelleschi, il palazzo Gondi di Giuliano da Sangallo, il palazzo Riccardi. Altri esempi abbiamo a Siena nel palazzo Spannoechi (fig. 301).

Il bugnato si usa molte volte solo agli angoli o in date zone verticali del fabbricato (fig. 302 e 304).

Il palazzo Farnese a Roma, architettura del Sangallo (fig. 302), un lato del cortile del palazzo dei Dogi a Venezia, il palazzo Bartolini a Firenze (fig. 303) sono invece esempi molto rimarchevoli dell'applicazione degli ordini alla decorazione delle finestre.

I palazzi Negroni, Sciarra (fig. 304), Massimini, Spada (fig. 305) in Roma sono però tuttavia esempi di decorazione senza ordinanze, ai quali più frequentemente si sono ispirati gli architetti moderni. Nel cinquecento si usò in Toscana, e specialmente a Firenze, la pittura a fresco e quella a grafito per decorazione delle facciate, e ottennero dei risultati pregevoli per durata e per bellezza (fig. 306). Anche dai costruttori moderni fu usato questo modo di decorazione, che può riescire vantaggioso laddove si abbiano artisti capaci di ben eseguirlo.

Convenientissimi tornano gli stucchi lucidi imitanti il marmo, semprechè siano fatti da buoni artisti.

Le porte e le finestre si tengono il più spesso di forma rettangolare, coprendole con piattabande, perchè più semplice riesce l'applicazione dei serramenti; qualche volta però si tengono arcuate (fig. 300, 301, 306).

Un secondo sistema di decorazione è quello dell'applicazione delle ordinanze comprendenti due piani. Il piano terreno, e talvolta anche il mezzanino, trattato a grosse bugne costituiscono il basamento dell'edificio; i due piani superiori sono racchiusi in un solo ordine, il cui basamento ordinariamente occupa l'altezza del parapetto delle finestre del primo piano, cosicchè la cimasa correndo all'ingiro viene a formare il davanzale delle medesime. Queste finestre sono decorate di stipiti, mensole e frontispizio, mentre le finestre del piano superiore sono trattate più semplicemente per modo che il secondo piano assume l'aspetto di un ammezzato.

Esempi classici di questo sistema sono: a Roma la Farnesina, la Cancelleria (fig. 307), il palazzo Giraud di architettura del Bramante; a Verona, a Vicenza (fig. 309), a Venezia i celebri palazzi del Palladio e del S. Micheli. La facciata del palazzo della Posta a Torino (fig. 308) è pure un bell'esempio di decorazione con ordinanza comprendente due piani.

La cornice di quest'ordine quando l'edificio è a soli tre piani costituisce il coronamento della fabbrica; quando l'edificio ha un terzo piano, le finestre sono ricavate nell'attico. Molti architetti considerano quest'ultima disposizione come viziosa in quanto che l'ultimo piano pare piuttosto una correzione od un'aggiunta, che toglie unità all'aspetto generale della facciata.

Negli esempi antichi sopra citati il secondo piano racchiuso nell'ordine ha ordinariamente, come si è accennato, piccola altezza (V. palazzo Chiericati, fig. 308); in molte delle imitazioni moderne invece, nelle quali l'architetto ha voluto racchiudere in un sol ordine due piani regolari, si sono ottenute ordinanze sproporzionate nei loro elementi, paraste lunghissime e non in armonia colle aperture e col complesso dell'edificio.

Nelle case a quattro piani oltre il terreno, molti architetti, imitando il Bramante, usano di collocare due

ordinanze sovrapposte, delle quali la superiore comprende pure due piani. Questo sistema ha l'inconveniente di non permettere un regolare sviluppo delle finestre del secondo piano per causa dell'altezza della cornice dell'ordine inferiore.

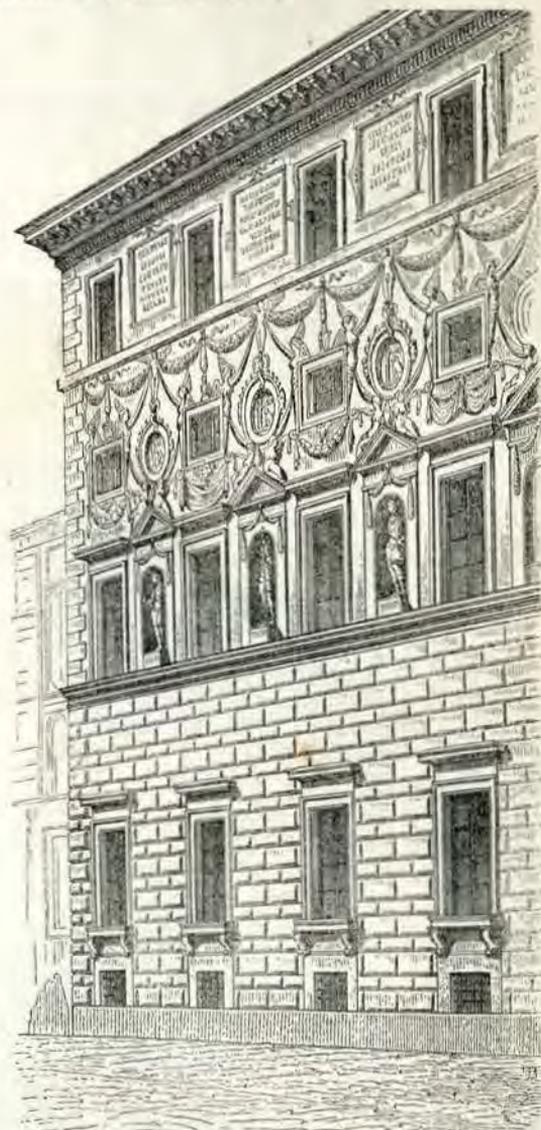


Fig. 305. — Palazzo Spada a Roma.

Un terzo sistema di decorazione è quello in cui le ordinanze occupano un sol piano. Il palazzo Rucellai (fig. 310) a Firenze, architettura del B. Alberti, il palazzo Ugucioni a Firenze (fig. 311), architettura di Raffaello, il palazzo della Zecca a Venezia (fig. 312), architettura del Sansovino, il palazzo Malvezzi-Medici a Bologna (fig. 313) e molti palazzi e case moderne dello Antonelli, del Marchini a Torino, fra' quali la palazzina Calori in via S. Lazzaro, la casa da pignore detta delle colonne sul corso Re Umberto, le case da pignore nelle fronti di piazza dello Statuto.

La cornice dell'ordine superiore formando il coronamento dell'edificio risulta in questo sistema, se la si tiene con altezza proporzionata all'ordine, un po' meschina relativamente all'altezza dell'edificio; riesce sproporzionata all'ordine se la si tiene in armonia coll'al-

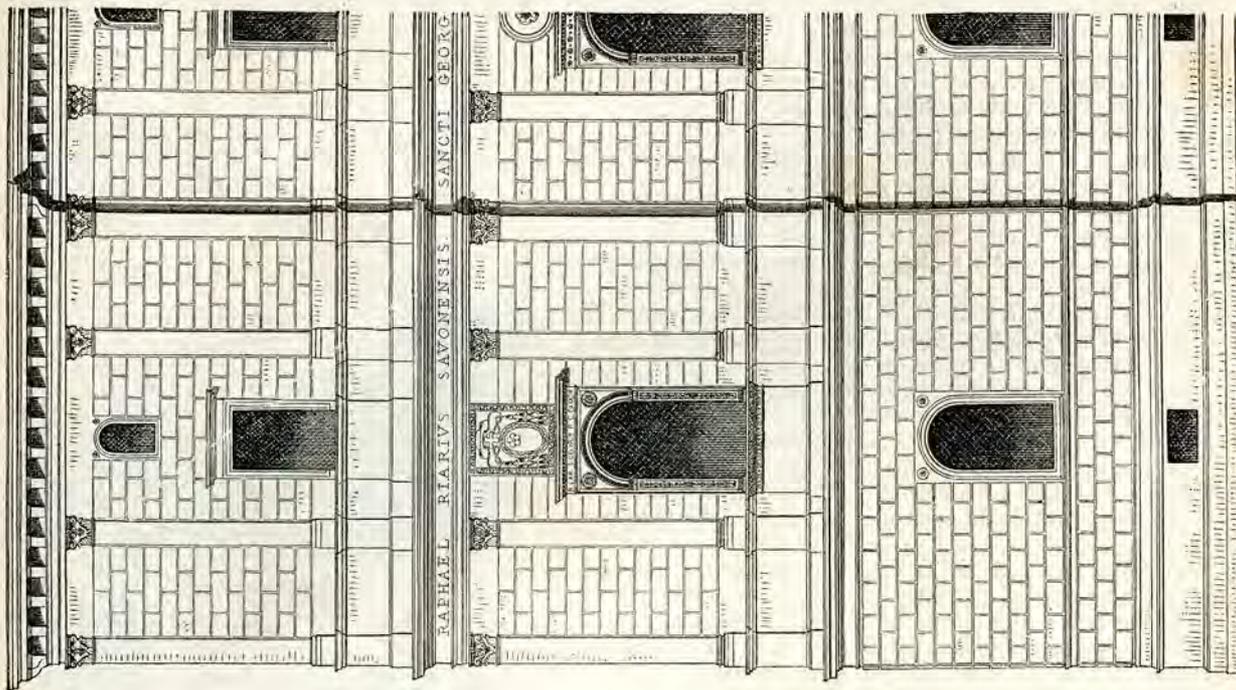


Fig. 307. — Palazzo della Cancelleria a Roma (architettura del Bramante).

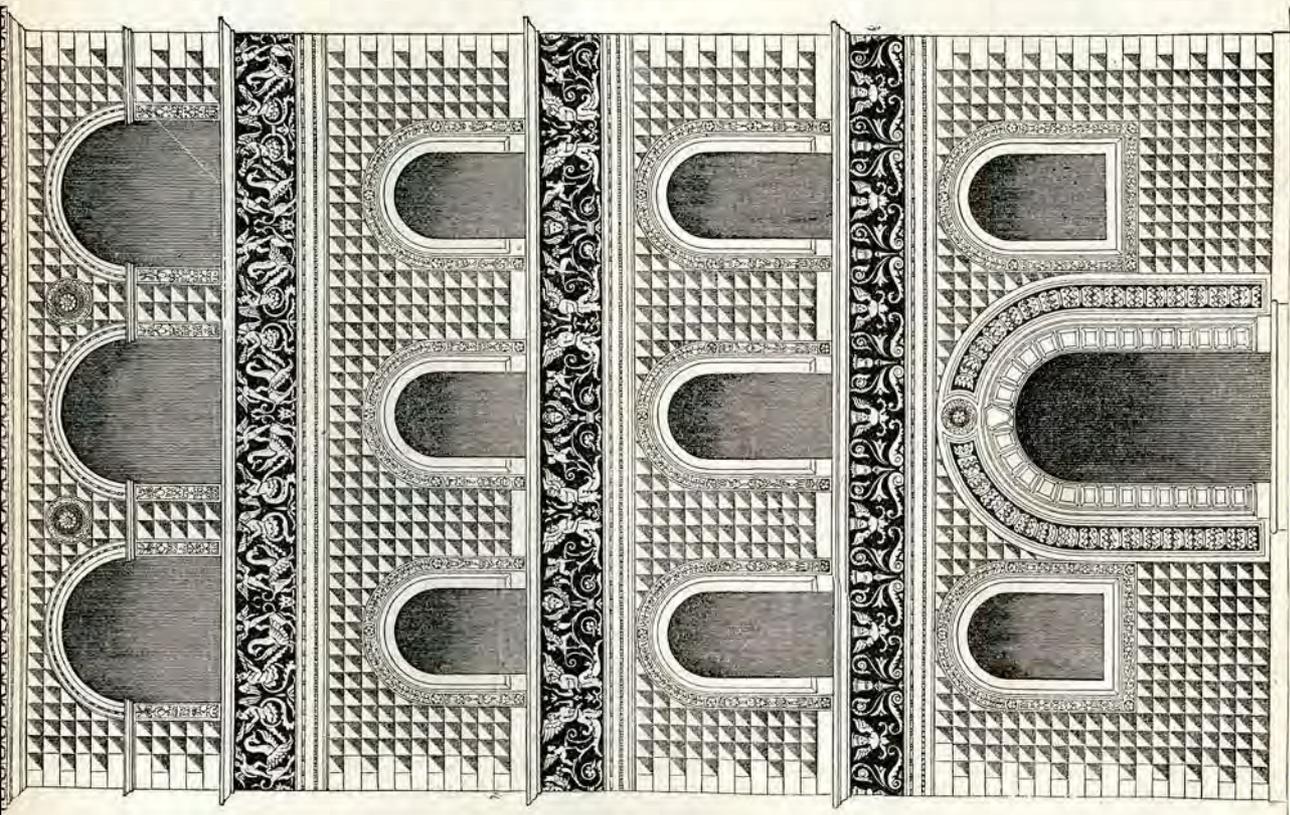


Fig. 308. — Facciata d'un palazzo di Firenze.

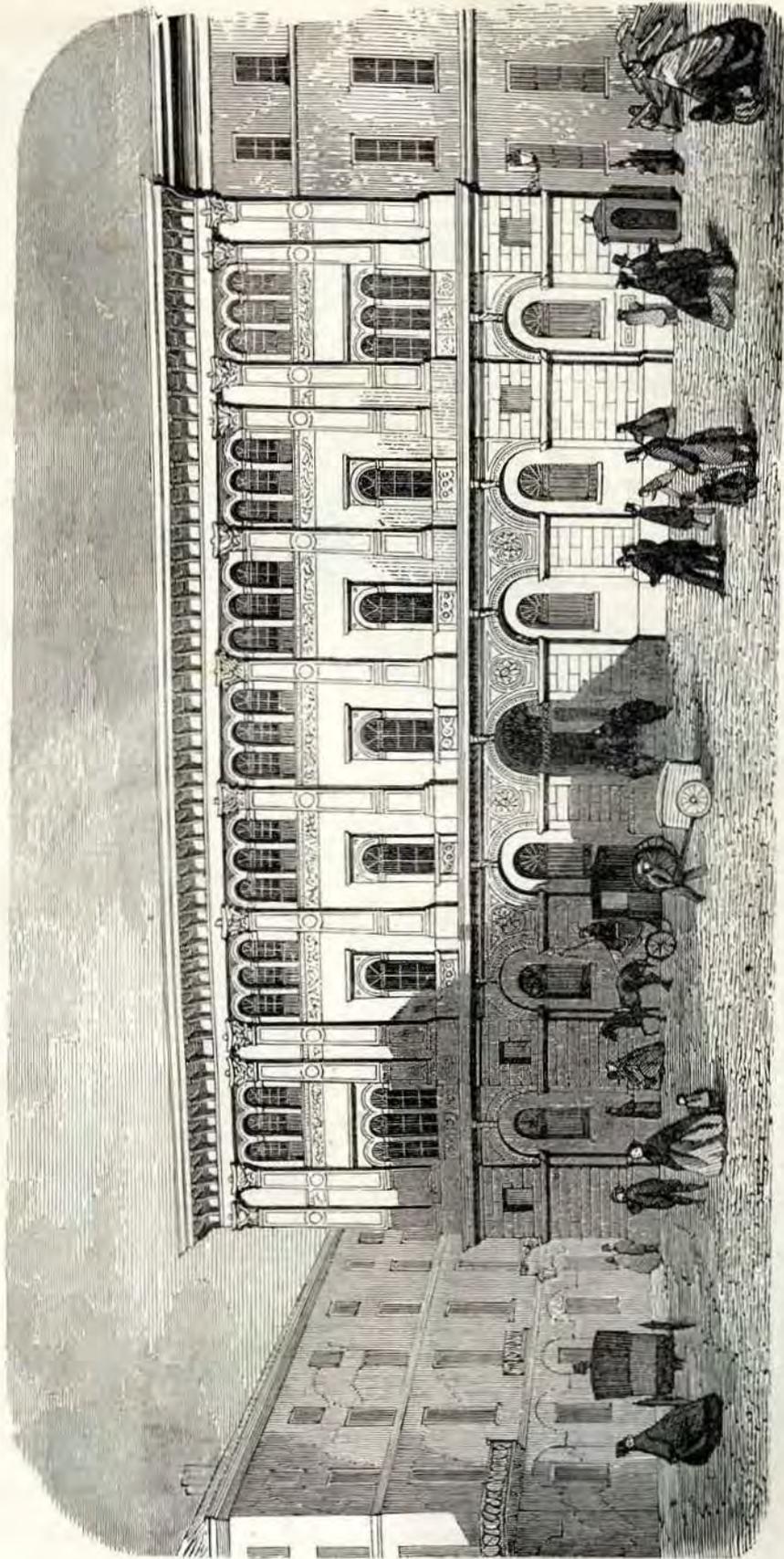


Fig. 308. — Palazzo della Posta a Torino (architettura di Alessandro Mazucchetti).

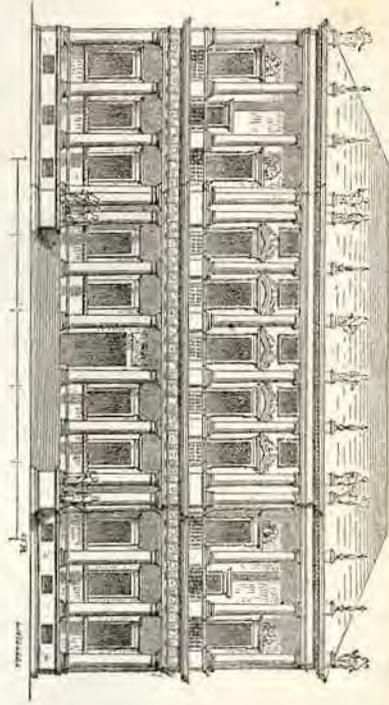


Fig. 309. — Palazzo Chiericati a Vicenza (architettura del Palladio).

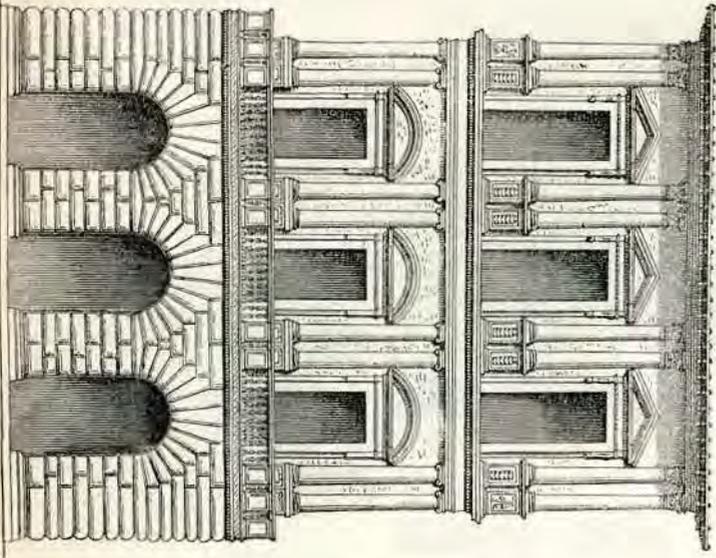


Fig. 311. — Palazzo Ignucione a Firenze (architettura di Raffaello).

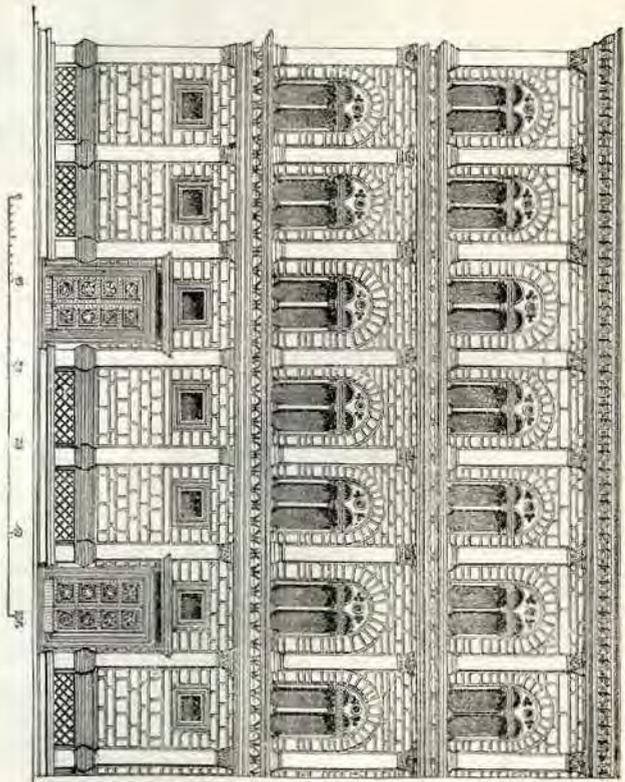


Fig. 310. — Palazzo Rucellai a Firenze (architettura di Leon Battista Alberti).

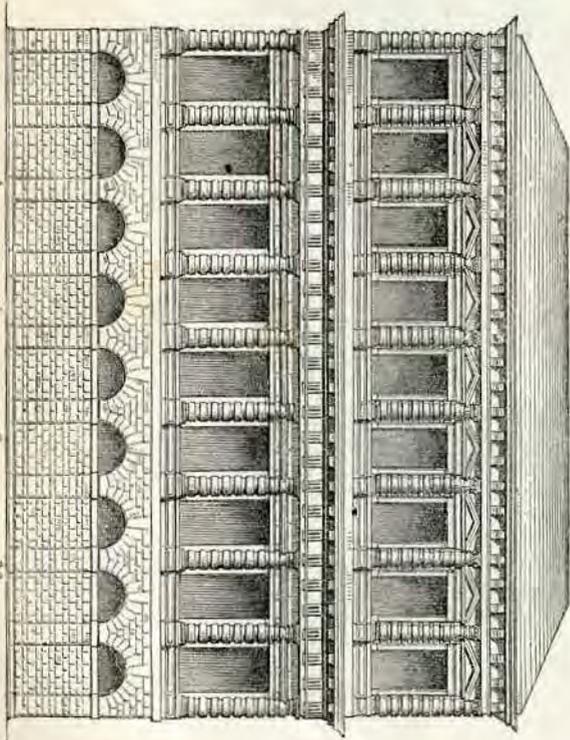


Fig. 312. — Palazzo della Zecca a Venezia (architettura del Sansovino).

tezza dell'edifizio. Però assegnando al cornicione una altezza compresa fra le due accennate, accentuando

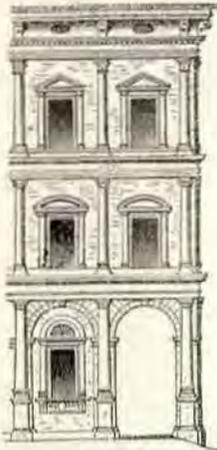


Fig. 313. — Palazzo Malvezzi-Medici a Bologna (architettura di Bart. Triacchini).

maggiormente le sporgenze si rendono quasi insensibili i detti inconvenienti e fornisce generalmente migliori risultati.

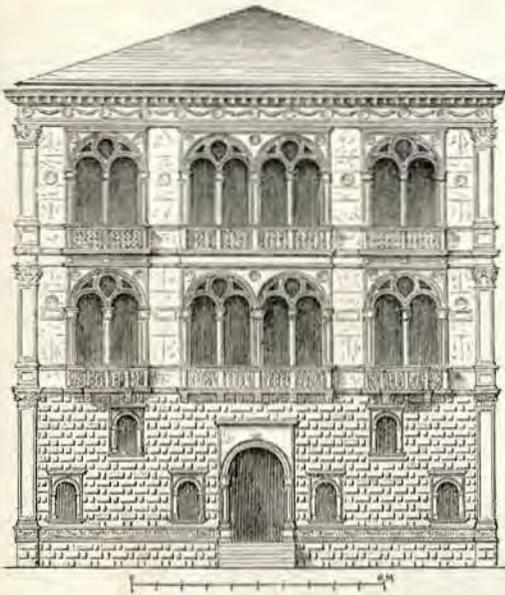


Fig. 314. — Palazzo Corner Spinelii a Venezia.

imitazioni anche altrove e più specialmente per fabbricati rustici, villini, chioschi ed altri fabbricati secondarii nello interno dei parchi e giardini; dove ordinariamente le pareti sono di struttura murale ordinaria e solo il tetto, i balconi, la decorazione ed altri accessori sono fatti od imitati col sistema svizzero, come ne offre un esempio la figura 320.

Caratteri distintivi di questo sistema sono le scale poste all'esterno, i balconi e ballatoi coi parapetti in legno vagamente traforati, le grandi sporgenze del tetto per difesa di quelle scale, di quei ballatoi. I balconi e le parti sporgenti del tetto sono sostenuti da colonne e da mensole in legno formate di travi e tavole talvolta riccamente scolpite o lavorate a trafori.

Il più spesso le ordinanze, come tutti gli esempi citati, si tennero architravate e si coprirono le aperture con piattabande. Altre volte pur tenendo l'architrave si fecero ad arco le aperture, altre ancora e specialmente nei loggiati s'abbandonò l'architrave lanciando archi da una colonna all'altra; tal'altra finalmente si adottò un sistema misto di piattabande e di archi.

Nelle figure 314 e 315 abbiamo due esempi di decorazione di facciate costrutte in pietra da taglio abilmente trattate a traforo, quasi a giorno, allo scopo di portare molta luce in ambienti molto profondi nel senso normale alla fronte.

Un altro singolare esempio di decorazione è quello rappresentato nella fig. 316 tolto dai progetti del Promis. Di bello aspetto tornano quei bastoncini che vanno così spontaneamente a collegarsi colle mensole di sostegno degli archetti piombatoj in modo da costituire in un col soprastante cornicione un tutto assai grazioso, affatto originale ed armonico.

Nella fig. 317 porgiamo un esempio di villino decorato in stile gotico inglese. Nella fig. 318 abbiamo un esempio di villino decorato in stile Luigi XIV.

Nella figura 319 porgiamo un esempio di casa sul sistema detto alla *svizzera*, che è seguito ordinariamente nei paesi nordici dove il legname abbonda come materiale da costruzione, tuttavia se ne incontrano numerose

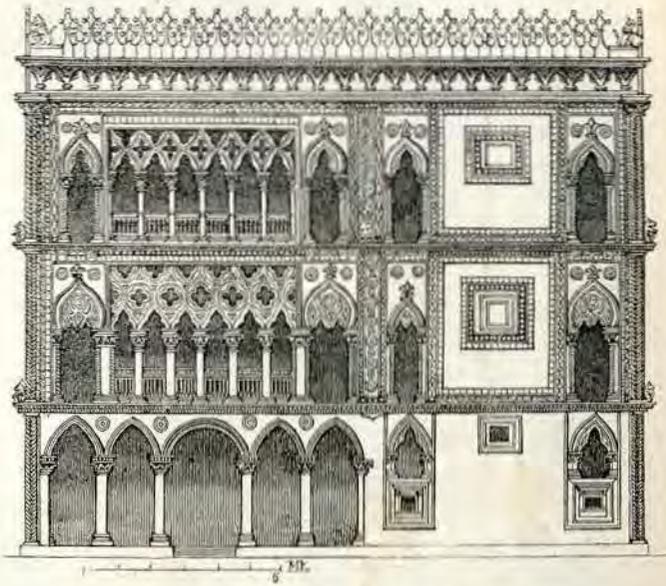


Fig. 315. — Cà d'Oro a Venezia.

Quando ad una facciata e ad un dato piano si abbia ad applicare un'ordinanza di colonne o di paraste semplici per trovare l'interesse basterà togliere dalla lunghezza totale della facciata la larghezza della base della colonna o della parasta. La lunghezza così ottenuta si dividerà per un numero impari tale che il quoziente, che starà a rappresentare l'interesse, sia il più prossimo a quello che si era giudicato conveniente.

Quando si volesse una decorazione del genere di quella rappresentata nella fig. 309, cioè, che le paraste o le colonne dovessero essere accoppiate, bisognerà togliere dalla lunghezza totale della facciata la larghezza compresa fra i due spigoli più distanti di una delle coppie di paraste o colonne.

INTERASSI DELLE FINESTRE, ALTEZZA DELLE MEDESIME,
LORO VERTICALE CORRISPONDENZA.

Gli interassi delle finestre variano da edificio ad edificio fra 2.80 e 5 metri. Il limite superiore conviene per gli edifici di riguardo, come palazzi, ospedali, scuole, dove si vogliono ampie finestre per avere molta luce ed

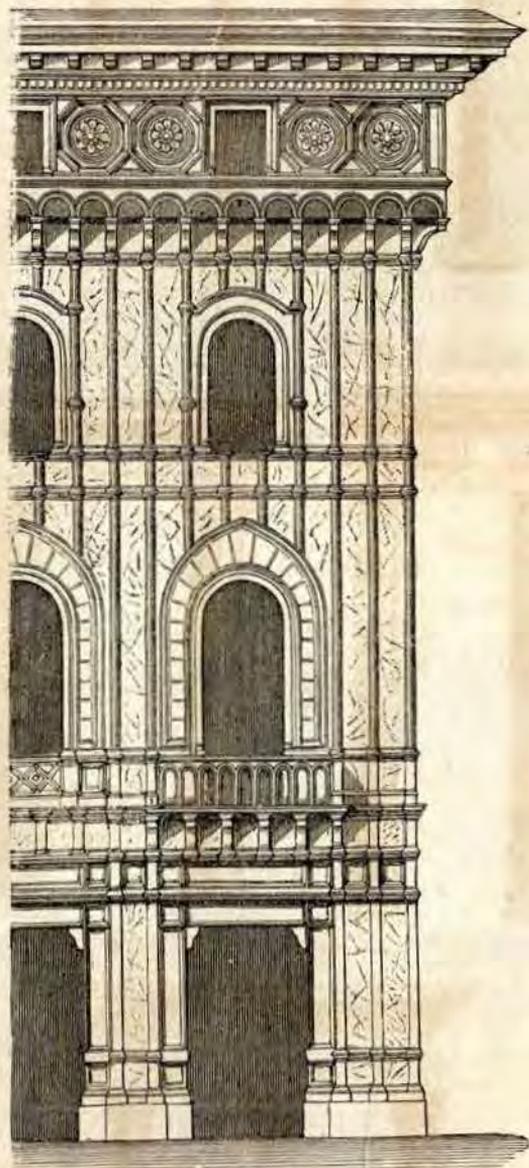


Fig. 316. — Porzione di facciata di un casino
(dai progetti del Promis).

energica ventilazione. Nelle case di comune abitazione convengono interassi minori e finestre non troppo larghe, sia perchè il costo dei serramenti (imposte, invetriate, scuri) e la spesa di loro manutenzione è assai maggiore di quello del volume corrispondente di muratura, sia perchè avvenendo nelle invetriate rapida trasmissione del calore ne deriva grande spesa per riscaldamento nell'inverno e difficoltà a ripararsi dal caldo nell'estate, sia perchè il prezzo unitario delle grandi invetriate è maggiore di quello delle piccole, sia ancora perchè coi piccoli interassi si ha la possibilità di avere ambienti di

diversa grandezza e tutti convenientemente illuminati chi da una, chi da due o più finestre. Un interasse di circa 3.40 si giudica assai conveniente per le case da pigione.

Per gli ospedali, pei palazzi privati, pei palazzi pubblici conviene assegnare alle finestre larghezza compresa fra 1.40 ed 1.60. Per le case da pigione e per le case operaje conviene una larghezza compresa fra 95 centimetri e m. 1.20. Non è poi necessario che le finestre di una stessa facciata siano della stessa larghezza, essendo anzi generalmente conveniente assegnare larghezza maggiore a quelle corrispondenti a piani di maggior importanza.

L'altezza delle finestre deve essere circa una volta e mezza la larghezza, ad eccezione dell'ultimo piano e dei mezzanini che possono avere altezza minore fino a riescire quadrate od anche colla maggiore dimensione orizzontale.

È regola imprescindibile che le mezzarie delle aperture nelle facciate esterne si corrispondano, cioè che si trovino sulla stessa verticale. Per le aperture interne questa corrispondenza non è necessaria, però è bene adottarla ogni qualvolta non porti inconvenienti di distribuzione nelle parti interne, perchè si ottiene una migliore ripartizione delle pressioni.

SPESORE DEI MURI MAESTRI, PERIMETRALI,
TRASVERSALI, ECC.

Lo spessore da assegnarsi ad un muro maestro, perimetrale, trasversale o longitudinale interno, dipende dalla sua altezza, dal peso trasmessovi dalle volte, dai solai e dal tetto, dalla sua lunghezza non che dalla distanza a cui si trova collegato con altri muri. Questi muri non si tengono di spessore costante dalle fondazioni al tetto, ma si rastremano d'ordinario ad ogni piano mediante riseghe praticate a pochi centimetri sotto i pavimenti dei diversi piani.

Ai muri perimetrali conviene uno spessore maggiore di quello dei muri interni, perchè i primi hanno generalmente un maggior numero di aperture, non risultano collegati che da una sol parte con altri muri, hanno la faccia esterna esposta alle intemperie, e specialmente se il fabbricato è a volti debbono resistere alle spinte esercitate dai medesimi, od almeno permettere un saldo collegamento alle chiavi in ferro che si adottano per eliminare quelle spinte, e talvolta sopportare tutto il peso del tetto.

Per le ordinarie case d'abitazione nelle quali i muri maestri distano fra loro da quattro a sei metri ed in cui l'altezza media dei piani (altezza totale dei muri perimetrali divisa pel numero dei piani) è compresa fra m. 4 e m. 4.20, se la muratura è fatta con buoni mattoni e buona malta, si può assegnare ai muri perimetrali, ad un dato piano sopra terra, tale spessore che, diminuito successivamente di una quantità costante r per ogni piano che sovrastano, si risulti ad avere all'ultimo piano spessore compreso fra 0.38 e 0.46; cosicchè detto S lo spessore del muro perimetrale ad un dato piano, n il numero dei piani sovrastanti a quello considerato, la condizione accennata si traduce nella seguente formula:

$$S = H + rn \dots (A)$$

Nella quale:

Pei muri in mattoni H si pone eguale a circa m. 0.42 cioè due volte la dimensione massima del mattone aumentata di un centimetro per la malta.

Pei muri in mattoni r si pone eguale a circa m. 0.12, cioè la dimensione media del mattone più un centimetro per la malta.

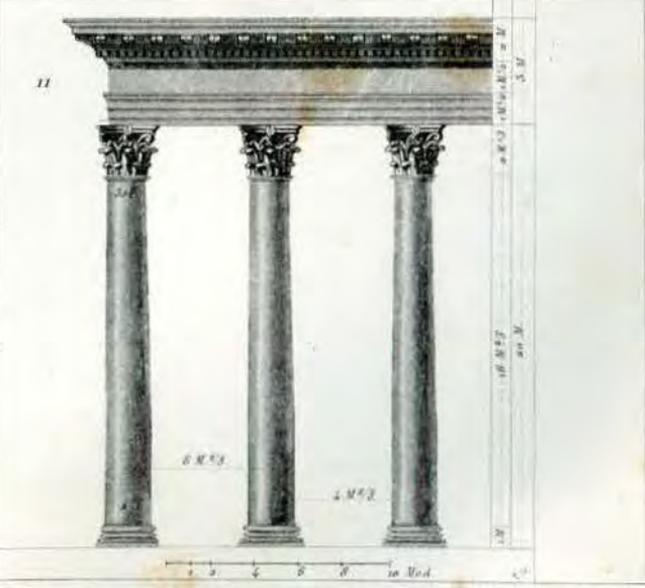
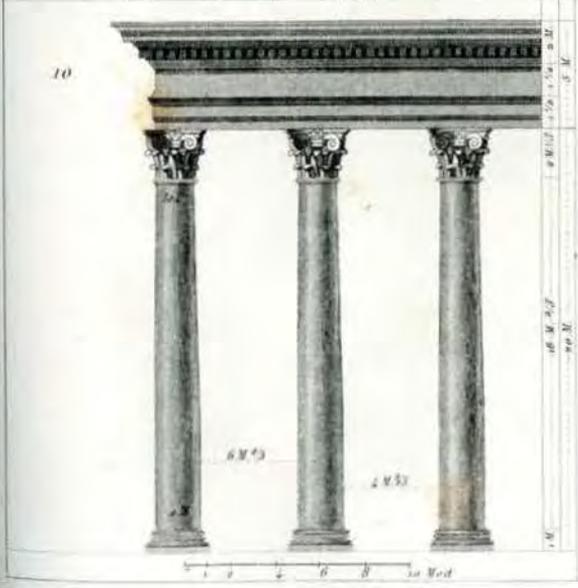
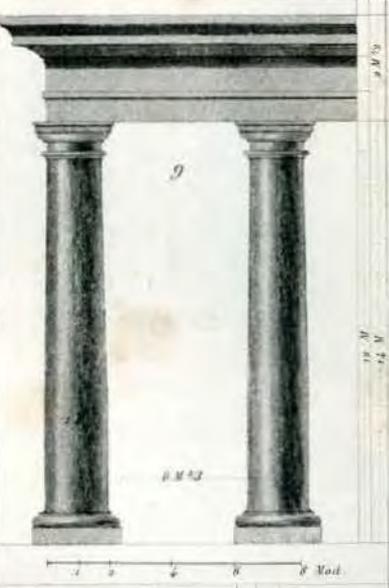
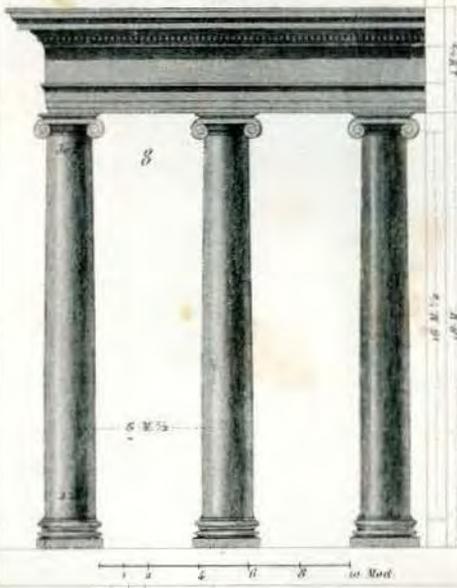
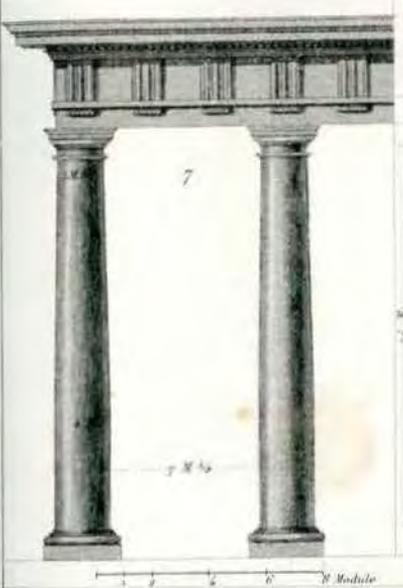
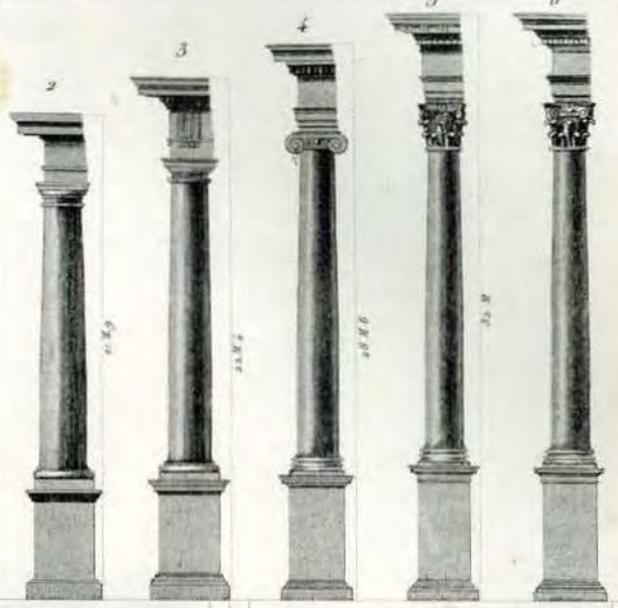
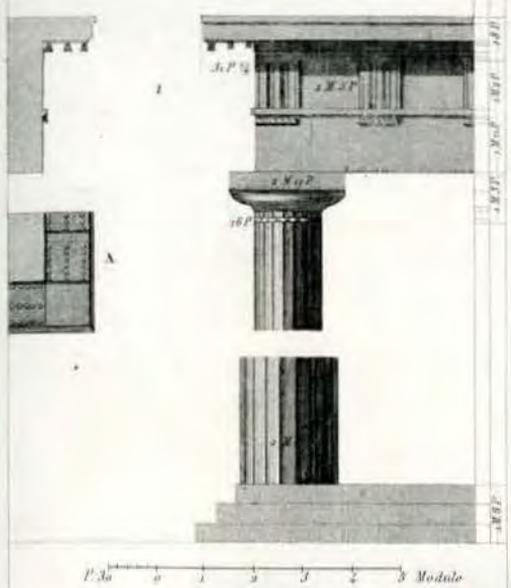


Fig. 1.

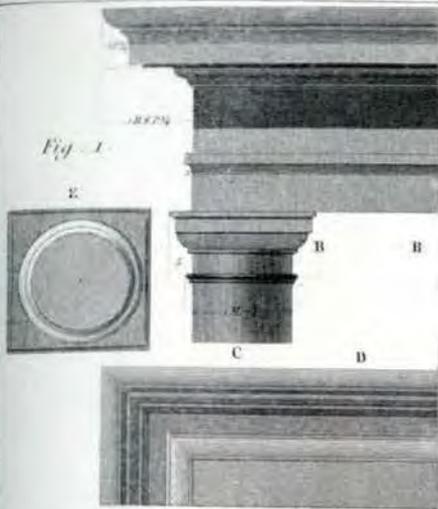


Fig. 2.



Fig. 3.

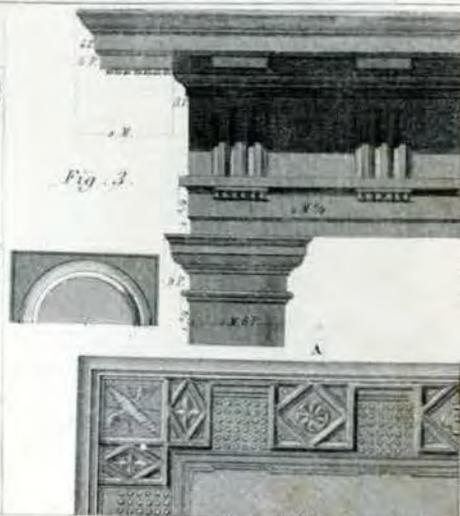


Fig. 4.

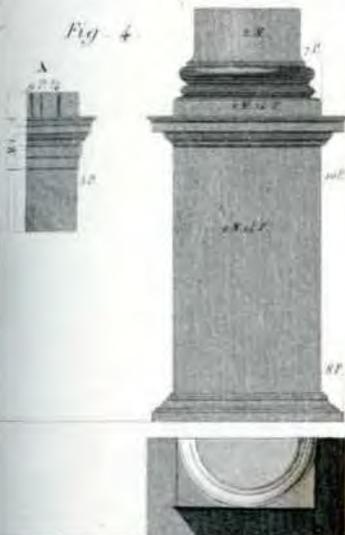


Fig. 5.

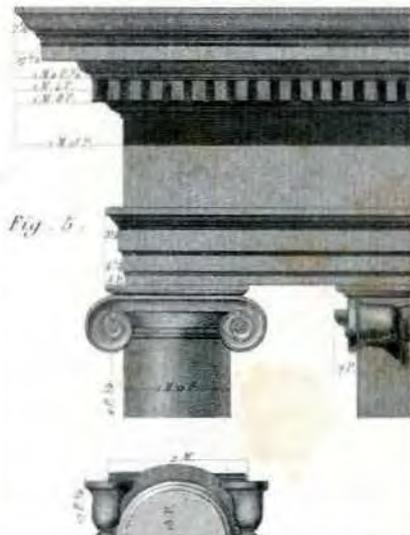


Fig. 6.



Fig. 7.

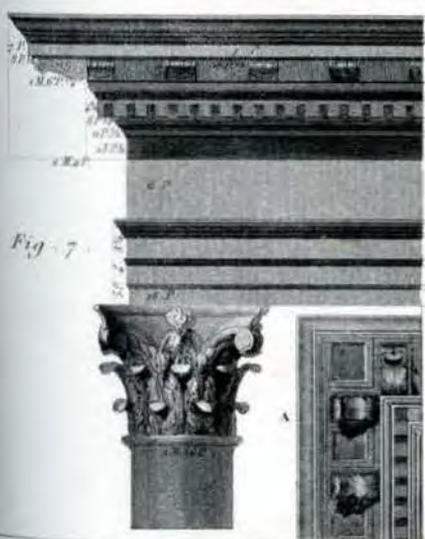


Fig. 8.



Fig. 9.



SOCIETA' DEGLI INGEGNERI
E DEGLI INDUSTRIALI
TORINO

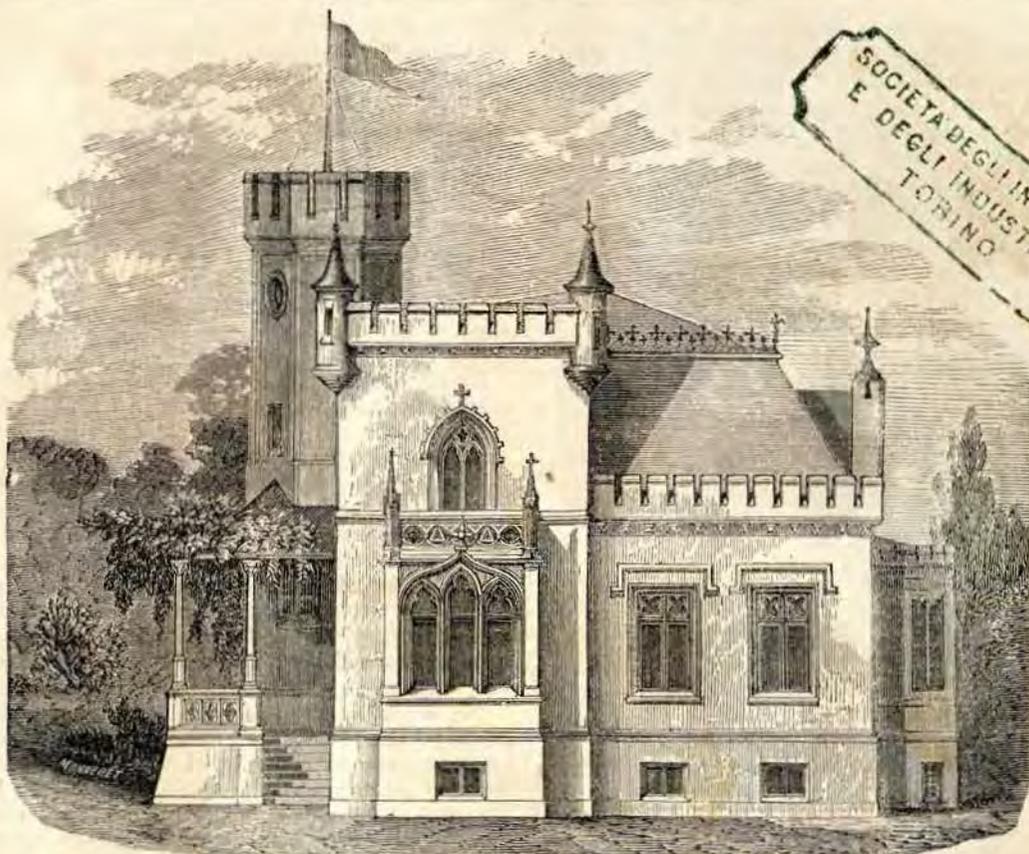


Fig. 317.

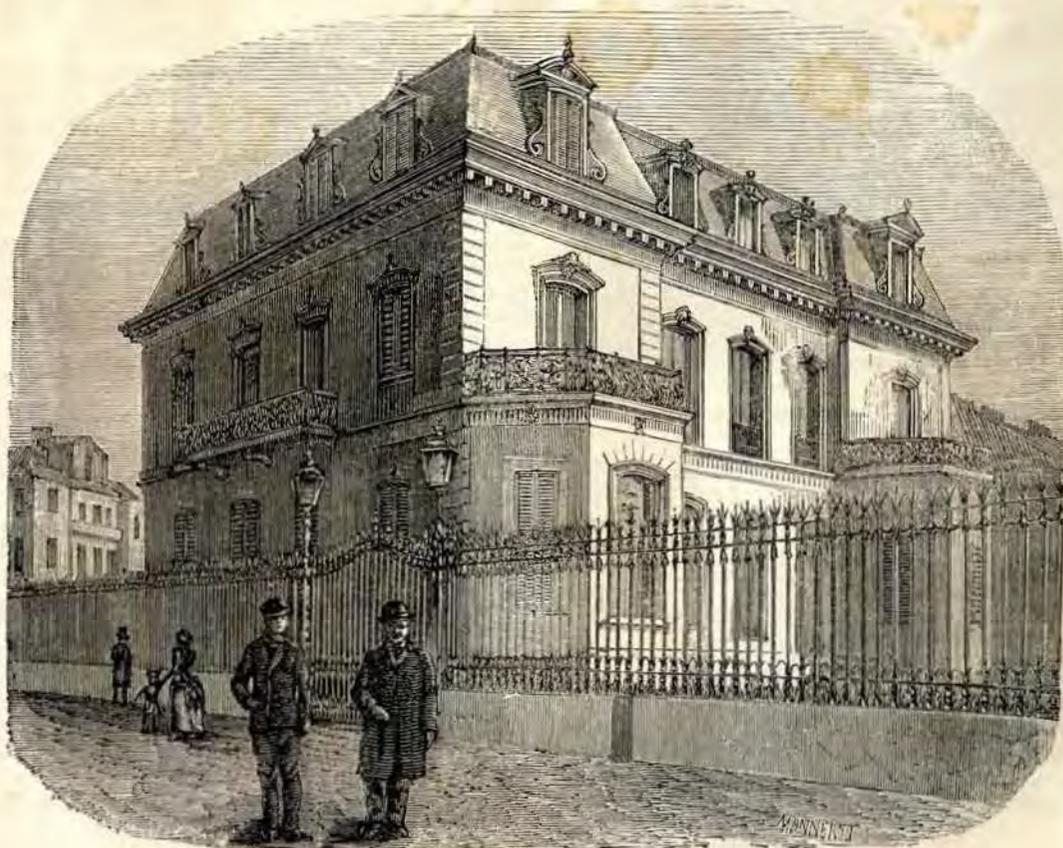


Fig. 318.

Pei muri di sassi, se la muratura è fatta con buona malta e con sassi disposti per strati piuttosto regolari, si possono assegnare a H ed r i valori ora indicati; se la muratura è un po' scadente, cioè fatta con sassi disposti non troppo regolarmente e la malta non sia della migliore, si potrà ritenere:

H compreso fra 45 e 50 centimetri
 r compreso fra 14 e 15 centimetri.

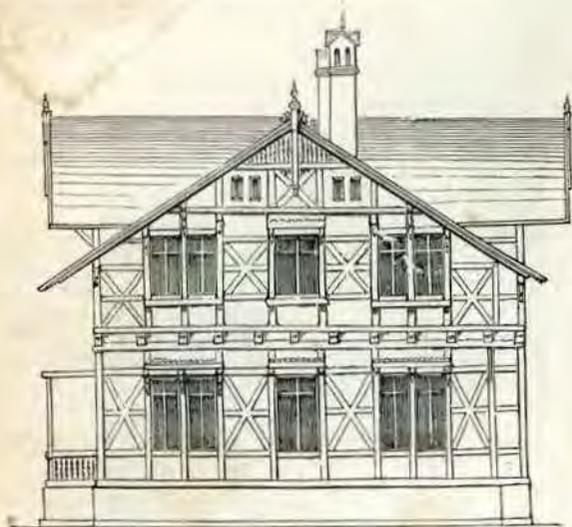


Fig. 319.



Pianta del piano terreno.

Pianta del primo piano.

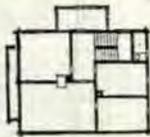


Fig. 320.

Quando esiste mezzanino, se l'altezza sua sommata con quella del piano sottostante non è superiore agli otto metri, si potrà sopporre, nella ricerca dello spessore dei muri, come formante un sol piano con quello sottostante; se detta somma supera gli otto metri converrà considerarlo come piano distinto.

Pei muri interni di sassi si può applicare la formola A ritenendo per H m. 0.45 e per r da m. 0.06 a m. 0.08, per quelli che non dovessero contenere canne da camino si può ridurre H a circa m. 0.36.

Pei muri interni in mattoni i quali debbano contenere canne da camino si assegnerà, in corrispondenza dell'ultimo piano, uno spessore di 40 a 45 centimetri, e si aumenterà di una testa di mattone, cioè di circa m. 0.12 ogni due piani, quindi detto S lo spessore del muro ad un dato piano; p il numero pari dei piani soprastanti a quello considerato; s dimensione media del mattone aumentata di un centimetro per la malta, cioè centimetri 12 circa, si ha:

$$S = K + sp.$$

Pei muri in mattoni K si tiene dai 42 ai 46 centimetri secondo la dimensione dei mattoni, ed anche solo 24 a 36 centimetri per quei muri nei quali non dovessero praticarsi canne da camino.

I muri perimetrali dei sotterranei si tengono più spessi di quelli del pian terreno di 12 a 25 centimetri a seconda della maggiore o minore bontà del materiale che si adopera. I muri trasversali e longitudinali si tengono 12 centimetri più grossi dei corrispondenti del pian terreno. Quando poi nel sotterraneo i muri interni sono sostituiti con pilastri, la minima loro dimensione di sezione retta deve superare di 25 a 36 centimetri lo spessore dei muri che sopportano.

Nel passaggio dal sotterraneo al pian terreno le riseghe dei muri perimetrali si possono tenere metà per parte. Le riseghe sopra terra dei muri perimetrali si tengono generalmente all'interno. In certi casi però, e specialmente quando il fabbricato è decorato con ordinanze, risulta conveniente tenere le riseghe all'esterno.

I muri maestri interni si rastremano da ambe le parti ad eccezione di quelli che formano la gabbia della scala, i quali si rastremano da una sol parte, cioè verso l'esterno della gabbia.

SOTTERRANEI, LORO DIMENSIONI IN CITTÀ, IN CAMPAGNA. CANTINE, CONDIZIONI PER AVERE UNA BUONA CANTINA, PER EVITARE L'UMIDITÀ. CANTINA CON BOTTIGLIERIA PEI GRANDI ALBERGHI, PER GLI SPACCI DI VINO.

I sotterranei in città sono d'ordinario destinati ad uso di magazzino per la legna, per il vino, per la birra, per sostanze alimentari, e qualche volta anche ad uso di cucina, di laboratorio, di caffè, di birreria. Alcuni scompartimenti poi si riservano per collocare gli apparecchi di riscaldamento.

Quelli destinati a magazzino ed a cucina possono avere altezza compresa fra m. 3 e m. 3.5.

Quelli destinati a birreria, caffè od officina dove si raccolgono gran numero di persone vogliono un'altezza dai 4 ai 6 metri ed anche più; ad es., il sotterraneo della galleria dell'industria subalpina a Torino, ove è presentemente il caffè Romano, ha il pavimento a m. 6.60 sotto quello della galleria; misura dal pavimento al punto culminante dell'intradosso degli arconi m. 6.20 e la linea d'imposta di questi arconi si trova a m. 3.20 dallo stesso pavimento.

Nelle case di città le dimensioni orizzontali dei sotterranei sono conseguenze di quelle convenienti ai piani sopra terra; nelle case agricole ben di frequente le dimensioni, che richiedono le cantine per ben allogarvi le botti e rendere facile il servizio e le riparazioni, determinano quelle dei piani sopra terra.

Alcune volte la scelta stessa della località da impiantare

tare la casa rurale è subordinata alla condizione di avere una buona cantina.

La cantina sia, per quanto è possibile, lontana dalle strade carreggiabili molto frequentate e dalle officine, essendo constatato che il rullo dei carri e delle carrozze ed i colpi ripetuti determinano un tremolito nel terreno che può riuscire dannoso alla buona conservazione del vino.

Le cantine debbono essere asciutte, con sufficienti aperture onde ottenere una conveniente ventilazione perchè non abbiano ad ammuffire le botti e trasmettere cattivo gusto al vino, e perchè non si abbia a condensare l'acido carbonico durante la fermentazione del vino, che può riuscire fatale alle persone incaricate della sorveglianza. Quest'ultimo inconveniente però si può in parte

evitare coll'adottare il sistema della fermentazione a botte chiusa e comunicante mediante un sifone con un recipiente contenente acqua.

Le cantine dove si conserva o si fabbrica il vino debbono essere fresche e mantenere una temperatura costante fra 12 e 14 gradi. Bisogna procurare che le fogne e le latrine siano lontane o almeno costrutte in modo che non si verifichino delle infiltrazioni o emanazioni gaseose da viziare l'aria. L'aria viziata favorisce o determina il deterioramento del vino.

Se il terreno che costituisce il suolo della cantina è asciutto e resistente basterà regolarizzarlo e renderlo orizzontale. Se invece è cedevole ed umido bisognerà costiparlo e formare una platea di buon calcestruzzo alta dai 15 ai 25 centimetri. Se poi il terreno è ecces-

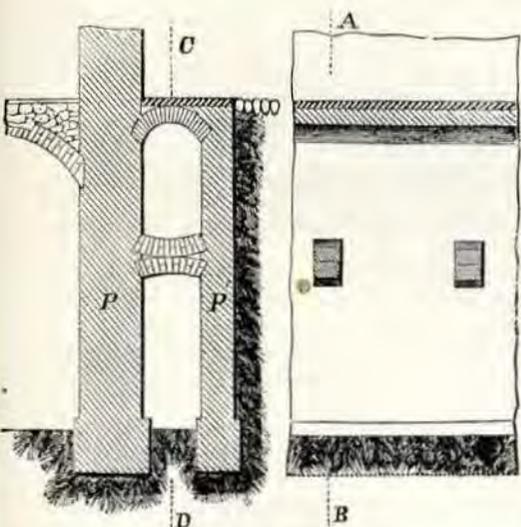


Fig. 321.

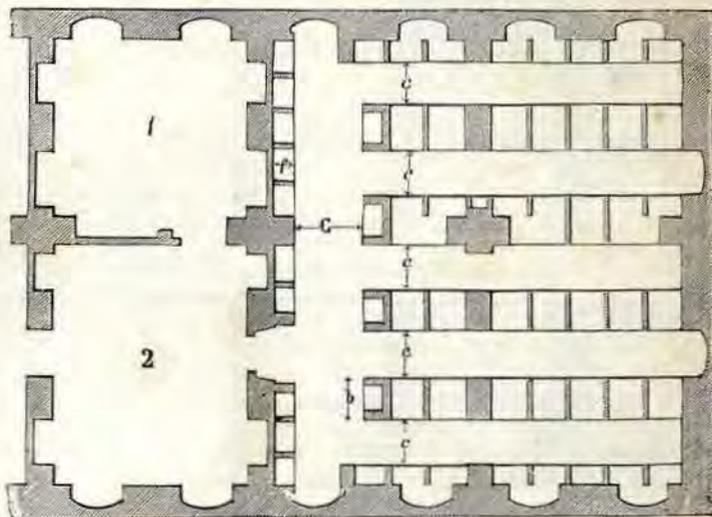


Fig. 322.

sivamente cedevole si dovrà costruire su quello strato di calcestruzzo un vólto rovescio con buoni mattoni e buona malta idraulica con spessore costante di 12 a 24 centimetri. La saetta di questo vólto si tenga da un venticinquesimo ad un quarantesimo della corda.

Se il sotterraneo deve servire per cucina, per laboratorio o per luogo di convegno, si formerà sul calcestruzzo un pavimento più regolare col distendervi sopra uno strato di asfalto o di cemento, a meno che non si giudichi addirittura opportuno di lastrarlo o farvi un regolare pavimento con quadrelle laterizie, o di cemento, o con tavolato in legno.

Per opporsi all'umidità che può essere trasmessa dal terreno ai muri perimetrali, conviene rivestire le pareti contro terra con buona malta di cemento (tre parti in volume di cemento e due di sabbia), ed è buona pratica rivestirne anche le pareti interne; alcuni suggeriscono di rivestirle con uno strato d'asfalto.

In certi casi si potrà anche ricorrere al costoso ma efficacissimo espediente di lasciare fra i muri perimetrali del sotterraneo ed il terreno un'intercapedine (fig. 321) larga da m. 0.60 a 0.80 sostenendo il terrapieno con muriccio di 24 a 36 cent. di spessore, rinforzato da archi e contrarchi a circa metà della sua altezza. A questi archi basterà assegnare spessore di 12 a 24 centimetri con larghezza da 24 a 36 centimetri, tenendoli spazati da asse ad asse circa due metri. Un voltino a botte a tutta monta con spessore di 12 centimetri servirà a co-

prire l'intercapedine e ridotto superiormente in piano con rottami, servirà a dar appoggio alle lastre costituenti il marciapiede. Opportuni spiragli lasciati nel vólto procureranno una buona ventilazione all'intercapedine, che preserverà dall'umido i locali sotterranei.

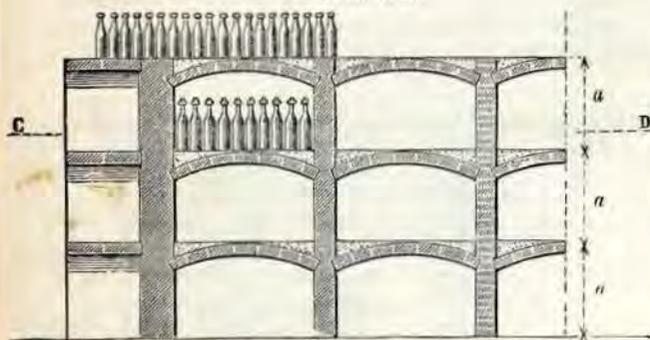
Sia nelle case rurali che nelle case civili alcuni scompartimenti dei sotterranei sono destinati a conservare vino imbottigliato, anzi questi scompartimenti in casi speciali, come avviene nei fabbricati ove si trovano alberghi, trattorie, spacci di vino, caffè, ecc., possono assumere grande importanza. Il locale destinato a bottigliera è bene che sia piuttosto scuro, ritenendosi che la luce faccia perdere alcuni pregi ai vini. I ripiani per collocarvi le bottiglie possono essere formati da lastre di pietra di circa 5 o 6 centimetri di spessore, sostenute da mensole di pietra incastrate per circa 20 centimetri nel muro, e spaziate l'una dall'altra di un metro circa. Le mensole possono avere sezione retta rettangolare col lato maggiore verticale di circa 15 centimetri, col lato orizzontale di circa otto centimetri. I ripiani sporgono dal muro di circa 60 centimetri. Il primo ripiano verso terra si trovi a circa 0.70 dal pavimento, la distanza verticale fra i due piani successivi sia di circa 0.60.

In vicinanza della bottigliera converrà avere un altro locale bene illuminato per imbottigliare il vino e per lavare e riporre le bottiglie vuote.

Più economico torna il sistema delle celle ottenute con muricci e voltini in mattoni. Nelle fig. 322, 323 ho

rappresentato un locale sotterraneo con una disposizione di questo genere. Gli ambienti 1 e 2 (fig. 322) servono ad imbottigliare il vino e riporre le bottiglie vuote, i locali di sinistra sono quelli che costituiscono la così detta bottiglieria. Abbiamo in essi quattro file intermedie di celle aventi profondità b di circa m. 1.20 e spaziate fra loro di una quantità c pure eguale a circa m. 1.20. Si accede ai diversi scompartimenti dal passaggio principale C largo circa m. 1.80. Si hanno poi altre file di celle addossate ai muri di profondità f eguale a circa m. 0.60.

Sezione A B.



Sezione C D.

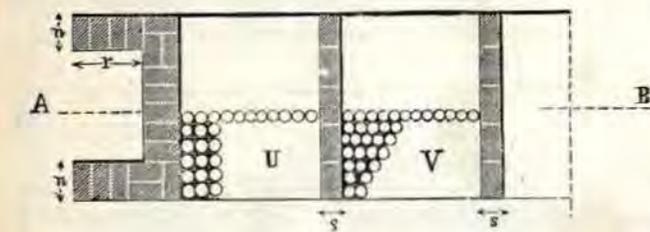


Fig. 323.

Ciascuna fila (fig. 323) consta di muricci paralleli con spessore s di circa 12 centimetri che sorgono dal suolo a distanza di circa m. 1.06 da mezzo a mezzo. Fra questi muricci sono gettati dei voltini con mattoni di quarto e malta idraulica aventi saetta di circa 10 centimetri cioè circa $\frac{1}{10}$ della corda. Si possono così ottenere dei ripiani d'altezza a di circa 70 centimetri. Se i voltini estremi non s'impostano a muri maestri del fabbricato, alle estremità invece dei muricci bisognerà mettere dei muri con 50 o 60 centimetri di spessore, oppure, come si è indicato nel particolare, un muro di solo 24 centimetri, ma presentante due speroni di spessore a pure di 24 centimetri, e sporgenti di una quantità r di circa 50 centimetri. Nello spazio compreso fra questi speroni si possono stabilire dei ripiani o con voltini o con lastre di pietra.

In ciascuna cella si possono alloggiare da 120 a 140 bottiglie secondo che si dispongono nel modo indicato in U oppure nel modo indicato in V. Cosicché nel locale in questione, che misura circa 132 metri di superficie, si possono disporre da 20 a 25 mila bottiglie.

CENNO DELLE VOLTE CONVENIENTI AI DIVERSI SCOMPARTIMENTI DEI SOTTERRANEI — SPESSORE DA ASSEGNARSI ALLE MEDESIME.

I sotterranei si coprono generalmente con volte, perchè i solai sia in legno sia in ferro sarebbero al piano terreno troppo soggetti a deterioramento per causa del-

l'inevitabile umidità che dal più al meno si ha sempre verso terra.

La solidità e l'economia suggeriscono di scegliere per coprire i sotterranei volte semplici e di facile costruzione, di tenerle preferibilmente a tutta monta. Quando il sotterraneo non ha grande altezza il volto a tutta monta ha l'inconveniente di avere linee d'imposta molto basse, per cui non si possono collocare le botti in vicinanza del muro e farebbe duopo ricorrere per ottenere aperture di sufficiente altezza ad unghie, la costruzione delle quali porta maggior dispendio delle semplici volte a botte; quindi piuttosto che tenere le linee d'imposta ad altezza minore di due metri, converrà tenere il volto a tutta monta depressa, la saetta non sia però mai minore di $\frac{1}{6}$ della corda.

Gli scomparti di pianta rettangolare, parallelogrammica o trapezia si coprono usualmente con volte a botte munite all'occorrenza di unghie in corrispondenza delle aperture che mettono in comunicazione i diversi scompartimenti o che immettono luce nel sotterraneo.

Gli scomparti di pianta quadrata o rettangolare od a poligono regolare si possono anche coprire con volte a vela.

Le figure poligonali si coprono con volte a padiglione od a crociera, quelle circolari od ellittiche con volte a bacino e come nelle volte a padiglione si sostituiscono alcune porzioni con unghie.

Le volte dei sotterranei che non devono sopportare straordinari carichi si possono tenere, se la loro corda è inferiore ai quattro metri, con spessore costante di m. 0.12 dall'imposta alla chiave; se la corda supera i quattro metri converrà costruirli con riseghe di 12 centimetri. Per corde comprese fra quattro e sei metri si farà un solo ordine di riseghe, cosicché il volto avrà 12 centimetri di spessore alla chiave e 24 centimetri all'imposta; per corde comprese fra sei ed otto metri si farà doppio ordine di riseghe, per modo che il volto avrà 12 centimetri alla chiave, 24 centimetri alle reni, 36 centimetri all'imposta. La precisa posizione da assegnare alle riseghe si è indicata nell'articolo ARCO, VOLTA, a pag. 553, ragionando sulle figure 519 e 520.

Per le volte dei sotterranei che dovessero sopportare grandi pesi, come sono, ad esempio, quelle sottostanti agli androni carrai e quelle sottostanti a magazzini per deposito di piombi, di ferri od altri materiali pesanti, si aumenteranno di 12 centimetri gli spessori indicati.

Gli scompartimenti sottostanti a locali talmente ampi da contenere un circolo di diametro superiore ad otto metri conviene nel maggior numero dei casi suddividerli in altri più piccoli mediante pilastri o colonne; queste si collegano fra loro e coi muri circostanti mediante arconi, e con volti si ricoprono i vani rimanenti. Ai pilastri si potrà assegnare sezione quadrata con lato variabile da metri 0.40 a metri 0.80 secondo la minore o maggiore loro distanza. Quando poi fosse necessario di tenere gli scomparti del sotterraneo colla stessa ampiezza dei locali soprastanti, si dovrà far ricorso a robuste volte a fascioni del genere di quelle indicate nell'articolo ARCO, VOLTA a pag. 568 e 569, nelle figure 571-574. Lo spessore degli arconi sia 12 centimetri in più di quello delle volte che ad essi si appoggiano. La loro larghezza può variare da 40 ad 80 centim. A motivo delle interruzioni che si lasciano nei muri perimetrali ed interni per dar luce o per mettere in comunicazione i diversi scompartimenti o perchè a due, tre o più ambienti del pianterreno deve corrispondere un solo ambiente nel sotterraneo, occorre di avere a sostenere i muri maestri con piattabande, con archi ed arconi. A questi archi ed arconi si dovranno

assegnare spessori maggiori di quelli sopra indicati per gli archi che hanno semplice ufficio d'incartare il volto. Gli spessori confacenti al caso si possono ricavare dalla tabella riportata a pagina 552 dell'articolo ARCO-VOLTA, oppure applicando le seguenti formole proposte dal Rondelet, nelle quali:

x rappresenta in metri la grossezza da assegnarsi all'arco, alla chiave,

r il raggio dell'intradosso pure espresso in metri.

Per un arco circolare a tutta monta

$$x = 0^m.24 + 0.10 r$$

Per un arco circolare a monta depressa con ampiezza di 90°

$$x = 0^m.24 + 0.07 r$$

Per un arco circolare a monta depressa con ampiezza di 60°

$$x = 0^m.24 + 0.05 r.$$

Per archi di ampiezza compresa fra 60° e 90° si assegnano spessori intermedi a quelli ricavati colle due ultime formole.

Per gli archi aventi per direttrice una semiellisse col'asse maggiore orizzontale si può adottare la seconda formola ponendo per r il raggio di curvatura dell'ellisse nel punto più alto, che è dato dalla formola $r = \frac{c^2}{m}$, nella quale c è la semiassa maggiore dell'ellisse, ed m la monta.

Gli spessori registrati nell'indicata tabella e quelli che si deducono dalle formole del Rondelet valgono per materiali di media resistenza, se si adoperano buoni mattoni e buona malta si possono diminuire, per gli archi di portata superiore ai tre metri, da 6 a 12 centimetri.

D'ordinario nei fabbricati civili l'arco si tiene di spessore costante, qualche volta e specialmente per quelli di corda superiore ai cinque metri e che devono sopportare peso considerevole, si aumenta dalla chiave all'imposta praticando una o due riseghe come si è sopra indicato nei volti. Quando la fronte dell'arco è a paramento si estradossa a risalti (vedi figura 481 dell'articolo ARCO, VOLTA), ed in questo caso bisogna procurare che non risulti in nessun punto di spessore minore di quello che si è indicato conveniente per la chiave.

Le stesse formole servono anche a determinare gli spessori degli archi che sostengono i muri maestri nelle fondazioni a pozzi e di quelli che lanciati da pilastro a pilastro o dai pilastri al muro nelle case con portici al pian terreno, sostengono i soprastanti muri perimetrali e trasversali.

In questo caso però fa duopo elidere le spinte mediante chiavi in ferro, adottando fra le disposizioni indicate nelle figure 435 a 442 del volume primo all'articolo ARCO, VOLTA quelle che si crederanno più opportune.

Quando, per essere gli archi posti in circostanze eccezionali di portata e di sovraccarichi, possa nascere dubbio che le dimensioni ricavate colle formole siano insufficienti, si può ricorrere a quei metodi di verifica che la scienza suggerisce.

Per gli spessori convenienti alle piattabande vedi articolo ARCO, VOLTA, pag. 551.

Sull'estradosso dei volti dei sotterranei, per ottenere un piano orizzontale si impiega terra o meglio sostanze leggere, come rottami di fabbrica, carbone, e dove si trova a buon mercato, pietra pomice.

Su questo materiale ben compresso e regolarizzato si forma il pavimento in quadrelle laterizie, di cemento, di marmo od in mosaico.

Quando si vuole il pavimento in legno non è più necessario di fare il riempimento, si costruiscono sul volto

dei muricci larghi 24 centimetri, spazati fra loro circa 2.30, e limitati superiormente da un piano orizzontale a tale livello da poter raggiungere con travi aventi i lati di sezione retta di circa m. 0.16 collocati su quei muricci, un piano orizzontale che superi di qualche millimetro il livello del punto culminante dell'estradosso.

Queste travi si tengono spaziate fra loro circa m. 2.50.

Su esse travi si dispongono, per file parallele spaziate da asse ad asse di 0.50 circa e si fermano con chiodi, dei travicelli con lato della sezione retta di circa 0.10, i quali servono alla loro volta a fissare il tavolato costituente il palchetto.

Questo tavolato è formato d'ordinario con tavole larghe circa 0.22, unite a scanalatura e linguetta (vedi articolo CONNESSURE, vol. II, fig. 266), e qualche volta nei palchetti di lusso, mediante l'unione pure a scanalatura e linguetta di gran numero di pezzi di tavole di legno di diverso colore e di conveniente forma, si ottengono svariati ed eleganti d'segni.

TRAMEZZE DEI SOTTERRANEI.

I sotterranei nelle case da pigione devono presentare almeno tanti scompartimenti quanti sono gli appartamenti ed un passaggio che metta in diretta comunicazione ciascun scompartimento colla scala. Questo passaggio nei corpi doppi si ottiene generalmente lateralmente al muro longitudinale mediano MM (vedi fig. 328) mercè un muriccio m parallelo e distante dal medesimo di circa un metro.

Il muriccio può farsi con solo 12 centimetri di spessore, però ai lati delle porte si porterà a 24 centimetri mediante speroni, per potere saldamente fissarne gli arpioni, e perchè le imposte di queste porte che sono generalmente ad un sol battente e devono, per ragione di sicurezza e per resistere all'azione dell'umido, avere considerevole spessore, riescono assai pesanti e nel chiudersi possono provocare tali scosse da rovinare il muriccio qualora non fosse rinforzato dagli speroni.

Alle porte dei sotterranei per case da pigione conviene una larghezza compresa fra 0.90 ed 1.20 ed altezza fra 2.30 e 2.80.

FINESTRE DEI SOTTERRANEI, VARI TIPI A SECONDA DELLE CIRCOSTANZE.

Per illuminare i sotterranei si adottano, a seconda dei casi, disposizioni diverse.

Le fig. 324-329 che rappresentano le principali disposizioni, le ho disegnate in iscala ed in modo da potersi rilevare sia in elevazione che in sezione la disposizione e direi quasi il numero dei mattoni (fa solo eccezione nella sezione A-B della fig. 328 la parte in elevazione nella quale per isbaglio dell'incisore i mattoni avrebbero dimensioni doppie di quelle ordinarie e urgendo la pubblicazione non ci fu possibile di farla rifare), cosicchè su quest'argomento dirò solo ciò che dalle figure abbastanza non emerge.

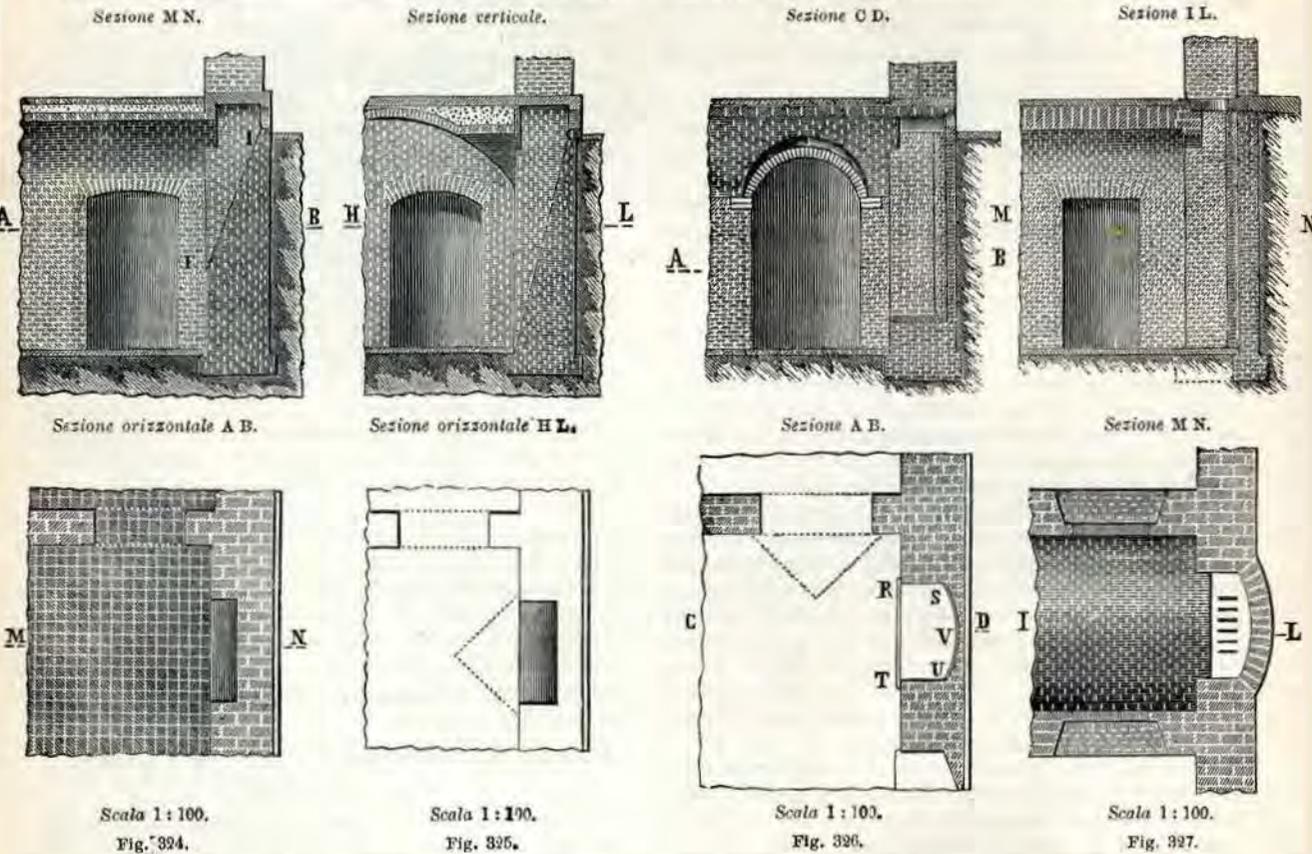
Le disposizioni più comuni sono quelle rappresentate nelle fig. 324, 325, consistenti in aperture praticate nello zoccolo in corrispondenza delle finestre del pian terreno, rastremando in corrispondenza di queste aperture il muro del sotterraneo a cominciare da un livello non maggiore di un metro e mezzo o addirittura dal suolo come nella fig. 325. La rastremazione sia fatta in tal modo che il muro assuma superiormente al livello I della finestra uno spessore di circa 12 centimetri. Se il volto è a botte con generatrici normali al muro perimetrale in cui è praticata la finestra, si adotterà per esso in corrispondenza dell'apertura la disposizione rappresentata nella

fig. 324. Se il vólto del sotterraneo è a padiglione od a botte colle generatrici parallele al muro in cui è situata l'apertura, bisognerà praticare un'unghia adottando la disposizione rappresentata nella figura 325. In questa l'unghia è a generatrici orizzontali; talvolta conviene di tenerla con generatrici inclinate, in basso, verso l'interno del sotterraneo.

Una seconda disposizione consiste nel ridurre in corrispondenza della finestra praticata nello zoccolo lo spessore del muro in modo da presentare una rientranza limitata ai lati (fig. 326) da due piani verticali RS, TU normali al muro di fronte e da una superficie cilindrica

UVS, a generatrici verticali e a direttrice orizzontale concava verso l'interno del sotterraneo. Il minor spessore in V sia almeno di 12 centimetri e la saetta dell'arco sia circa un settimo della corda. Il muriccio può anche tenersi alquanto sporgente sul profilo esterno del muro perimetrale assegnandogli uno spessore costante di 12 a 24 centimetri per modo che risulti limitato da due superficie cilindriche concentriche (fig. 327).

La dimensione orizzontale di queste finestre varia a seconda dei casi da 70 centimetri ad un metro. La dimensione verticale dipende dall'altezza dello zoccolo e dal livello interno del pavimento relativamente a quello



esterno; alcune volte quest'altezza non è che di 20 centimetri, più spesso dai 30 ai 50 centimetri. Quando poi il pavimento del pian terreno sia molto in rialzo su quello esterno, si possono assegnare dimensioni maggiori.

Nel fissare il livello del pavimento del pian terreno quando il suolo che circonda il fabbricato è in pendenza bisogna aver riguardo anche all'illuminazione dei diversi scompartimenti del sotterraneo e procurare, se è possibile, che ciascun scompartimento riceva luce diretta almeno da una finestra.

Il ciglio inferiore della finestra deve essere più o meno rilevato sul marciapiede a seconda del maggiore o minore pericolo che l'acqua esterna possa introdursi nel sotterraneo.

Per dar luce ai locali posti sotto gli androni serve la disposizione rappresentata nella fig. 327. Invece di una finestra nello zoccolo abbiamo un'apertura nel pavimento in corrispondenza del muro longitudinale, munita di robusta inferriata o coperta con lastrone, a trafori, in pietra. In questo caso il muriccio ad arco si tiene sporgente dal profilo esterno oppure si adotta una disposi-

zione analoga a quella indicata nella sezione A B della fig. 326. In ogni caso bisogna procurare che i fori del lastrone di coperta non siano intersecati dal piccolo rialso che forma il battente inferiore dell'imposta.

Siccome con quest'ultima disposizione piove nei sotterranei maggior luce, così è che si adotta spesso volte a luogo delle precedenti verso l'interno dei cortili o verso la strada pubblica colà dove non è vietato dalle prescrizioni locali anche negli scomparti del sotterraneo non sottostanti all'androne. Anzi in questo caso (fig. 328) si può dare all'apertura una larghezza RT assai grande fino a due e più metri. L'arco UVS si tiene con saetta maggiore del settimo della corda e talvolta anche semicircolare. Però quando l'apertura supera i metri 1.20 riescendo troppo costosa la copertura con un sol lastrone traforato come è indicato nella figura 328, si riduce la sezione coprendo una parte del vano con una porzione di volta a bacino.

In corrispondenza delle porte munite d'uno o più gradini si adatterà una disposizione analoga a quella rappresentata nella fig. 329.

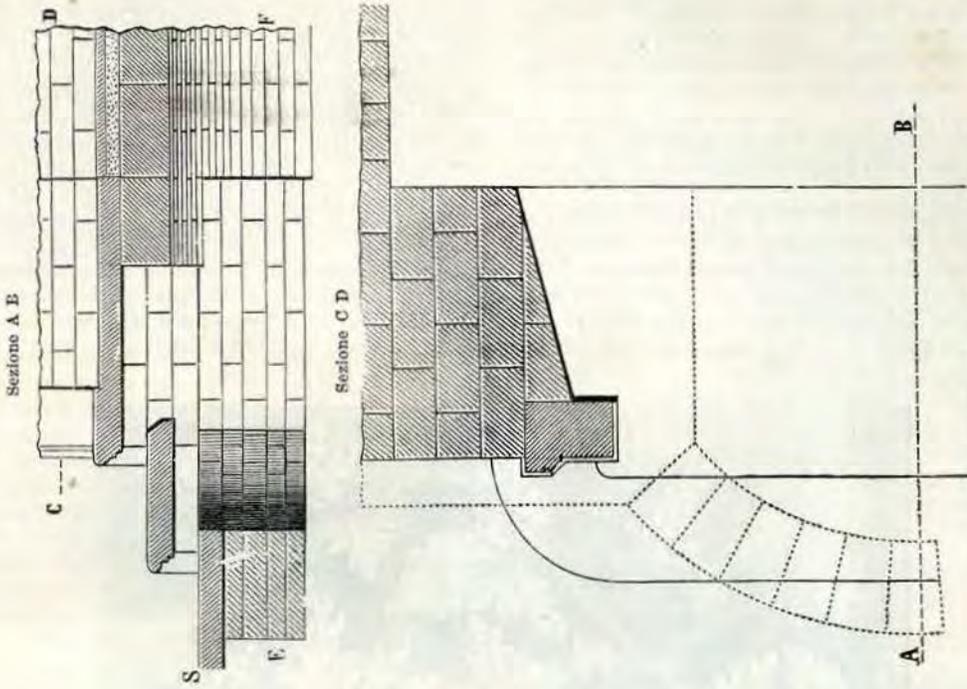


Fig. 329. — Scala 1 : 20.

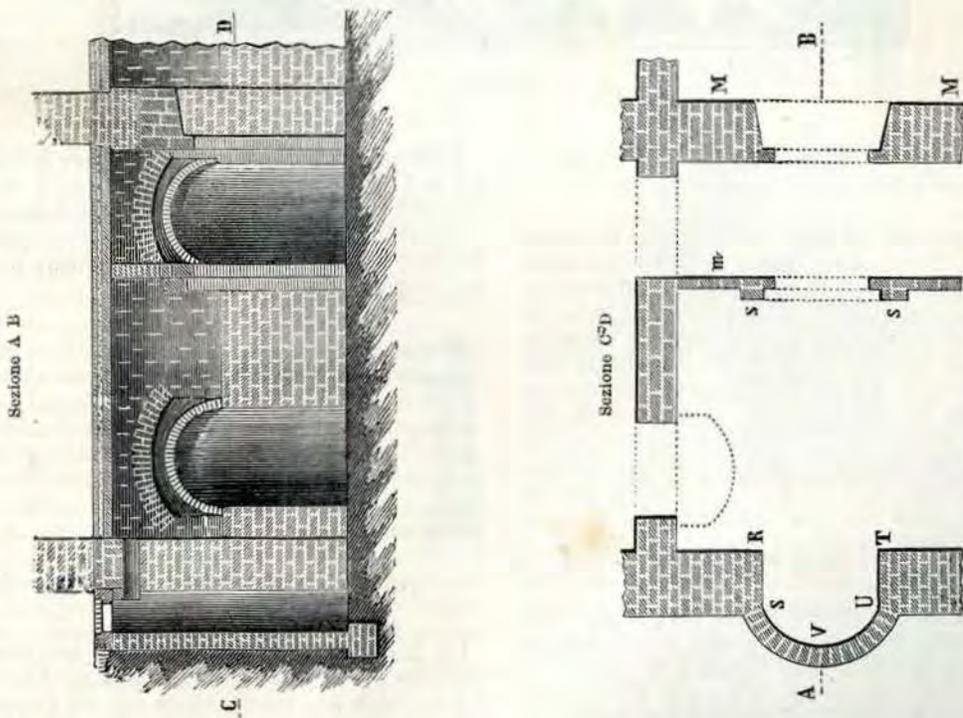


Fig. 328. — Scala 1 : 100.

In questa si ha in S una porzione del marciapiede posto al livello del suolo stradale con una pendenza verso il mezzo della via di circa $\frac{1}{50}$; le punteggiate nella sezione CD stanno a rappresentare il profilo della sezione orizzontale nei muri del sotterraneo determinata col piano EF. Come si vede, la luce s'introduce nel sotterraneo per aperture praticate nelle alzate dei gradini.

I sotterranei siti sotto i portici o sotto gallerie coperte a vetri s'illuminano talvolta mediante aperture circolari praticate nel volto, che si muniscono d'inferriate e di robusto vetro.

Il regolamento edilizio di Torino permette di stabilire lucernai orizzontali sotto i portici ed anche lungo i marciapiedi, ma nei soli casi in cui non vi sia modo d'illuminare altrimenti i sotterranei; richiede che i vani delle inferriate o i fori delle pietre non siano superiori ai centimetri 4.5 se circolari e larghezza non maggiore di

2 centimetri se d'altra forma. Esse devono essere fisse e non inoltrarsi sulla via oltre a 30 centimetri dal filo dello zoccolo. Pei lucernai o finestre destinate ad illuminare sotterranei serventi a deposito di materie combustibili, siano esse negli zoccoli o nei marciapiedi, dovranno essere munite di graticella di filo metallico, il vuoto delle cui maglie non sia maggiore di un centimetro quadrato.

Per alcune delle inferriate delle finestre negli zoccoli conviene adottare tale disposizione che si possano all'occorrenza aprire e chiudere per poter introdurre nel sotterraneo con maggiore speditezza legna, carbone, ecc.

Altrevolte le finestre dei sotterranei si muniscono di imposte semplici o di imposte a vetri per ventilare più o meno o per dare più o meno luce al sotterraneo.

Per le finestre dei sotterranei dei fabbricati sontuosi si usano talvolta a luogo delle inferriate delle lastre di pietra lavorate a trafori e più o meno ornate (fig. 330).

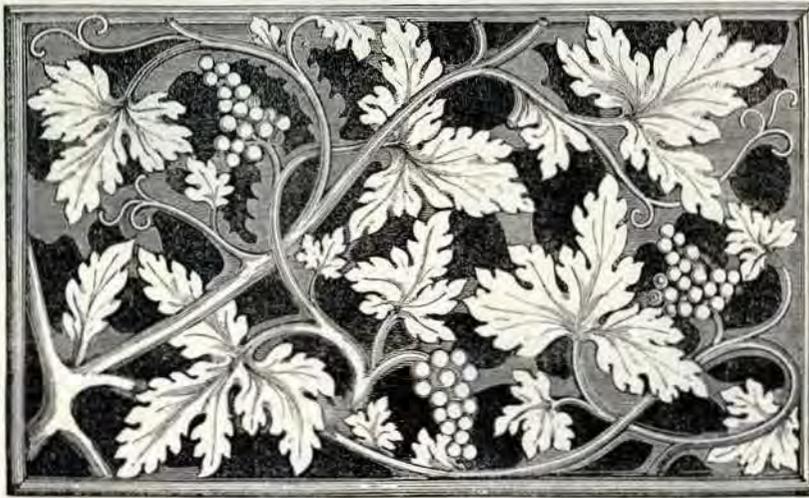


Fig. 330.

PORTONI — PORTONCINI — ANDRONE — ATRII FINESTRE DEL PIANO TERRENO. SCALE.

Il portone principale si stabilisce d'ordinario sul mezzo della facciata. Quando serie ragioni di distribuzione non permettano una tale disposizione, si possono collocare due portoni simmetrici rispetto all'asse della medesima, e uno di essi può essere flauto. Per ottenere una completa illusione alcuni applicano al portone finto vere imposte di legname munite di tutte le ornamentazioni adottate per le imposte del portone vero; quest'ultima disposizione è assai dispendiosa e da seguirsi solo in casi specialissimi, meglio essendo e specialmente per le case economiche abbandonare affatto la simmetria quando ciò porti ad ottenere una migliore distribuzione ed utilizzazione degli ambienti interni. Sta poi nell'abilità dell'architetto di far sì che quella dissimmetria del portone non riesca tanto sentita.

Nei grandi fabbricati accanto al gran portone conviene talvolta praticare delle portine perchè sia possibile il passaggio contemporaneo delle vetture e dei pedoni.

I portoni che debbono servire d'ingresso alle vetture ed ai carri debbono avere larghezza non mai minore di m. 2.30, meglio si è tenerle da m. 2.50 a 2.80 e si porta anche a tre e più metri nei palazzi e negli stabilimenti pubblici.

L'altezza del portone non sia inferiore ai m. 3.50, di più se è possibile. Quando è arcuata ed a tutto sesto conviene altezza in chiave circa doppia della larghezza.

Queste porte si muniscono in giro d'un risalto detto dai pratici *la mazzetta* e serve a formare un arresto, per l'imposta, che chiamasi *battente*.

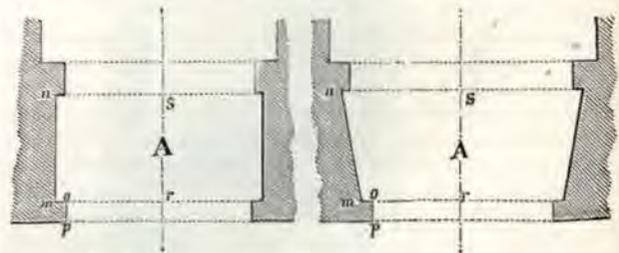


Fig. 331.

Fig. 332.

Pei portoni la mazzetta se è in mattoni deve avere larghezza *po* (fig. 331 e 332) almeno di 24 centimetri se è in pietra può tenersi anche con soli 16 centimetri. Il battente *mo* deve essere di 12 a 15 centimetri.

Verso terra in corrispondenza della mazzetta e contro la medesima, quando il portone non ha grande larghezza, è conveniente di collocare dei paracarri in pietra, in

ghisa od in ferro, per evitare che le sporgenze delle sale dei carri e delle vetture abbiano a recar danno alla mazzetta.

I paracarri in pietra talora sono foggianti a tronco di cono, tal'altra sono cilindrici o piramidali con altezza di circa 60 centimetri; tal'altra ancora si presentano sotto forma di sfere con diametro variabile fra 40 e 60 centim.

I paracarri in ferro ed in ghisa possono avere svariatissime forme; il loro aggetto varia d'ordinario fra 30 e 40 centimetri; la loro altezza fra 60 e 70 centimetri.

Dal portone o dalla porta si accede all'androne, all'androne ed al porticale od all'atrio. L'androne si tiene sempre d'alquanto più largo del portone.

D'ordinario in un primo scompartimento A dell'androne (fig. 331, 332), i muri laterali presentano delle incassature nelle quali entrano le imposte quando la porta è aperta. Il fondo mn di quest'incassatura talora (fig. 331) è un piano normale al muro di facciata, tal'altra (fig. 332) sono piani divergenti, a partire dal battente, per rapporto all'asse dell'androne e costituiscono ciò che dicesi lo *squarcio* cioè una cosa analoga a quella che sempre si pratica per le finestre e che nel nostro caso serve a meglio impedire che i carri o le carrozze abbiano ad urtare contro gli spigoli delle imposte.

Quando il portone è a due battenti la lunghezza mn dell'incassatura dovrà essere di qualche centimetro maggiore di mr , perchè sia capace di ricevere l'imposta colle sporgenze delle serrature. Quando i due battenti sono ad ale ripiegate, cioè composte di due o tre parti riunite a snodo in modo da ripiegarsi l'una sull'altra, basterà tenere la lunghezza dell'incassatura eguale ad un mezzo, od un terzo della larghezza mr aumentata della sporgenza delle serrature. In questo caso le imposte riescendo di spessore considerevole, sarà conveniente di tenere il battente mo da 15 a 20 cent. e praticare lo squarcio con piani molto divergenti, in modo cioè che la larghezza ns (fig. 332) sia eguale a quella mr aumentata di tante volte 6 centimetri quante sono le ali che costituiscono il battente dell'imposta che vengono ad adagiarsi al fondo mn .

In alcuni sontuosi palazzi la massima ornamentazione della facciata è riservata al contorno del portone, il quale talvolta, oltre che di stipiti, di archivolto, di cornice, si arricchisce con mensole, con paraste, con colonne e con quegli altri ornamenti suggeriti dal genio dell'arte e che l'abile architetto sa maneggiare e convenientemente adattare.

Nella fig. 9 della tav. IV abbiamo un portone decorato con stipite, controstipite, mensole e cornice.

Nella fig. 6 della stessa tavola abbiamo la decorazione di un portone con ordinanza dorica portante al di sopra un attico a balaustini.

Nella fig. 333 presentiamo una decorazione per portone ottenuta semplicemente con uno stipite e con una conveniente distribuzione delle bozze attorno all'arco.

Nella fig. 334 abbiamo la decorazione in stile medioevale del portone d'ingresso alle carceri penitenziarie di Liège.

Nella figura 335 presentiamo il portone del palazzo Ceriana in piazza Solferino a Torino. Esso è ornato con stipite, archivolto, chiave d'arco, colonne torte a spirale e mensole sostenenti il lastrone a contorno curvilineo del gran balcone del primo piano. L'elegante ed originale fascia che corre orizzontalmente lungo la facciata al livello del pavimento del primo piano viene in modo assai aggraziato ad ornare il fregio del capello di quelle mensole. Queste non sono, come d'ordinario, normali alla facciata, bensì divergenti per rapporto al mezzo

della medesima e in modo da fare colla parete un angolo di circa 60 gradi.

Altri belli esempi per decorazioni di portoni si riscontrano nelle varie facciate sopra riportate e specialmente in quelle rappresentate dalle figure 300, 303, 306 e 314.



Fig. 333.

L'imposta è formata spesso d'intelajature e panelli in legno più o meno lavorati ed arricchiti qualche volta con ornati in ghisa od in bronzo.



Fig. 334.

Costituiscono spesso ornamento delle imposte dei portoni i battitoi. Se ne riscontrano di bellissimi gittati in ottone ed in bronzo con svariatissime ed eleganti forme, e specialmente in alcuni portoni di Bologna e di Siena.

Un grazioso battitojo abbiamo a Torino nel portone di casa Biscaretti.

Le imposte dei portoni si possono anche formare con intelajature in legno e panelli in ghisa a trafori. Non mancano esempi di imposte totalmente in ferro e ghisa. In qualche caso la porta si chiude con un cancello in ferro.

Nella costruzione del volto di un portone arcuato bi-

sogna ben avvertire che riesca possibile l'aprimiento completo delle imposte, e ciò si ottiene coll'adottare per coprire la parte interna una piattabanda oppure la disposizione speciale (fig. 336) descritta nell'articolo ARCO, VOLTÀ, pag. 559 del vol. I.

Quest'avvertenza non è necessaria quando vuoi che l'imposta occupi la sola parte rettangolare. In questo caso si munisce generalmente la lunetta di inferriata. Graziosa assai è l'inferriata a lunetta del portone poco sopra descritto di casa Ceriana.



Sezione secondo la M N.

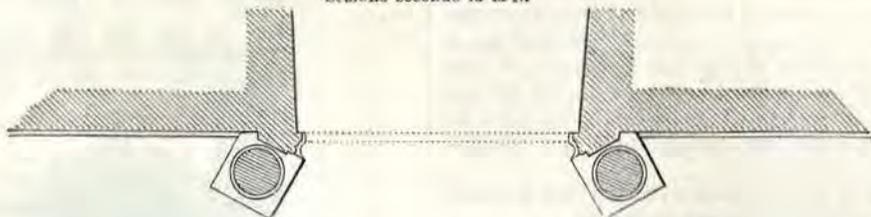


Fig. 335. — Portone del palazzo Ceriana (architettura del conte Coppi).

Un altro esempio di ricca inferriata per lunetta è quello che rappresentiamo nella fig. 337. Altri bellissimo esempi si possono trovare negli ornati in tutti gli stili del Boito.

Nelle pareti degli androni, degli atrii, dei porticati delle case signorili si vedono talvolta incavate delle nicchie contenenti dei vasi o delle statue. È necessario che le statue siano ben proporzionate relativamente alle altre decorazioni ed all'altezza e capacità dell'atrio. Nicchie piccole in un ampio atrio presenterebbero aspetto assai meschino.

Nelle ville, nei grandi palazzi privati e in quelli per uso albergo si riscontrano spesso due, tre o più cortili.

Un primo cortile serve per l'ingresso ed è il più spazioso; un secondo per disporvi attorno le cucine, magazzini per la legna ed il carbone; un terzo per le scuderie e per le rimesse.

Il cortile principale è talvolta circondato da porticali ed ornato con fontane e con statue (fig. 338 e 353).

I porticali avranno una larghezza da tre a quattro metri.

Il cortile per le cucine e quello per le scuderie sono generalmente meno spaziosi e decorati con maggior semplicità.

È indispensabile per questi ultimi una diretta comunicazione coll'esterno per introdurre la legna, il carbone, le vettovaglie, il fieno, ecc. e per l'esportazione delle immondizie.

I pavimenti dei cortili non devono essere piani perfettamente orizzontali ma bensì devono presentare diverse falde leggermente inclinate (d'ordinario verso il mezzo del cortile) per il pronto scolo delle acque, che si raccolgono in apposito pozzetto, dal quale, mediante condotto, sono smaltite all'esterno.

I pavimenti dei cortili per le scuderie e cucine devono essere di tale struttura da non permettere le infiltrazioni

delle urine e delle acque immonde, che sarebbero sorgente di emanazioni fetide e specialmente nell'estate.

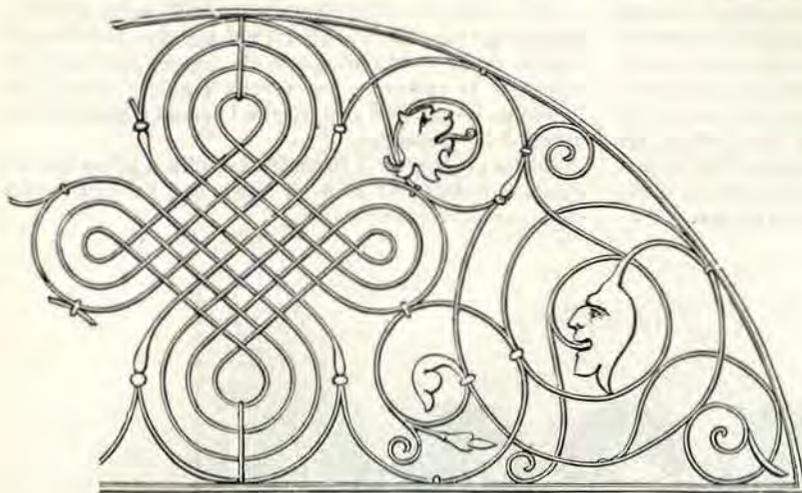


Fig. 337.

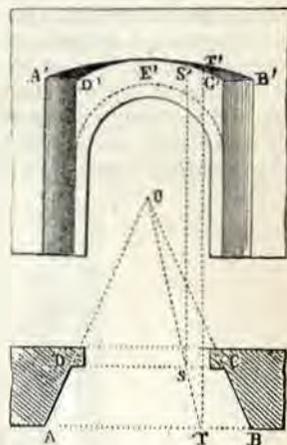


Fig. 336.

Le porte che danno alle scale o a corridoi comuni a diversi appartamenti si tengono pure con mazzetta, battente e squarcio; però la mazzetta può esser di solo 12 centim. e la battuta di 7 a 10 cent.; lo squarcio si può determinare nel modo indicato per i portoni.

Le porte esterne che mettono in androncini, dove non debbano passare carri e carrozze, possono tenersi con solo 1 metro a 2.20 di larghezza e con altezza di circa cinque terzi della larghezza e non mai inferiore a m. 2.20. La mazzetta può essere di 12 centimetri se in mattoni e di soli 10 centim. se in pietra.

La larghezza delle porte interne può variare fra m. 0.90 ed 1.40 a seconda della minore o maggiore ampiezza degli ambienti ed importanza del fabbricato. L'altezza sia circa nove quarti della larghezza.

Per le ordinarie case da pigione ed operaie conviene larghezza da 90 centimetri ad 1 metro, altezza non minore di m. 2.10; preferibilmente di m. 2.20 a 2.40; solo per alcune porte segrete ed affatto secondarie si potrà assegnare larghezza fra 70 e 90 centimetri ed altezza di m. 1.85 a 2 metri.

Le porte interne si tengono generalmente senza mazzetta, perchè le imposte vengono fissate a telai in legno. Le porte delle botteghe si tengono pure senza mazzetta.

Le imposte di queste porte talora si fanno snodate e si fanno scorrere verticalmente nell'interno. Altre volte si fanno divise in diverse zone che si calano dall'alto. Altre volte ancora si adattano imposte discendenti nel sotterraneo. In altre finalmente si ottiene la chiusura con lamiere ondulate che si avvolgono a tamburi collocati in alto dell'apertura.

Alcune volte l'androne attraversa l'intero corpo di fabbrica. Quando il corpo di fabbrica è molto largo in confronto della larghezza dell'androne, questo assume un assai brutto aspetto. Si rimedia a questo inconveniente assegnando ad alcuni scompartimenti dell'androne una mag-

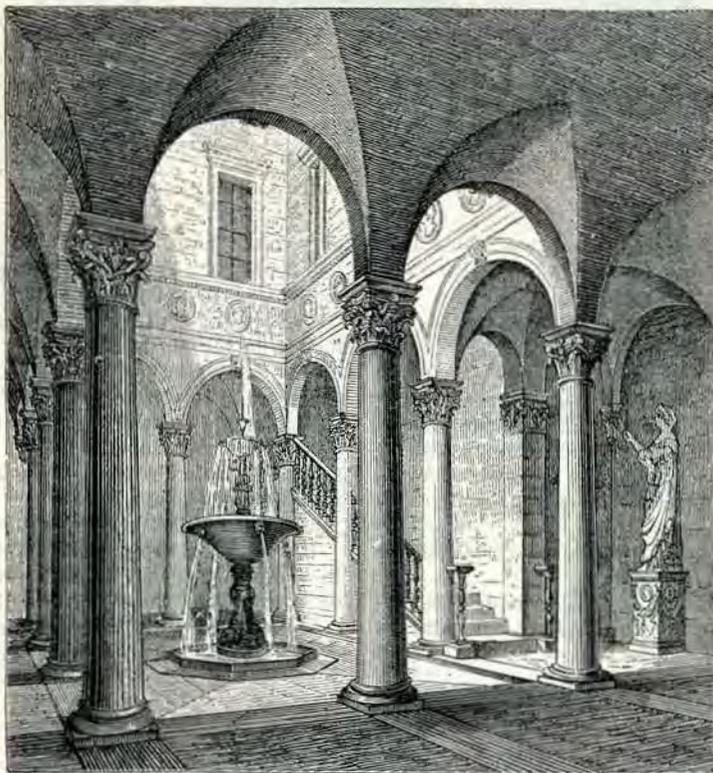


Fig. 338. — Porticali e cortile del palazzo Gondi a Firenze.

gior larghezza o decorandone le pareti con paraste o con mezze colonne.

Il pavimento degli androni carrai deve essere assai robusto, dovendo resistere al calpestio dei cavalli ed a roteggio dei carri e delle vetture. Il più di frequente si costruisce con ciottolato o con lastricato in pietra

Questo pavimento ha l'inconveniente di produrre un rumore assai molesto nel passare dei carri e delle vetture; per evitare questo inconveniente si usa nelle case signorili di pavimentare l'androne con prismi in legname. Questi prismi devono essere di legno forte; adattissimi tornano quelli di quercia e di larice rosso; presentano d'ordinario sezione quadrata od esagona con lato di 10 centim. all'incirca, ed altezza di circa 30 centimetri. Si dispongono su d'uno strato di ghiaja ben battuta, coi loro assi verticali e l'uno accanto all'altro. Perchè non abbiano presto a scheggiarsi, devono prepararsi in modo da presentare le loro fibre in direzione verticale.

Di questo sistema sono in Torino i pavimenti dell'atrio del Duca Amedeo e quello dell'Albergo d'Europa in piazza Castello.

Negli androni e specialmente in quelli molto stretti si vedono qualche volta praticati nei lati due marciapiedi rialzati da 10 a 12 centimetri, che hanno per iscopo di obbligare le vetture a percorrere il giusto mezzo dell'androne e quindi di evitare che i pedoni possano essere urtati dalle medesime.

Anche negli atrii si riscontra talvolta il piano del pavimento rialzato di 10 a 15 centimetri su quello della zona percorsa dalle vetture.

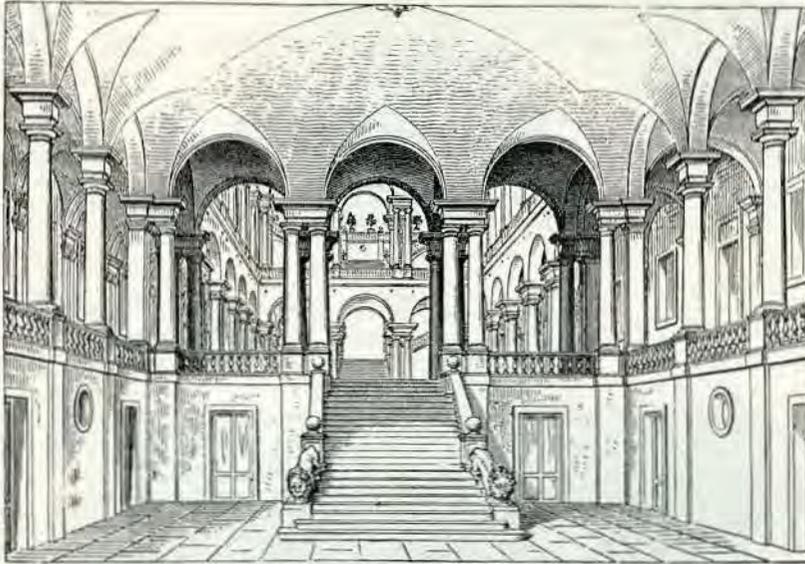


Fig. 339 — Atrio dell'Università di Genova.

Il più spesso l'androne occupa solo una porzione della profondità del corpo di fabbrica, facendolo seguire da un atrio o da un porticale (vedi fig. 341).

Altre volte alla porta d'ingresso fa subito seguito l'atrio.

Se l'atrio non ha grande ampiezza si copre con un sol volto a padiglione, a bacino od a fascioni. Se ha ampiezza talmente grande da non potersi coprire con un volto solo, si suddivide l'atrio in diversi scompartimenti con pilastri o colonne che si collegano fra loro con archi, con piattabande, con travi, e si coprono con volte o con solai in legno gli spazi rimanenti.

Grandioso e di scenica vaghezza è l'atrio (fig. 339) nel palazzo dell'Università di Genova.

Degni di menzione sono: a Torino l'atrio di casa Collegno, quello di casa Della Valle del Juvara, quello del principe Amedeo; in Alessandria il grandioso atrio del palazzo reale, architettato dall'Alfieri.

In vicinanza dell'androne o dell'atrio si stabilisce la portieria e trasversalmente all'androne si usa spesso disporre una cancellata *a, b* (fig. 340) detta da taluno *pusterla*. A questa sta annesso un tal congegno che al suo aprirsi suona un campanello e rende così avvertito il portinajo che qualcuno entra o esce dalla casa; anzi oggidì nelle case signorili ed in alcune nuove case da pigione, perchè il portinajo possa con maggior facilità rendersi conto di chi entra e di chi esce, si vede adottata una pusterla che si apre soltanto pel passaggio delle vetture, e pei pedoni stabilito un passaggio sui fianchi dell'androne per modo che per accedere alle scale si è costretti

di passare nella portieria o in uno stanzino ricavato nella medesima e separato da quella mediante invetriata. Le due porte vetrate *i, i'* (fig. 341) comunicanti una coll'androne e l'altra colla gabbia della scala si tengono larghe da 1.10 ad 1.40.

L'altezza della pusterla varia fra m. 1.50 e m. 2.50.

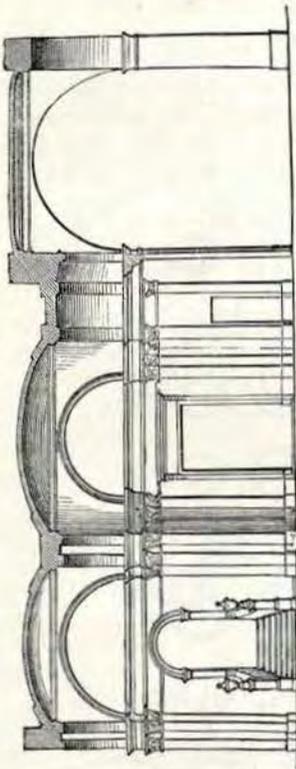
La fig. 340 ci rappresenta l'atrio della casa da pigione recentemente costrutta e prospettante sulla piazza Madama Cristina a Torino: in *A* si ha la porta d'ingresso, secondo *AB* l'androne, in *C* il cortile; in *ab* la pusterla, in *c* il passaggio alla scala; in *P* la portieria; in *h* una porta vetrata da aprirsi solo in casi speciali.

La fig. 341 ci rappresenta l'atrio della casa Vercelloni in via Cernaja a Torino. Secondo *pp* abbiamo i portici; dalla porta d'ingresso si accede di retto all'atrio *A* e da questo ad un porticale *B* che mette alle scale *TT'* degli inquilini. In *PP* abbiamo la portieria. Dalle porte *i, i'*, ed in caso di festino dall'ingresso *I*, si accede alla scala *S* che mette all'alloggio del proprietario.

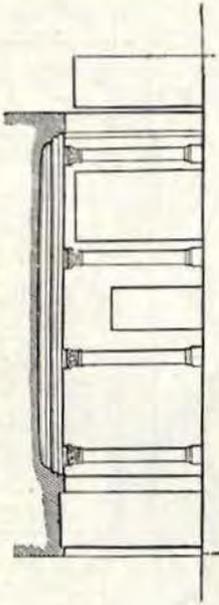
Nelle fig. 342, 343 offriamo due esempi di decorazione per pusterle.

Con alcune piccole variazioni riescirebbe adattatissimo per pusterla il disegno che presentiamo nella fig. 344 e che rappresenta una porzione della solida e ad un tempo leggera, leggiadrissima cancellata che circonda e protegge i sepolcri meravigliosi dei signori Della Scala in Verona. Essa è composta di quadrilobi allacciati assieme a snodo così da formare una specie di tessuto a maglia. Ciascun quadrilobo è formato da quattro mezze corone circolari che si collegano in modo elegantissimo ad ornati

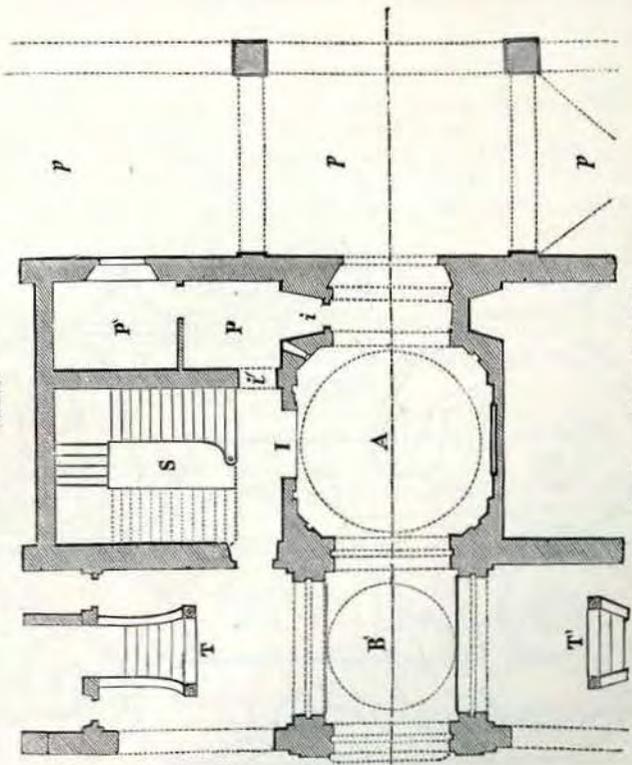
Sezione M N.



Sezione A B.



Pianta.



Pianta.

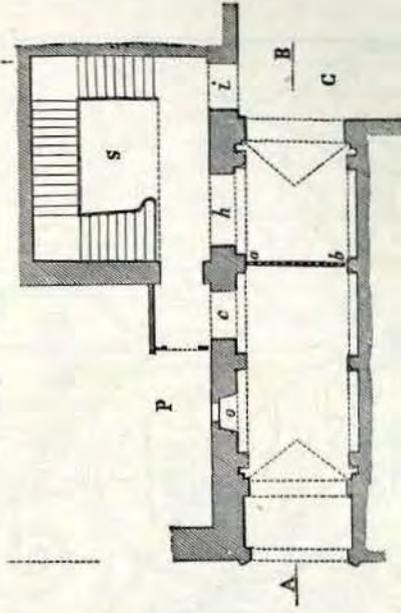


Fig. 340. — Scala di 1 : 900.

Fig. 341. — Scala di 1 : 200.

Fig. 342. — Scala 1 : 20.

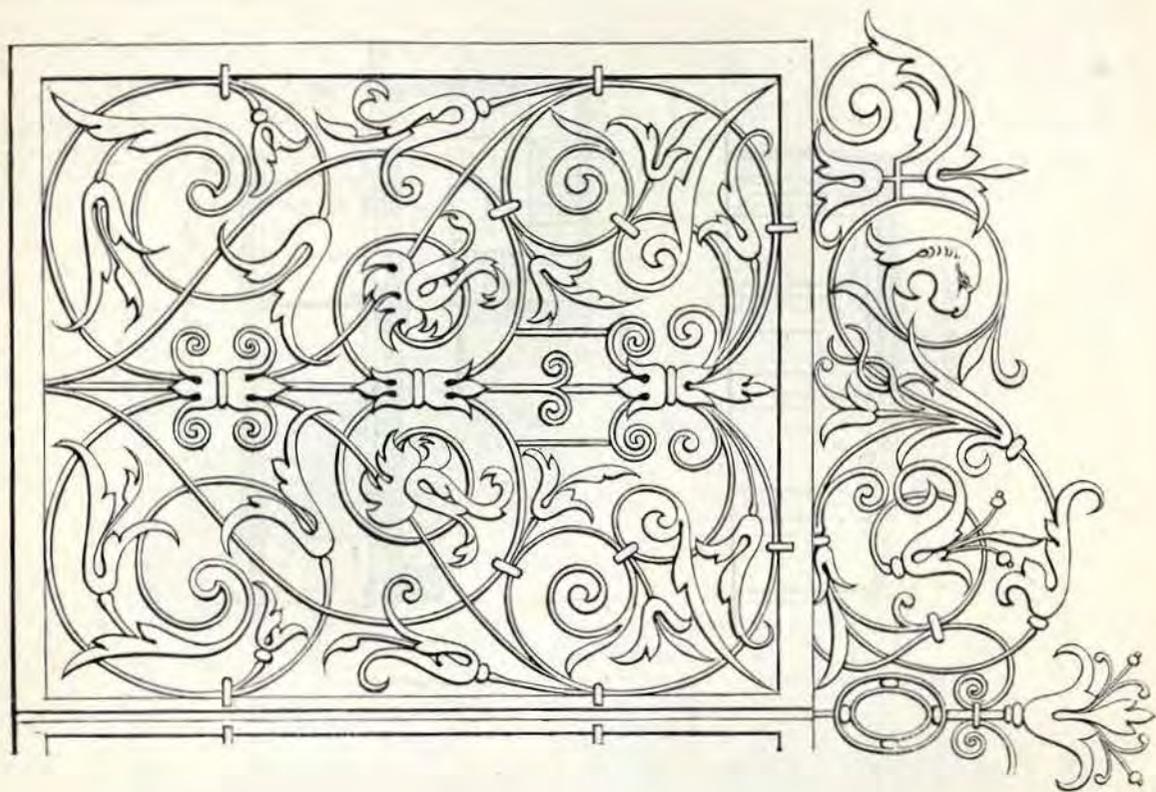
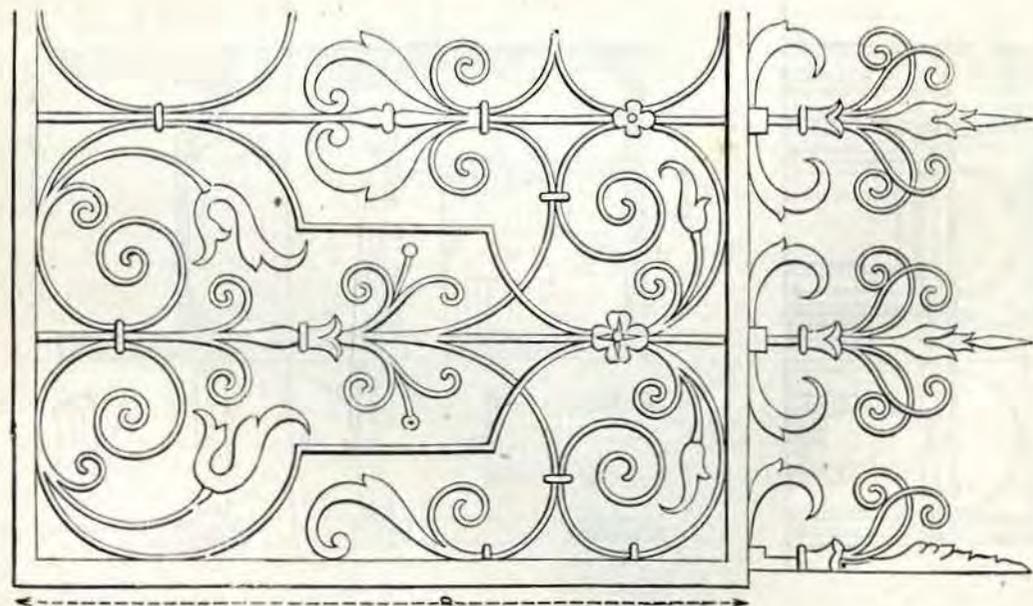


Fig. 343. — Scala 1 : 20.



trifogli e lasciano nel centro un vano ottagonale nel quale si vede la scala a piuoli, impresa dei famosi Scalligeri.

Nelle case private e nelle villette bene spesso la portiera si stabilisce in un piccolo corpo di fabbrica staccato dal rimanente del fabbricato.

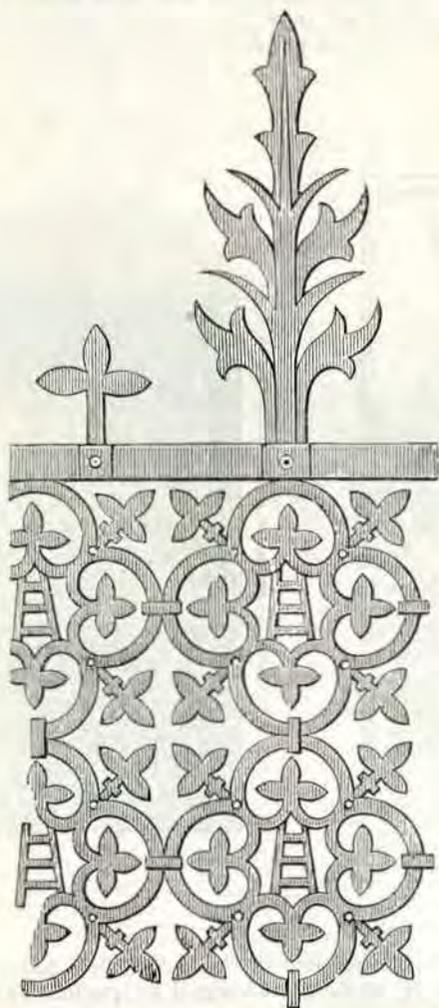


Fig. 344. — Porzione del cancello che circonda i sepolcri dei signori Della Scala in Verona.

Dall'androne, dall'atrio, dal porticale si va alle scale che mettono ai piani superiori.

L'ingresso alla scala si munisce talvolta di un gradino che serve come d'invito alla medesima.

In vicinanza dell'invito alla scala o in vicinanza delle porte d'ingresso ai quartieri si dispongono spesso uno o due *ferrì da piede*, che sono lastre di ferro conficcate orizzontalmente nella parete, oppure pezzi di ghisa o di bronzo infissi verticalmente nel pavimento o in un pezzo mobile di marmo (fig. 345), ad uso di torsi il fango dai calzari prima di salire le scale o di entrare nel quartiere.

Circa la posizione delle scale non si possono dare delle regole assolute, solo noteremo la convenienza di stabilire l'ingresso della scala principale in posizione da presentarsi facilmente all'occhio di chi entra nella casa. Nei grandi casamenti è conveniente di far sì che i pianerottoli d'accesso ai vari appartamenti si trovino nel cuore del fabbricato, perchè con ciò si otterrà una più facile

distribuzione e ripartizione dei locali, maggior disimpegno dei medesimi e minor numero di ambienti passivi.

Nei fabbricati costituiti di profondi corpi incontrantisi fra loro, conviene generalmente collocare le scale in prossimità degli angoli rientranti, perchè in quegli angoli si avrebbero degli ambienti bui, mentre che per le scale torna meno difficile ottenere una sufficiente illuminazione vuoi con finestre collocate nelle facciate interne in prossimità degli angoli, vuoi con luce discendente dall'alto mediante i lucernai. Bisogna procurare di evitare le rampe troppo lunghe perchè scomode. Quando non si potesse far a meno di tenere i rampanti con meno di 15 o 16 gradini, conviene interromperli con pianerottoli o riposi. La larghezza di ciascun rampante si tiene nei palazzi e negli stabilimenti pubblici da 1.50 a 2 e fino a tre e più metri; nelle case signorili, nelle villette, da 1.20 ad 1.50; nelle case da pigione, da 1.10 ad 1.20; nelle case operaje, da un metro ad 1.10. Per le scale affatto secondarie possono bastare da 85 a 90 centimetri.

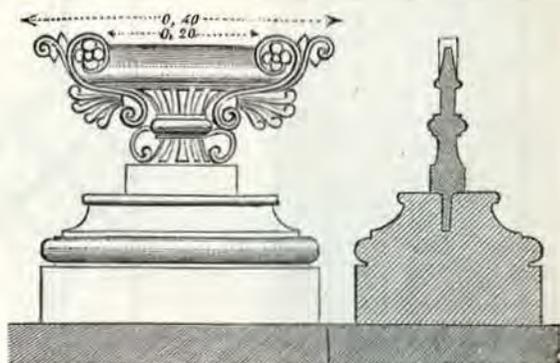


Fig. 345.

Ai pianerottoli si assegna larghezza eguale o poco maggiore di quella dei rampanti.

Fra la pedata e l'alzata deve esistere un conveniente rapporto; per le scale dei palazzi molti architetti adottano un'alzata di 14 a 15 centimetri e determinano la pedata colla formola $2a + p = 0.63$, nella quale a rappresenta l'alzata e p la pedata.

Per gli asili infantili e per gli ospedali alcuni limitano l'alzata fra 0.11 e 0.13 e portano la pedata dai 40 ai 45 centimetri.

Anche nelle scale secondarie l'alzata non dovrebbe mai superare i 20 centimetri.

Circa la costruzione, forma e struttura delle varie specie di scale diremo poi più lungamente e dettagliatamente all'articolo SCALE.

Se al pianterreno vi sono alloggi d'abitazione, conviene tenere il pavimento delle camere un poco in rialzo sul suolo stradale per modo che il davanzale delle finestre risulti a circa m. 1.80 dal suolo, per evitare lo sguardo curioso dei passeggeri.

Queste finestre si muniscono generalmente di inferriate.

Un'inferriata assai comune è quella che rappresentiamo nella fig. 346.

Essa consta di tondini disposti secondo semicirconferenze per la parte semicircolare della luce e discendenti verticalmente nella parte rettangolare della luce stessa. Questi tondini hanno diametro di sezione retta variabile fra 18 e 22 millimetri e sono spazati fra loro da asse ad asse di circa m. 0.14. Sono poi collegati mediante quattro

ò cinque traverse orizzontali e tre traverse inclinate dirette secondo raggi della lunetta.

Il lato maggiore di sezione retta di queste traverse, cioè quello normale al piano di facciata, è di circa 40 millimetri, il lato minore è di circa 8 millimetri.

I piccoli anelli in ghisa, mentre consolidano le unioni, formano un modesto ornamento dell'inferriata.

Un altro esempio d'inferriata per piccola finestra rettangolare è quella rappresentata nella fig. 347. Essa è

costituita da spranghe di ferro a sezione rettangolare di m. 0.02 per m. 0.008.

Nella fig. 348 abbiamo un altro esempio di inferriata per finestra con apertura arcuata.

Nella fig. 349 abbiamo una graziosa inferriata per piccola finestra quadrata.

Nella fig. 350 presentiamo una ricca inferriata per ampia finestra rettangolare. La parte centrale potrebbe benissimo adattarsi per finestra di minori dimensioni.

Scala di 1 : 40.

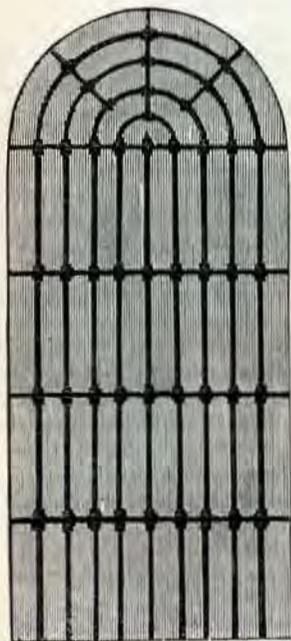


Fig. 346.

Scala di 1 : 20.

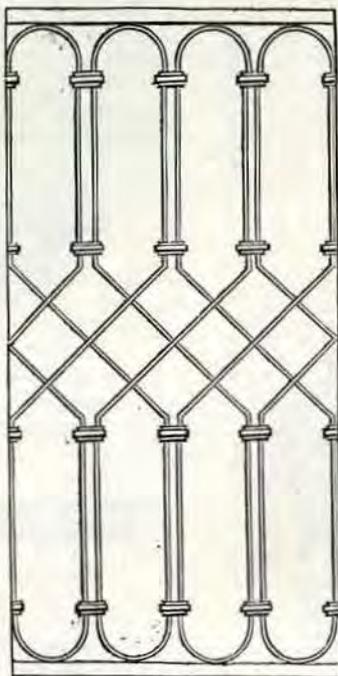


Fig. 347.

Scala di 1 : 30.

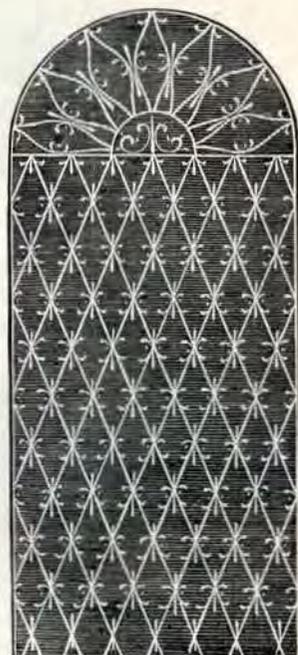


Fig. 348.

Altro bellissimo esempio d'inferriata per finestra si vede nella fig. 430, a pag. 318.



Fig. 349.

Un altro esempio d'inferriata per finestra ce l'offre la figura 335, la parte inferiore incurvata ed in aggetto sulla facciata fa sì che non restano impediti le visuali laterali.

Spesso nelle facciate di chiese in stile lombardo ed alcune volte anche nei fabbricati d'abitazione si praticano delle aperture circolari per dar maggior luce a porticali o ad ambienti interni, e vengono dai pratici distinte col nome di occhi. Quelle di queste aperture che fossero al pian terreno vogliono pure essere munite di apposite inferriate circolari.

Un'elegante inferriata per apertura circolare si trova rappresentata nella figura 351.

Nella fig. 352 abbiamo l'inferriata in ghisa delle aperture circolari nella parete del porticale della facciata della stazione centrale di Torino. Essa mentre funge da inferriata serve anche da telaio per le invetriate fisse, essendosi assegnato ai pezzi che la costituiscono tale sezione retta da permettere l'applicazione dei vetri. Il diametro della luce è di m. 1.20. Nella sezione retta la dimensione a è di circa centim. 3.5 e la dimensione b è di circa 3 centimetri.

Nei nuovi fabbricati d'abitazione sarebbe bene stabilire, come si riscontra in molte case di Parigi e di Londra, per ciascun quartiere od appartamento dei piccoli *lift* comunicanti colla portiera, potendosi con essi assai facilmente trasmettere le lettere ed i piccoli pacchi od altri oggetti non troppo voluminosi, ed evi-

tare che il portinajo debba troppo frequentemente abbandonare la portieria per salire e scendere le scale.



Fig. 350.

Negli alti casamenti sarebbe forse anche opportuno stabilire fra i varii quartieri e la portieria un servizio te-

lefonico, perchè si potrebbe dal basso riconoscere quando gli inquilini sono assenti, o non possono ricevere, od ancora fare le piccole commissioni con risparmio della salita di lunghe scale.

CONFRONTO E DIFFERENZA FRA LE CASE SIGNORILI E LE CASE DA PIGIONE CIRCA LE ESIGENZE DELLA DISTRIBUZIONE E DELL'ECONOMIA.

Le case signorili destinate ad abitazione di una sola o di poche famiglie di condizione agiata hanno raramente botteghe al pianterreno; richiedono d'ordinario un certo lusso sia nella decorazione esterna, sia nella interna, e devono spesso soddisfare ad esigenze affatto speciali.

Le case da pigione invece destinate a dimora di molte famiglie di diverso ceto, chi agiate e chi no, richiedono molti quartieri e molti appartamenti e talmente disposti da poter soddisfare le esigenze ordinarie della maggior parte degli abitanti ed essere adatti a famiglie più o meno numerose, più o meno agiate.

Nelle case da pigione l'economia vuole che i passaggi, le stanze, le scale siano di dimensioni piccole tanto in pianta che in elevazione, perchè i fitti più che dalla superficie e dal volume delle stanze sono valutati in ragione del loro numero; non si deve però per grettezza di speculazione andare all'eccesso trascurando l'igiene e fare come si vede ancora in certi vecchi casamenti dove, ad onta delle prescrizioni locali, si trovano scale oscure con gradini di altezza esorbitante, camere piccolissime, buie, mal ventilate, umide; latrine mal costrutte, emananti esalazioni fetide che invadono l'intero fabbricato; vere topaje insomma, meglio adatte all'allevamento dei suini o dei conigli che a dimora di persone.

QUARTIERE PER DIMORA DI FAMIGLIA POCO AGIATA — CUCINA — CAMERE DA LETTO, DI RICEVIMENTO — LATRINE.

Il quartiere, cioè il complesso delle stanze destinate esclusivamente alla dimora continua di una famiglia poco agiata deve per lo meno contenere una camera per



Fig. 351.

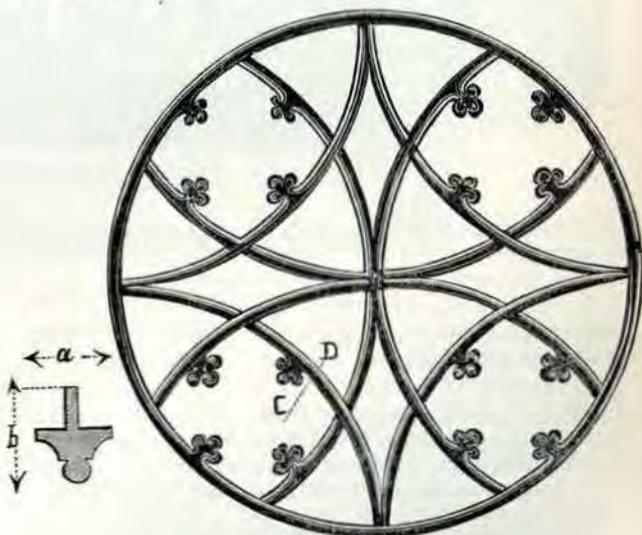


Fig. 352.

preparare il cibo pel pranzo e per lavoro, una camera da letto per gli adulti, una camera pei ragazzi maschi,

una pei ragazzi femmine. Però, per poco che la famiglia sia agiata, la camera da preparare il cibo è distinta da

quella da pranzo, da lavoro e da ricevere gli estranei e costituisce la cucina; bene spesso si ha ancora una camera apposita detta *salotto di ricevimento* per ricevere gli estranei, un'altra per la persona di servizio ed una camera d'entrata che serve unitamente ad alcuni corridoi per disimpegno delle diverse camere. È poi bene procurare che ciascun quartiere abbia la propria ritirata, essendo riprovevole l'adozione della ritirata sui ballatoi e comune a due o più quartieri, perchè incomoda e contro l'igiene. La camera da letto degli adulti sia piuttosto ampia; se deve servire per una sola persona abbia almeno 40 metri cubici in volume e larghezza non minore di 3 metri, allinechè vi possa stare il letto, il tavolino da notte ed un conveniente passaggio; se deve servire per due persone abbia almeno 50 metri cubici in

volume con larghezza non minore di metri 3.50; abbia almeno 60 metri cubici di volume con larghezza non minore di 4 metri se deve servire per tre persone. La camera d'entrata, che è spesso volte illuminata con luce indiretta della scala, deve avere almeno 10 metri quadrati di superficie e larghezza non minore di 2 metri. I corridoi siano larghi almeno 1 metro, meglio se si può assegnar loro larghezza di m. 1.20.

La cucina per poter servire come camera da pranzo e da lavoro deve essere piuttosto ampia, se invece deve unicamente servire per preparare il cibo, può anche avere solamente larghezza di 2.50 su 4 o 5 di lunghezza.

Il salotto da ricevere le persone non intime, essendo abitato poche ore del giorno, può avere dimensioni relativamente piccole; 3 metri a 3.50 di larghezza su 4 o



Fig. 359. — Cortile del palazzo Brera a Milano.

5 di lunghezza possono essere sufficienti, non essendovi d'ordinario in queste camere che un sofà, un seggiolone, cinque o sei sedie, un comò ed un tavolino.

Le camere da letto dei ragazzi possono essere in volume anche solo i due terzi di quelli indicati convenienti per le persone adulte.

APPARTAMENTO, CAMERA D'ENTRATA, CUCINA, CAMERA DA PRANZO, SALOTTO, SALE, CAMERE DA LETTO, CAMERINI DA TELETTA E DA BAGNO, BIBLIOTECA, SALONE DA BALLO, LORO POSIZIONE, DIMENSIONI.

L'appartamento cioè il complesso delle stanze destinate alla dimora di una famiglia agiata si compone di un numero di camere piuttosto grande. Si ha ordinariamente la camera d'entrata, la cucina, la camera da pranzo, salotto di ricevimento, sala più grande per rice-

vimenti straordinari, una, due o più camere da letto, con alcuni attigui camerini da teletta e da bagno, camere da letto per le persone di servizio, camera per la guardaroba, in certi casi una o più camere per studio, e negli appartamenti più sontuosi diverse anticamere oltre quella d'entrata, salone da ballo, sale per bigliardi, tinello cioè camera da pranzo per le persone di servizio, biblioteca, ecc. Spesso poi all'appartamento è annesso il dipartimento rustico, cioè scuderia, fienile, rimessa. Si hanno poi due o più latrine. Se l'appartamento comprende due piani, vi saranno scale interne di servizio a base rettangolare od a chiocciola.

I corridoi degli appartamenti signorili si tengono con larghezza variabile fra m. 1.50 e 2.50 a seconda della minore o maggiore loro lunghezza. Bisogna però sempre evitare una lunghezza eccessiva e specialmente quando non sono illuminate che con luce indiretta, perchè rie-

scirebbero tetri, malinconici e poco graditi. Per rimediare a quest'inconveniente si interrompono con ambienti più larghi, che servono al tempo stesso pel miglior disimpegno delle camere e delle latrine, e qualche volta (fig. 354) anche per ottenere delle rientranze *r, r* che permettono di accendere dall'esterno le stufe quando si collocano nelle cantonate delle stanze, o per allogarvi le scope od adattarvi attaccapanni. Qualche volta si adotta la disposizione rappresentata nella figura 287, la quale mentre permette il disimpegno delle due ultime camere, offre una minor lunghezza pel corridojo, con guadagno per quelle dello spazio maggiore che occuperebbe il corridojo.

Negli alloggi sontuosi i corridoi si tengono con larghezza maggiore di tre metri, e raggiungono anche i

quattro, cinque e sei metri e prendono più specialmente il nome di gallerie o di loggiati. Le gallerie si illuminano

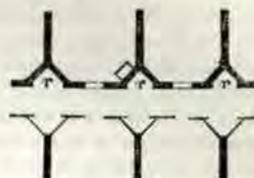


Fig. 354.

d'ordinario con luce diretta mediante finestre praticate nei muri laterali o mediante lucernai praticati nel sof-

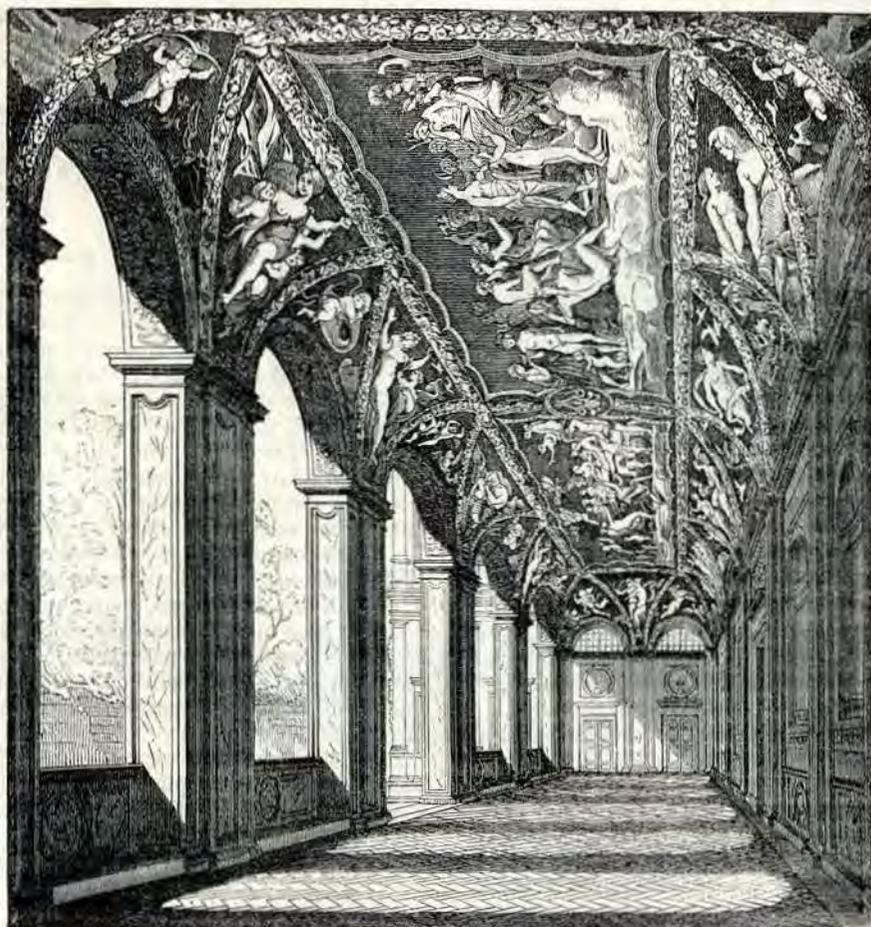


Fig. 355. -- Galleria d'ingresso della Farnesina a Roma.

fitto o nel vólto. I loggiati sono coperti superiormente e presentano su uno dei lati delle ampie aperture i cui archi od architravi sono sostenuti da pilastri o da colonne; essi si riparano talvolta dalle intemperie chiudendone le aperture con ampie invetriate.

I loggiati talora prospettano verso l'esterno, tal'altra prospettano verso cortili o giardini e in alcuni palazzi corrono tutto all'ingiro dei cortili in tutti i piani del fabbricato (fig. 353).

Le gallerie ed i loggiati talvolta si decorano riccamente (fig. 349) con pitture, con stucchi o dorature e servono non solo come mezzo di disimpegno delle diverse sale, ma altresì come luogo di passeggio, e nei

grandi festini, come un annesso, un complemento del salone da ballo e delle sale da ricevere. Nella fig. 355 si trova rappresentata la ricchissima galleria d'ingresso del palazzo della Farnesina a Roma.

Celeberrime gallerie sono: a Roma quella del palazzo Vaticano, conosciuta sotto il nome di Logge di Raffaello; a Firenze l'arditissima Loggia dei Lanzi.

Nell'appartamento le stanze da letto dei padroni siano per quanto si può ritirate da quelle in cui si trattiene di giorno la famiglia e nelle quali si ricevono le persone intime; più ancora da quelle in cui si ricevono persone che non sono intime; e le aperture in modo che non possano venire correnti d'aria al letto.

I camerini da bagno possono avere anche solo lunghezza di m. 2.20 con larghezza di m. 1.80, possibilmente si tengano con dimensioni maggiori, specialmente pei camerini da bagno, dove oltre alla tinozza si voglia aver una doccia mobile. Le tinozze sono lunghe circa m. 1.70, larghe m. 0.65, alte da 50 a 60 centimetri.

Le pareti ed il soffitto di questi camerini, affinché non assorbano l'umido, si aricciano con malta idraulica, con cemento o con stucco lucido e negli appartamenti di lusso si rivestono per un'altezza di circa m. 1.50 sopra il pavimento con quadrelle di majolica, di porcellana o con lastre di marmo. Anche il pavimento vuol essere fatto con quadrelle di cemento, con mosaico o con lastre di marmo. Si evita il freddo di queste sostanze col distendervi sopra delle opportune corsie di stoffa. Le tinozze possono essere in marmo, in pietra, in majolica, in feraccio ricoperto di porcellana, in ferro od anche semplicemente in lamiera di zinco; devono essere muniti degli opportuni tubi di scarico. Per maggiori ragguagli sulla disposizione dei tubi, riscaldamento e distribuzione dell'acqua vedi articolo STABILIMENTI BALNEARI.

Al camerino da bagno conviene posizione non troppo lontana dalle camere da letto ed in diretta comunicazione con parecchie di esse. È bene collocarlo fra ambienti che d'inverno siano riscaldati, perchè si evita in parte l'umidità dovuta al condensarsi dei vapori contro le pareti fredde: si deve procurare inoltre che i tubi non percorrano ambienti freddi o soggetti al gelo, perchè questo arrecherebbe gravi guasti nella condotta.

La cucina deve essere fresca, ma asciutta, ben ventilata e bene illuminata; quindi per le sue finestre l'esposizione del mattino sarebbe la migliore; siccome però questa è anche la più adatta per le camere da letto, si può essere paghi dell'esposizione di mezzanotte, che torna assai più appropriata di quella di sera e del mezzodì.

La cucina non dovrebbe avere comunicazione diretta colla camera da pranzo e specialmente con quelle da ricevere, perchè non siano invase dagli odori che in essa si sviluppano. Relativamente alla camera da pranzo non sia poi neppur troppo lontana, perchè non si avrebbe prontezza e precisione di servizio e le vivande si raffredderebbero prima di giungere in tavola; l'intermezzo d'una stanza, d'un corridojo o d'una chiostrina riesce sufficiente ad impedire la trasmissione degli odori.

Qualche volta la cucina è stabilita sotto la camera da pranzo ed i serviti vengono portati a questa mediante i piccoli piani mobili o *lift*.

Per una cucina d'appartamento signorile può convenire larghezza da 4 a 5 metri con lunghezza da 5 a 6 m.; la sua altezza sia almeno di 3 metri, meglio se è più alta.

Per ciò che riguarda ai fornelli e ai camini da cucina mandiamo il lettore all'art. FORNELLI.

Nei grandi appartamenti alla camera d'entrata fan seguito diverse anticamere, nella prima delle quali stanno i domestici, nelle altre si fanno attendere le persone estranee mentre si dà avviso della loro venuta al padrone per introdurle, se è il caso, nella sala di ricevimento.

La porta che dal pianerottolo della scala mette all'anticamera è spesso munita di doppia imposta, una a vetri pel giorno, l'altra robusta da chiudersi durante la notte, o quando i padroni sono assenti.

DIMENSIONI DELLE PORTE INTERNE E LORO CONVENIENTE POSIZIONE — SPAZI LIBERI SULLE PARETI.

Le porte delle camere nei muri trasversali è bene che si trovino in vicinanza, e tutte egualmente distanti dal muro esterno, per modo che lo spigolo più vicino alla

parete interna del muro d'ambito disti dalla medesima da 15 a 30 centimetri. Questa distanza, oltre che permette di ornare la porta con stipite e con cornice, serve ad incartare il muro d'ambito, e ad offrire un conveniente pulvinare per la piattabanda o per l'arco che copre l'apertura.

Generalmente si reputa superflua una distanza maggiore di 30 centimetri, a meno che si porti addirittura a più di 90, nel qual caso sarà possibile di collocare negli angoli qualche piccolo mobile. Qualche volta le porte si dispongono sulla mezzadria delle pareti.

Bisogna procurare che si abbiano almeno per ogni camera su una o due pareti porzioni libere per una larghezza di m. 2 a 2.80, per poter convenientemente collocare i mobili. Quando la decorazione richiede simmetria nelle porte per rispetto alla mezzadria delle pareti, si ricorre, quando non fosse conveniente di stabilire delle vere porte, alle porte finte.

Circa le finestre si deve pure procurare che lo spigolo sulla parete interna del muro d'ambito disti almeno di 20 centimetri dalla parete vicina del muro trasversale. È bene che le finestre risultino simmetriche rispetto alla mezzadria delle pareti; ciò però non si cura sempre nelle camere secondarie.

TERRAZZI — ALTANE — TERRAZZINI — BALLATOI.

Appendici delle stanze d'abitazione sono i terrazzi, le altane, i terrazzini, i ballatoi. Terrazzo è un luogo scoperto, che serve a prendere aria pura, a godere d'una buona vista ed a tener fiori, sito qualche volta al piano terreno, più spesso al 1° od al 2° piano, sporgente molto dalla facciata, per cui è indispensabile, per sorreggerne il pavimento, ricorrere a vòliti od a solai sostenuti con muri, pilastri o colonne poste al disotto sul suo perimetro.

Altane diconsi quei terrazzi che occupano la sommità di una casa e che sono affatto liberi da ogni lato. Le altane sono molto in uso a Genova.

Terrazzino, detto anche balcone, poggiaolo, ringhiera, è, come il terrazzo, piano, scoperto, che aggetta dalle facciate, però molto meno, cioè solo dai 30 centimetri ad 1.20 al massimo. Il pavimento è d'ordinario un lastrone in pietra sostenuto qualche volta da colonne, ma più di frequente da mensole incastrate nel muro di facciata.

Ballatojo è un lungo terrazzino che aggetta qualche volta verso strada, ma più spesso verso il cortile e serve a dare più libero e spedito accesso a varie stanze.

Ballatojo diccsi anche quel terrazzino che rigira alla base interna od esterna della cupola d'una chiesa.

PAVIMENTAZIONE DEI TERRAZZI.

I terrazzi vogliono avere il loro pavimento con pendenza fra $\frac{1}{50}$ ed $\frac{1}{100}$ verso i margini esterni, affinché abbia pronto scolo l'acqua che piove sui medesimi.

Svariati sono i modi di pavimentazione dei terrazzi, ma tutti lasciano alquanto a desiderare o pel lato della impermeabilità o pel lato economico.

Le coperture metalliche per pavimentazione dei terrazzi fecero cattiva prova, avendo il gravissimo inconveniente di dilatarsi e contorcersi a cagione dei cambiamenti di temperatura, e di riscaldarsi talmente quando sono esposti all'azione dei raggi solari, da riescire impraticabili; inoltre producono un rumore disagiabilissimo nel camminarvi sopra.

I pavimenti fatti con cemento presto si screpolano per cagione del gelo e disgelo: quelli in asfalto o sono di

asfalto magro e si screpolano nell'inverno, o sono d'asfalto grasso ed allora nell'estate diventano così molli da ricevere le impronte di chi vi cammina sopra ed in breve tempo si guastano; possono però convenire nell'Italia settentrionale, quando non siano troppo soggetti ai raggi solari.

Poco convenienti riescono i pavimenti costrutti con piccole lastre di beola, sia per la porosità di questa pie-

tra, sia per la difficoltà di trovare, per otturarne le fenditure, mastici inalterabili all'azione alternata del caldo e del freddo.

Migliori, ma costosi, sono i pavimenti fatti con lastre di gneis o di granito, talmente grandi da prendere l'intera larghezza del terrazzo, in modo da ottenere poche fenditure e solo nel senso del maggior pendio; al disotto ed in corrispondenza dei giunti otturati con mastice, si

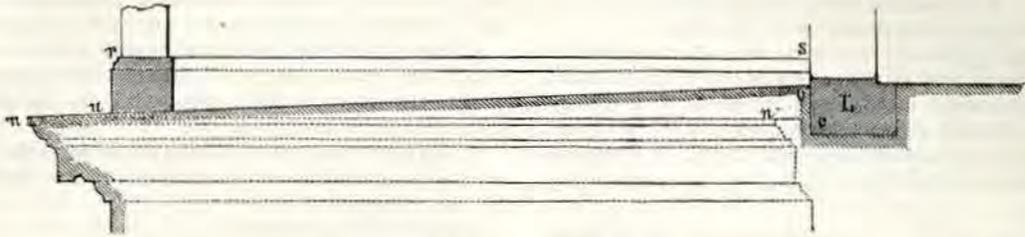


Fig. 356. — Scala 1 : 25.

dispongono canali di rame, di piombo o di granito per raccogliere l'acqua che fosse per penetrare dai giunti e scaricarla all'esterno. Nella superficie inferiore di questi



Fig. 357.



Fig. 358.



Fig. 359.

lastroni parallelamente a giunti ed a pochi centimetri dall'orlo si praticano delle scanalature che costituiscono una specie di gocciolatojo, e quando si stabilisce di riem-

pire i giunti con mastice, è bene tagliare i fianchi dei lastroni un po' in isbieco, per modo che il mastice assuma sezione trapezia colla base maggiore in basso, ciò che ne renderà meno facile la smovitura.

I lastroni di granito si tengono con spessore di circa m. 0.10 perchè facilmente si spaccerebbero nel lavorarli se si volessero foggiare con minor spessore; quindi è che questi pavimenti riescono molto pesanti, richiedono solai o vólti molto robusti e quindi grande spesa.

Un metodo per evitare i trapelamenti venne suggerito dall'ing. Casana ed applicato nella casa di Eccone l'apparecchio: si distende sul piano preparato a ricevere il pavimento dei fogli di carta piuttosto ro-

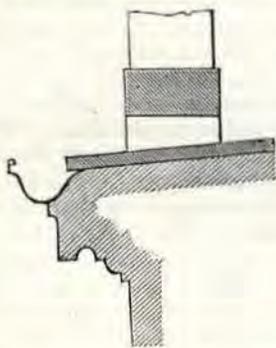


Fig. 360. — Scala di 1 : 20.

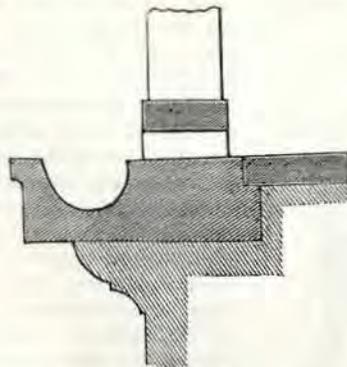


Fig. 361. — Scala di 1 : 20.

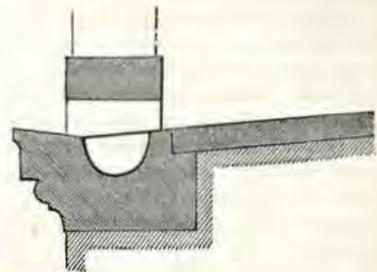


Fig. 362. — Scala di 1 : 20.

busta in modo da coprirlo per intero; si dispone su essi uno strato di bitume spesso circa 3 millimetri, si copre con altri fogli di carta e poscia si distende altro strato di bitume, spesso quanto il primo e si ripete l'operazione in modo da ottenere quattro o cinque strati di bitume separati da altrettanti strati di carta. Sul piano così apparecchiato si costruisce il pavimento in quadrelle di cotto o di cemento od alla veneziana. Per maggiori dettagli di questo modo di pavimentazione, vedi negli *Atti della Società degli Ingegneri ed industriali di Torino*, anno 1878, articolo *Cenni sopra un modo di copertura di terrazzi*, dell'ing. Severino Casana. La carta essendo alquanto elastica, permette le dilatazioni senza che ne avvengano screpolature. Al disotto di quegli strati in prossimità del parapetto si collocano delle lastre di piombo che si ripiegano nella doccia.

L'incontro del pavimento del terrazzo colla lastra L (fig. 356) che forma soglia alla porta e nella quale è ricavato il battente per l'imposta, è bene che sia a livello col pavimento delle camere, e dovendo, come si è sopra accennato, il pavimento del terrazzo avere lieve pendenza all'infuori, e siccome d'ordinario attorno al lembo esterno del pavimento del terrazzo si fa ricorrere la cornice orizzontale che decora la facciata, così è che per mantenere l'orizzontalità alle diverse membrature di questa cornice, si dovrà avvertire di tenere lo spigolo suo superiore (quello che in figura si proietta in *n*) d'alcuni centimetri più basso del pavimento delle camere, cioè a livello dello spigolo del terrazzo che si proietta in *m*.

Nei terrazzi chiusi fra due corpi di fabbrica, il pavimento si tiene ad uno o meglio a due piovanti (fig. 357).

Nei terrazzi liberi su tre lati, il tenere pel pavimento una sola pendenza porta l'inconveniente di avere un triangolo *moc* (fig. 356) sopra la cornice, e di dover dare allo zoccolo del parapetto altezza variabile per poter raggiungere l'orizzontalità col suo spigolo superiore *rs*. Torna quindi meglio far il pavimento a padiglione (fig. 358), perchè, così facendo, lo spigolo inferiore dello zoccolo viene a disporsi secondo l'orizzontale *uc* (fig. 356). Se il terrazzo fosse semicircolare, si terrebbe col pavimento a superficie conica (fig. 359).

L'acqua di scolo del terrazzo viene a raccogliersi in una doccia in metallo che si colloca in corrispondenza degli spigoli della cornice che circonda il pavimento (fig. 360), oppure scavata nella pietra stessa che forma la cornice sia all'esterno del parapetto (fig. 361) sia sotto il parapetto medesimo (fig. 362).

PARAPETTO, ZOCCOLO, CIMASA, PILASTRINI, BALAUSTRINI, PLUTEO, MENSOLE, LASTRONE.

I parapetti dei terrazzi possono essere in pietra, in cemento od anche con intelajatura in pietra e chiusura in metallo, oppure completamente in metallo. I parapetti in pietra sono ordinariamente alti 90 centim.

Parti d'un parapetto in pietra sono: lo zoccolo, i pilastri, la cimasa, i plutei od i balastrini.

Lo zoccolo è costituito da pezzi di pietra alti da 15 a 25 centim. che s'appoggiano sul pavimento; presentano ad intervalli delle piccole fessure, che permettono lo scolo delle acque, alte da 3 a 4 centimetri, lunghe dai 30 ai 40 centim., distanti l'una dall'altra da 40 a 50 centim.

I pilastri sono pezzi di pietra a sezione retta orizzontale quadrata o rettangola, che si collocano sullo zoccolo, oppure sul pavimento fra due pezzi successivi dello zoccolo e servono a sorreggere la cimasa. Si tengano a distanza da 2 a 4 metri.

La cimasa è costituita da pezzi di pietra alti da 12 a 15 centimetri, con parecchie e svariate sagome verso l'esterno, piani o con poche sagome e pochissima sporgenza verso l'interno che si collocano sui pilastri, e formano unitamente ad essi ed allo zoccolo l'intelajatura del parapetto, il quale si completa coi balastrini con plutei o con parti in metallo.

L'oggetto della cimasa varia da 8 a 12 centimetri.

Balastrini sono quelle colonnette di pietra (fig. 363 e Tavola IV [fig. 3, 4, 7, 8]), che si collocano fra i pilastri ad eguali distanze fra loro ed in modo che nei vani risultanti non si possa introdurre un cilindro avente 14 cent. di diametro perchè non ci sia pericolo per i bimbi.

I balastrini devono presentare alle estremità, come si vede nella fig. 363, due tenoni *a, c* foggianti a tronco di piramide, i quali incastrandosi nelle corrispondenti mortise praticate nel basamento e nella cimasa rendono immobile il balastrino. La base maggiore del tronco abbia un 5 centim. di lato, 4 la base minore; e la sua altezza sia da 3 a 4 centimetri.

Il minimo lato di sezione retta del balastrino se sono quadrati o il minimo diametro se sono circolari, sia almeno di 5 centim. Qualche volta il parapetto si tiene senza zoccolo, ed in tal caso i balastrini si fermano

sulla pietra del pavimento. Altre volte ai balastrini si sostituisce una lastra lavorata a trafori secondo svariate ornamenti che si chiama pluteo (vedi fig. 364). Essa s'incasta nel basamento, nella cimasa e nei pilastri, mercè apposite scanalature praticate in questi pezzi.

La lastra si terrà con spessore variabile da 6 a 9 centim., il limite inferiore serve per i plutei in lastre di marmo, non più lunghe di 2 metri, il limite superiore per le lastre di pietra di non grande resistenza. L'incastro è di sezione trapezia, profonda un tre centimetri circa.

Affinchè le spalle dell'incastro non risultino troppo fragili converrà tenere il pilastro con tal larghezza da presentare ai fianchi della scanalatura due listelli larghi ciascuno non meno di 4 centim.

Come per balastrini, i vani che risultano nel pluteo devono esser tali da non potervi entrare un cilindro con 14 centim. di diametro.

La soglia delle porte che danno ai terrazzi è costituita da una lastra di pietra o di marmo larga 15 centimetri, spessa da 10 a 12 centim., rialzata sul pavimento da un mezzo ad un centimetro per formare battente all'imposta e terminata superiormente da un piano orizzontale oppure da un piano inclinato in modo da raccordarsi col pavimento del terrazzo.

Dei parapetti in ferro diremo più sotto ragionando sulle figure 369-377.

Per i terrazzini la minima larghezza libera cioè la distanza *a* (fig. 364) fra il muro di facciata e lo spigolo più vicino della cimasa parallela alla facciata dovrebbe essere almeno di m. 0.75 affinchè si possano aprire le persiane e scambiarsi due persone. La lunghezza sia tale che si possano completamente aprire le persiane cioè almeno di m. 2.20.

Il pavimento dei terrazzini, come si disse per i terrazzi, deve trovarsi al piano di quello delle camere, a meno che gravi ragioni non costringano a far diversamente; anche qui lo spigolo che limita il pavimento del terrazzino deve essere allo stesso livello collo spigolo superiore della cornice che corre lungo la facciata; con ciò fare: se il terrazzino è sostenuto da colonne si potrà far ricorrere detta cornice attorno al lembo esteriore del pavimento in modo da formare trabeazione alle colonne sottostanti, se il terrazzino è costituito da un lastrone sorretto da mensole si potrà far ricorrere alcune sagome superiori della cornice (vedi fig. 335) attorno al lastrone nello spessore del medesimo, alcune altre farle ricorrere attorno alle mensole costituendone ciò che chiamasi il cappello delle mensole, le altre sagome che ancora potrebbero trovarsi al disotto e che hanno generalmente pochissima sporgenza si arrestano contro le faccie laterali delle mensole stesse. Queste ricorrenze formano un ordinamento regolare e piuttosto elegante e scemano in parte gli inconvenienti del brutto aspetto dei balconi nelle facciate.

Le mensole in pietra dev'essere incastrate nel muro per una lunghezza non minore di 40 centimetri. La sezione retta della parte incastrata, per le mensole d'un balcone con larghezza libera di circa 90 centimetri, avrà il lato verticale *b* (fig. 364) compreso fra 30 e 45 centimetri, il lato orizzontale *h* fra 20 e 25 centimetri a seconda della bontà della pietra e dell'esigenze della decorazione.

L'altezza *g* del cappello può variare da 7 a 12 cent. Un lastrone che s'appoggi su mensole distanti non più di tre metri, se è di beola e se si ha riguardo alla sua stabilità basterà che abbia spessore di 7 ad 8 centimetri, ma per ragione d'estetica si tiene spesso di 10 a 12 centimetri e raramente maggiore di 15 centimetri. Se è di granito si tiene di non meno di 10 centim.



Fig. 363.
Scala 1 : 10.

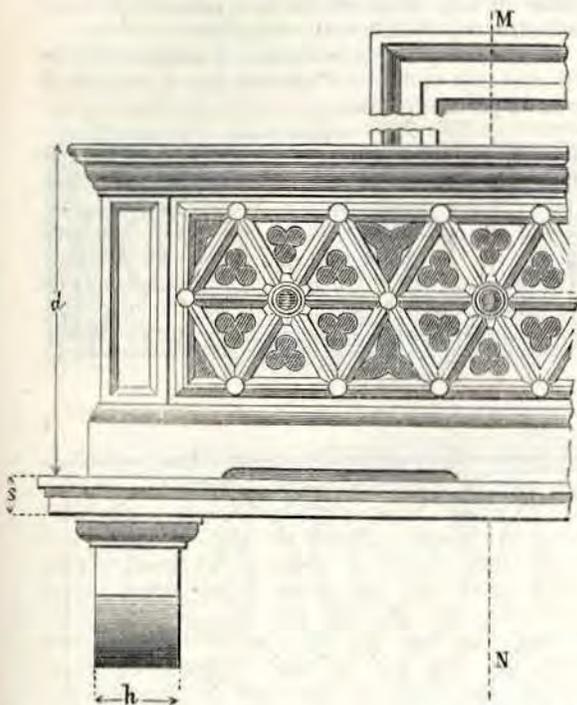
Se è di pietra meno resistente converrà assegnare spessore maggiore rinforzandolo all'uopo con spranghe di ferro.

Sulla superficie inferiore del lastrone e all'ingiro si pratica una scanalatura che serve da gocciolatojo impedendo che l'acqua per capillarità vada a macchiare il

soffitto, il quale talvolta s'intaglia formandovi dei cassettoni od altro basso rilievo che rende molto elegante il balcone.

I balconi hanno d'ordinario pianta rettangolare, alcune volte però presentano contorno semicircolare, semiellittico o con parecchie ed eleganti sagome (fig. 335).

Porzione di elevazione.



Sezione secondo M N.

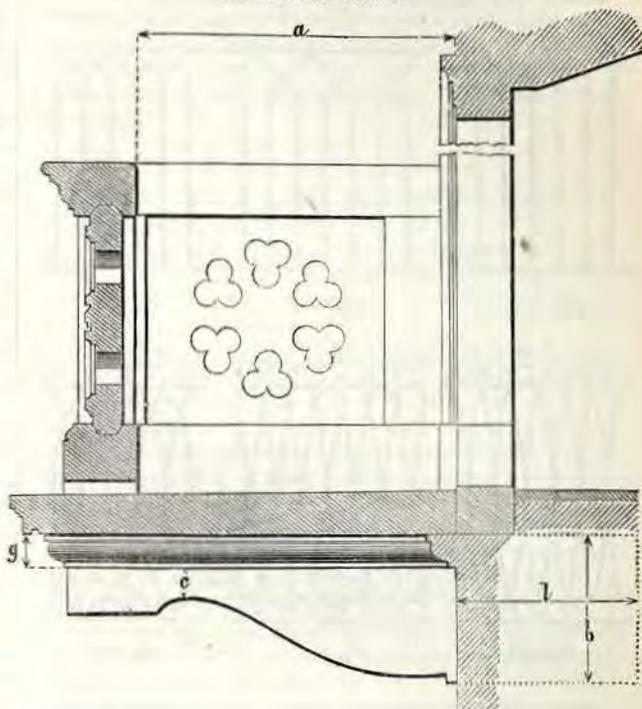
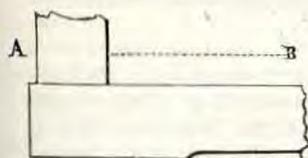


Fig. 364 — Scala 1:20.

I terrazzini tornano quasi sempre a danno dell'estetica delle facciate specialmente se sono numerosi e molto sporgenti, quindi si adatteranno solo ogni qualvolta che, come nelle case da pigione, sono per riescire di grande

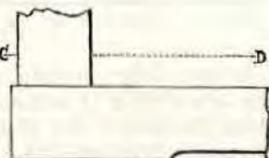
utilità; se ne faranno pochi e col minore possibile aggetto sempre quando non siano d'assoluta necessità, come nei grandiosi palazzi, negli stabilimenti pubblici.

Elevazione.



Sezione A B.

Elevazione.



Sezione C D.

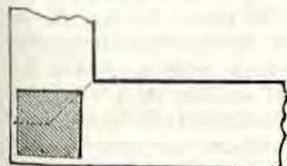


Fig. 365. — Scala 1:20.

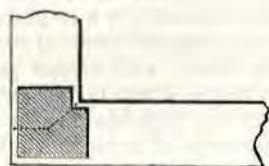
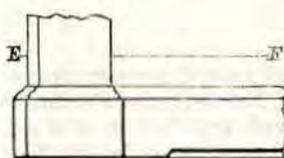


Fig. 366. — Scala 1:20.

Elevazione.



Sezione E F.

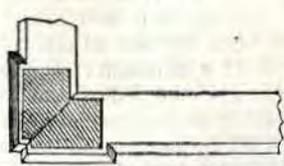
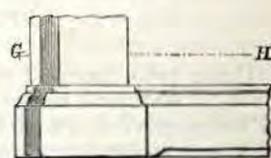


Fig. 367. — Scala 1:20.

Elevazione.



Sezione G H.

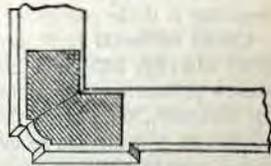


Fig. 368. — Scala 1:20.

Nei terrazzini il parapetto si compone delle stesse parti indicate nei terrazzi.

Questi tre pezzi si collegano fra loro con arpesi di ferro ed i giunti si fanno in guisa da apparire solo sui fianchi del terrazzino, procurando di evitare gli spigoli acuti. Nelle fig. 365, 366, 367, 368, si sono indicate in punteggiato le unioni da adottarsi nei diversi casi che si presentano nella pratica.

Lo zoccolo è costituito da tre pezzi di pietra alti da

I pezzi laterali dello zoccolo si incastrano nel muro da 10 a 12 centimetri.

La cimasa è pure formata di tre parti che si uniscono fra loro in modo analogo a quello indicato per lo zoccolo; essa ha d'ordinario altezza da 12 a 15 centim., cioè minore di quella dello zoccolo, perchè questo risulta in parte nascosto dalla sporgenza del lastrone, quella vedendosi per diagonale appare più massiccia.

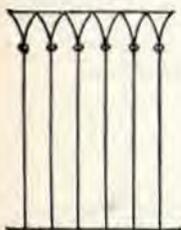


Fig. 369.

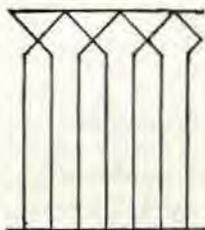


Fig. 370.

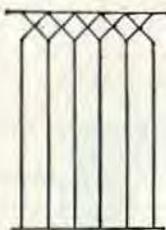


Fig. 371.

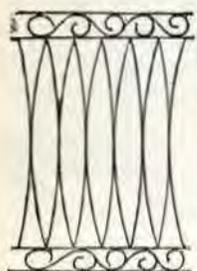


Fig. 372.



Fig. 373.

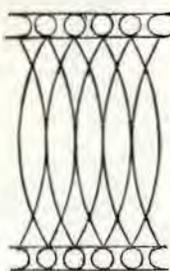


Fig. 374.

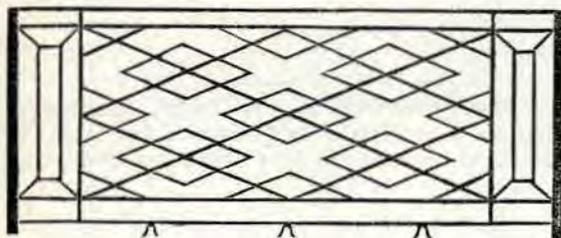


Fig. 375.

Come nello zoccolo i pezzi laterali s'incastrano per circa 12 centimetri nel muro. Nei terrazzini d'ordinario si hanno solo dei pilastrini sugli angoli; però se il terrazzino è molto lungo conviene disporre dei pilastrini intermedi.

È bene che i pilastrini sorgano in corrispondenza delle mensole o delle colonne che sostengono il lastrone.

Quelli collocati sugli angoli sono talvolta di sezione quadrata (fig. 365) con lato di 18 a 35 centimetri; più spesso presentano le sezioni che abbiamo indicato nelle fig. 366, 367, 368, perchè queste disposizioni permettendo di tenere più strette le lastre del basamento e della cimasa, queste risultano meno pesanti e più economiche.

Alcuni usano di formare il parapetto dei terrazzini con solo tre lastre di pietra lavorate a traforo ed unite fra loro mediante arpesi in ferro. Mediante basso rilievo si simulano negli angoli esterni i pilastrini. Queste lastre per presentare sufficiente garanzia di sicurezza debbono tenersi con non meno di 10 centim. di spessore.

Trovansi anche esempi di balconi in pietra coi pilastrini d'angolo sostituiti da semplici balaustini.

Nelle figure 369-377 offriamo vari esempi di parapetti in ferro dai più semplici ai più eleganti. In quelli composti di aste per la massima parte verticali, le distanze fra gli assi di due aste successive siano tali che i vani risultanti fra le medesime non superino gli 11 centimetri affinché non vi sia pericolo per bimbi. Quelli foggianti con aste variamente intrecciate per cui non presentano delle fessure molto alte (fig. 375-377) basterà che i vani risultino di tale ampiezza da non potersi introdurre un cilindro con diametro di 14 centimetri.

I tre primi si potrebbero rendere d'alcunchè più eleganti ripetendo al disotto l'intreccio che si vede praticato nella parte superiore.

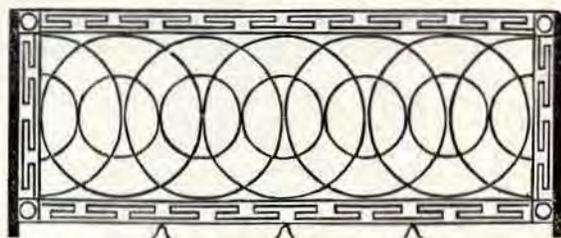


Fig. 376.

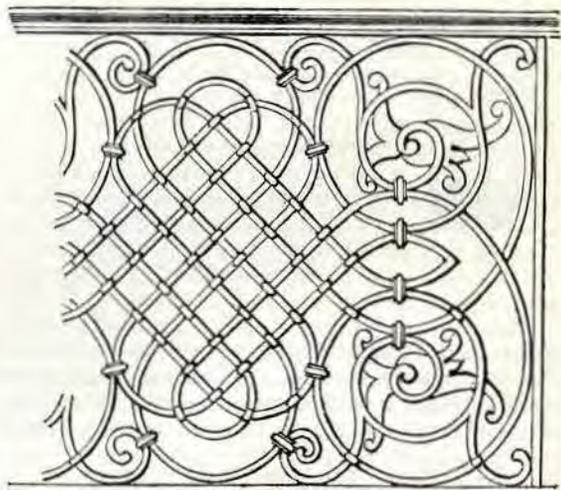


Fig. 377.

Le aste sono generalmente di sezione retta quadrata con lato di 10 a 14 millimetri secondo la minore o maggiore robustezza che si vuole nel parapetto. Esse si attaccano inferiormente e superiormente a due lamine in ferro che presentano sezione retta rettangolare col lato maggiore orizzontale di 32 a 40 millimetri, col lato minore di 8 a 10 millimetri. Queste lamine alla loro volta vengono fissate ai ritzi o piantane d'angolo e quelle sui fianchi s'incastrano per bene nella muratura. Le piantane d'angolo presentano sezione retta quadrata con lato variabile fra 3 e 4 centimetri; si fissano inferiormente al lastrone o alle mensole mediante robuste inginocchiate.

Un parapetto in ferro del genere di quelli rappresentati nelle fig. 369-371 alto 95 centimetri, con verghe quadrate aventi lato di sezione retta di 12 millimetri spaziate fra loro da asse ad asse di 14 millimetri, con lamine al basso ed in alto di sezione retta di millimetri 8 x 32, pesa al metro corrente 12 chilogrammi.

Le piantane d'angolo presentanti 3 centimetri per lato di sezione retta pesano circa 7 chilogrammi ciascuna.

La lamiera inferiore non s'appoggia direttamente al lastrone, si lascia invece rialzata di 3 o 4 centimetri e la si sostiene con peducci in ferro od in ghisa come si vede nelle fig. 375-376. Se non si avesse questa piccola avvertenza quella lamina al cader delle piogge resterebbe per lungo tempo esposta all'umido e verrebbe intaccata e corrosa dalla ruggine.

I parapetti del genere di quelli rappresentati nelle fig. 372-374 cioè presentanti due lamine inferiormente e superiormente pesano da 14 a 16 chilogrammi al metro corrente, giusta la maggiore o minore grossezza delle verghe.

I parapetti in ferro e quelli in ghisa conviene tenerli con altezza un po' maggiore di quelli in pietra cioè dai 95 centimetri ad 1^m. 10. I parapetti in ferro sono d'ordinario muniti di bracciolo in legno. In quelli in ghisa si dispone quasi sempre un ferro appiattito nella parte superiore ed inferiore, perchè la ghisa essendo fragile un urto potrebbe determinarne la rottura.

BALLATOI, RINGHIERE PEI MEDESIMI — LATRINE SUI BALLATOI, VANTAGGI ED INCONVENIENTI — LORO POSIZIONE, LORO PAVIMENTO, ECC.

I ballatoi, che si adottano qualche volta nelle facciate esterne degli edifici ma il più spesso verso i cortili, servono ad ottenere un maggior disimpegno delle camere, a distendere e battere i vestiarii. Nelle case da pig'one si usò spesso di collocare sui ballatoi le latrine mediante muricci con intelajature in legname. Questa disposizione presenta qualche vantaggio dal lato igienico e dal lato economico, riescendo difficile di trovare nell'interno un luogo adatto per collocare le latrine senza grande perdita di spazio; si ha però il grande inconveniente di dover percorrere un tratto allo scoperto per accedere alle medesime, toglie poi ogni proprietà alle facciate interne. Nelle case da pigione che sorgono in giornata, stante i perfezionamenti ottenuti nelle chiusure delle bocche delle latrine, sono quasi totalmente proscritte le latrine sui ballatoi.

I parapetti dei ballatoi verso il cortile si fanno d'ordinario con ringhiere di ferro o di ghisa alte da 1 m. ad 1.05, del genere di quelle indicate nelle figure 369-374. Queste ringhiere vogliono essere rinforzate in corrispondenza delle mensole con bastoncini di maggiori dimensioni (lato di sezione retta circa 3 centimetri) incastrati per bene nelle lastre del ballatoio e delle mensole. Quando non fosse possibile di ottenere inferiormente un saldo incastramento si prolunga in alto il bastoncino in modo da poterlo collegare ad un ferro disposto orizzontalmente ed incastrato nel muro ad un livello che superi almeno di due metri quello del ballatoio.

Il camerino della latrina deve essere ben ventilato ma al riparo dai venti; possibilmente sia esposto a settentrione perchè non si elevi troppo la temperatura.

I camerini dei diversi piani è bene che si corrispondano verticalmente, perchè un sol condotto ed una sola fogna serviranno per due o più latrine. Quando si hanno delle chiostrine torna generalmente opportuno l'aggrupparli attorno alle medesime.

La larghezza dello stanzino varia d'ordinario da m. 0.90 a m. 1.50, la sua lunghezza da 1.50 a 3 metri.

Sui lati dove non si hanno muri maestri conviene adottare parete doppia onde impedire che le possibili infiltrazioni non abbiano a deturpare le pareti esterne.

Le pareti interne dovrebbero sempre essere rivestite per un'altezza di m. 1.50 sul suolo di stucco lucido e di marmo nelle case signorili.

Il pavimento può essere in pietra, in marmo, in cemento od altra sostanza impermeabile.

Nei luoghi pubblici questo pavimento deve essere declive verso il sedile e presentare in vicinanza del medesimo dei fori comunicanti col tubo di scarico.

Quando le latrine si collocano nelle adiacenze della scala, converrebbe adottare finestre fisse procurando la ventilazione con sfiatatoi.

Alla porta della latrina convengono dimensioni piuttosto limitate e bisogna procurare che la chiusura sia ermetica.

Nella latrina si colloca talvolta un lavamani ed uno specchio.

ORDINI ARCHITETTONICI.

Per orline intèndesi il complesso di quelle disposizioni, di quelle forme, dimensioni e proporzioni adottate o suggerite dai migliori architetti, sia per le parti resistenti, sia per le parti di puro ornamento di un edificio o porzioni di esso sorrette da colonne o presentante delle paraste d'incartamento.

Parte essenziale d'un ordine sono adunque le colonne, o pilastri che formano o che fingono il sostegno, e la parte sostenuta che dicesi trabeazione. Molte volte le colonne sono collocate su solidi aventi in complesso la forma di parallelepipedo a base quadrata e che chiamansi i piedestalli. Ciascuna di queste tre parti si divide e suddivida in molteplici altre.

Così il piedestallo presenta spesso inferiormente e superiormente due parti sporgenti che diconsi rispettivamente il basamento e la cimasa, e la parte di mezzo dicesi il dado.

La colonna presenta pur d'ordinario inferiormente e superiormente due parti sporgenti che chiamansi rispettivamente base e capitello.

La trabeazione si compone il più spesso di tre parti, dette architrave, fregio e cornice.

Su ciascuna di queste parti e sulle loro suddivisioni diremo più lungamente in seguito.

Cinque sono gli ordini classici ammessi dalla maggior parte degli architetti, cioè il toscano, il dorico, il jonico, il corinzio, il composito. Nelle fig. 2, 3, 4, 5, 6 (Tav. I) si trovano rappresentati i suddetti ordini colle proporzioni stabilite dal Vignola.

Come si vede, il toscano (fig. 2) è il più semplice e massiccio, un po' meno semplice il dorico, ma tuttavia (fig. 3) presenta aspetto grave e maestoso, più svelto riesce il jonico (fig. 4), sveltissimi e leggiadri il corinzio ed il composito.

Il dorico, il jonico ed il corinzio sono d'origine greca, il toscano, come il nome lo accenna, pare d'origine etrusca (1), e non, come alcuni vogliono, una degenerazione dell'ordine dorico. Il composito è un'intima e felice combinazione del jonico col corinzio.

Per determinare le diverse parti di un dato ordine e poterle fra loro paragonare si usò dal Vignola e dalla maggior parte degli architetti di scegliere per unità di misura il raggio della colonna e si chiamò modulo; il modulo si divide in parti per poter precisare le dimensioni delle piccole modanature. Il Vignola divise il modulo in dodici parti per l'ordine toscano e pel dorico, ed in diciotto pel jonico, pel corinzio e pel composito.

Secondo Vignola, quando si ha l'altezza totale d'un dato ordine compreso il piedestallo, dividendola in 19 parti eguali, le prime quattro a partire dal basso stanno a rap-

(1) CHARLES CHIFFEZ, *Histoire critique des origines et de la formation des ordres grecs*, pag. 330.

presentare l'altezza del piedestallo, le dodici successive quella della colonna, le cinque rimanenti quella della trabeazione.

Quando si avesse l'altezza d'un ordine senza piedestallo basterà dividerla in cinque parti; di esse, le prime quattro a partire dal basso rappresentano l'altezza della colonna, la parte rimanente sarà l'altezza della trabeazione.

Ordine toscano.

Nella fig. 1 (Tav. II) si ha il particolare della trabeazione e della colonna.

Nella fig. 9 (Tav. I) si ha l'intercolonnio semplice.

Nella fig. 1 (Tav. III) si ha l'intercolonnio con arco e piedestallo.

Ordine dorico.

Nella fig. 2 (Tav. II) si ha il piedestallo dorico.

Nella fig. 3 (Tav. II) si hanno i particolari della trabeazione dorica. In questa il fregio è decorato con triglifi cioè da parallelepipedi di pochissima sporgenza presentanti delle scanalature a sezione triangolare.

I triglifi traggono la loro origine dalla sporgenza delle travi appoggiate agli architravi.

I piccoli tronchi conici o piramidali che stanno sotto ai triglifi diconsi gocce o campane.

La parte del fregio compresa fra due triglifi successivi dicesi metopa. Le metope talora sono piane, tal'altra ornate con stemmi, teschi, scudi od altri bassi rilievi.

I triglifi hanno generalmente larghezza di un modulo; la metopa è larga quanto è alto il fregio.

Quando la trabeazione dorica sta sopra un colonnato si ripartiscono i triglifi in modo che sugli assi delle colonne cadano a piombo gli assi dei triglifi.

Nella fig. 5 (Tav. IV) sono rappresentati i particolari della trabeazione dorica ornata di dentelli.

Nella fig. 1 (Tav. I) i particolari dell'ordine dorico con colonna scanalata e senza base.

Nella fig. 8 (Tav. I) l'intercolonnio semplice.

Nella fig. 2 (Tav. III) l'intercolonnio con arco.

Nella fig. 3 (Tav. III) l'intercolonnio con arco e piedestallo.

Ordine jonico.

Nella fig. 4 (Tav. II) si ha il piedestallo jonico.

Nella fig. 5 (Tav. IV) si trovano rappresentati i particolari della trabeazione e del capitello jonico.

Nella fig. 8 (Tav. I) l'intercolonnio semplice.

Nella fig. 4 (Tav. III) l'intercolonnio con arco.

Nella fig. 4 (Tav. III) l'intercolonnio con arco e piedestallo.

Nella fig. 6 (Tav. II) abbiamo il piedestallo corinzio.

Nella fig. 7 (Tav. II) il capitello della colonna e la trabeazione.

Nella fig. 10 (Tav. IV) i particolari del capitello corinzio.

Nella fig. 11 (Tav. I) l'intercolonnio semplice.

Nella fig. 6 (Tav. III) l'intercolonnio con arco.

Nella fig. 7 (Tav. III) l'intercolonnio con arco e piedestallo.

Ordine composito.

Nella fig. 8 (Tav. II) abbiamo il piedestallo composito.

Nella fig. 9 (Tav. II) il capitello e la trabeazione composita.

Nella fig. 11 (Tav. IV) i particolari del capitello.

Nella fig. 10 (Tav. I) l'intercolonnio semplice.

Nella fig. 8 (Tav. III) l'intercolonnio con arco.

Nella fig. 9 (Tav. III) l'intercolonnio con arco e piedestallo.

Le figure 10 e 11 della Tav. IV e tutte quelle della Tav. V verranno descritte in seguito nel parlare dei capitelli, a pag. 307 e 308.

COLONNE, BASE, FUSTO, CAPITELLO, TRABEAZIONE, ARCHITRAVI, FASCIE, CORNICI, FREGIO, CORNICIONE, GOCCIOLATOJO, CORNICIONE BRAMANTESCO, CORNICIONE MEDIOEVALE.

Colonne dall'architetto e dal costruttore diconsi quei solidi vuoti in pietra, vuoti in legno od in metallo che presentano sezione retta circolare o derivata da questa coll'esportarne alcune piccole porzioni, che hanno complessivamente figura cilindrica leggermente conica, che si dispongono col loro asse verticale e che servono d'ordinario a sostenere piattabande od archi in muratura di pietra o di cotto, a sostenere travi in legno od in metallo rettilinee od arcuate che costituiscono l'armatura dei grandi solai delle tettoje e dei ponti metallici. Furono anche applicate come sostegno delle gomene dei ponti sospesi, e si usano poi negli edifici anche per semplice ornamento. Citerò finalmente le colonne monumentali erette sulle pubbliche piazze a sostegno di statue per ricordanza di qualche gran fatto o per tramandare ai posteri la grandezza, la civiltà, la religiosità di un popolo: colonna Trajana a Roma, colonna Vendôme a Parigi.

Nelle colonne si hanno ordinariamente tre parti, la base, il fusto, il capitello.

La base, che ne è la parte inferiore, è il più spesso profilata in modo da presentare un ampio quadrato per superficie d'appoggio. Ciò rende più stabile la colonna, ed inoltre, ripartendosi la pressione su di una maggiore superficie, mette il pilastro di fondazione in buone condizioni per resistere alle pressioni che lo sollecitano. Questa porzione inferiore della base non è altro che un prisma a base quadrata e dicesi dagli architetti il *plinto*; non sono rari però gli esempi di basi finienti inferiormente con plinto cilindrico od a prisma a base ottagonale anziché quadrata, come si danno anche esempi di colonne senza base (Tav. I, fig. 1) e di basi senza plinto (Tav. V, fig. 8 e 11). Queste disposizioni convengono allorché le sporgenze della base sono per riescire d'incaglio al libero passaggio o troppo soggette ad essere guaste.

La base si tiene d'ordinario con altezza pari al raggio della colonna; però quando le colonne sono site in alto per rapporto all'osservatore, conviene assegnargli altezza maggiore; ciò si vede praticato dai migliori architetti negli edifici ad ordini sovrapposti, in taluni dei quali le colonne più alte raggiungono ad avere per altezza della base l'intero diametro della colonna. L'aumento non si ottiene coll'aumentare di numero le sagome, ma solo coll'alterarne le altezze. Queste basi, che viste da vicino sembrerebbero deformi, ottengono il completo loro effetto quando sono viste dal basso.

Il fusto, di forma generalmente cilindrica, presenta inferiormente e superiormente delle leggere sporgenze (dette, imoscapo l'inferiore, sommoscapo la superiore) costituite da un listellino e da un guscio. Astrazione fatta dell'imoscapo, il fusto conserva d'ordinario pel suo primo terzo dell'altezza sezione retta, circolare, costante, va poscia rastremandosi in modo da risultare il diametro nella sezione superiore più ristretta, dai tre quarti ai cinque sesti del diametro comune alle sezioni del primo terzo inferiore. Questo diametro poi si tiene da un settimo ad un decimo dell'altezza dell'intera colonna, secondo che essa deve presentare carattere di grande o media robustezza, oppure carattere svelto ed elegante.

La rastremazione può ottenersi col metodo che vo ad indicare ragionando sulla fig. 1, A della tavola IV.

Esso consiste nel segnare una verticale, che starà a rappresentare l'asse della colonna, nel tracciare il profilo del terzo inferiore e la semicirconferenza che si vede in figura; si traccia quindi una retta orizzontale al livello inferiore del sommoscapo e su questa retta a partire dall'asse si porta a destra ed a sinistra il raggio che in quella sezione deve presentare la colonna. Dai due punti così individuati conduco due parallele all'asse che vanno ad incontrare la semicirconferenza in due punti. Si dividerà le due porzioni estreme della semicirconferenza limitate da questi punti in un certo numero di parti eguali, per es., in sei, e nello stesso numero di parti si divide la porzione d'asse compresa fra il centro della semicirconferenza e l'orizzontale superiormente condotta. Dai punti di suddivisione della semicirconferenza e dell'asse si condurranno rispettivamente delle verticali e delle orizzontali. I punti d'intersezione di ciascuna coppia di rette saranno altrettanti punti del profilo della colonna.

Un altro metodo per segnare il profilo della colonna è il seguente (vedi fig. 1 B, Tav. IV). Si traccia una retta verticale lunga quanto deve essere alta la colonna e sulla orizzontale passante per l'estremità superiore si porta da una parte, per esempio a destra a partire dall'asse, il raggio che la colonna deve presentare in alto, giusta le norme più sopra accennate. Questo sarà il punto estremo che limita superiormente il profilo di destra della colonna. Fatto centro in questo punto, con raggio eguale a quello che la colonna deve presentare nella parte più grossa, si descrive un archetto che intersechi l'asse della colonna in un certo punto. Unendo con una retta questo punto coll'estremo assunto per centro dell'archetto, si avrà una retta inclinata che andrà ad intersecare l'orizzontale condotta pel terzo dell'asse. Conducendo da questo punto d'intersezione tante rette, quante si vogliono, che vadano a tagliare l'asse della colonna, e pigliando sulle medesime a partire dall'asse e dalla parte di destra dell'asse stesso quantità eguali al raggio inferiore della colonna, gli estremi determineranno tanti punti del profilo di destra della colonna stessa.

Il profilo di sinistra si potrebbe tracciare in modo analogo, ma esso evidentemente riesce simmetrico all'altro per rispetto all'asse.

Con questo metodo la colonna riesce leggermente rigonfiata assumendo la sua massima sezione precisamente in corrispondenza del terzo dell'altezza; quando non si volesse questo rigonfiamento basterà limitare la costruzione accennata del profilo per la parte soprastante alla retta orizzontale che passa pel terzo dell'asse, e tracciare una verticale per la parte sottostante a questa retta.

Nel fusto si praticano talvolta delle scanalature per modo che la sezione retta si presenta (fig. 378) limitata da 20 archi di circolo concavi verso l'esterno, coi centri sui vertici dei triangoli equilateri costruiti sulle loro corde; ovvero (fig. 379) sui vertici, come V, dei triangoli rettangoli isosceli V M N pure costruiti sulle corde prese come ipotenuse. Queste disposizioni si adottano specialmente per le colonne che hanno carattere di robustezza.

Per le colonne più svelte, come il jonico, il corinzio, il composito, si praticano le scanalature in modo da presentarsi la sezione retta (fig. 380) limitata da 24 archi, coi centri sulla circonferenza, chè limiterebbe la sezione se non fosse scanalata, alternati con 24 piccole porzioni della circonferenza di sezione retta aventi corda compresa fra il mezzo ed il terzo della corda degli altri archi. Nel secolo XVII si usarono poi di frequente le co-

lonne con fusto in pampanato, panzuto, elicoidale o con altre forme più o meno bizzarre (fig. 381, vedi anche fig. 335). Un modo di tracciare il profilo delle colonne elicoidali è il seguente (Tav. IV, fig. 1): segnato l'asse della colonna, si divide in 48 parti eguali mediante rette orizzontali e si traccia attorno all'asse l'elica

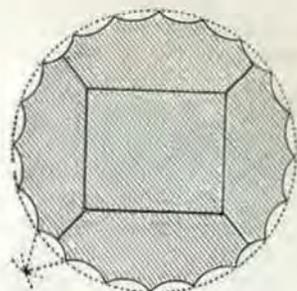


Fig. 378.

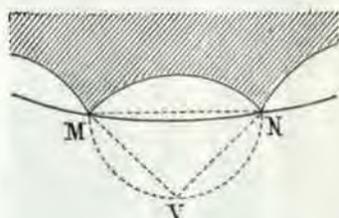


Fig. 379.

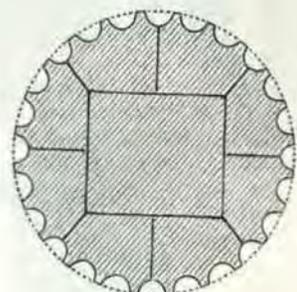


Fig. 380.

che ha per proiezione orizzontale una circonferenza di circolo di raggio eguale a circa 4 parti e per passo un ottavo dell'altezza della colonna. Quest'elica si compone perciò di otto spire. A partire dai punti in cui l'elica è incontrata dalle orizzontali condotte, si porteranno a destra e a sinistra sulle medesime delle lunghezze rispettivamente eguali a quelle dei raggi che competerebbero alle sezioni determinate da quelle orizzontali, nella colonna definita in uno dei modi dianzi descritti: si individueranno così tanti punti, che convenientemente uniti con due sinusoidi ci daranno il voluto profilo della colonna elicoidale.

Il capitello, cioè la parte superiore della colonna, serve colle sporgenze delle sue sagome a fornire un buon appoggio all'arco ed all'architrave. Esso si decora più o meno riccamente vuoi con semplici modanature, vuoi con volute, vuoi con fogliami o con figure.

Nelle fig. 10 e 11 (Tav. IV) sono rappresentati rispettivamente il capitello corinzio e composito. In essi nella metà di destra si vede la campana ossia il nucleo del capitello spogliato d'ogni ornamentazione; sono però indicati in questa metà i profili dei due ordini inferiori di

foglie e di una delle grandi volute, indispensabili per costruire con l'aiuto della pianta sottostante l'elevazione completa del capitello come si vede rappresentata nelle metà di sinistra.

Nelle piante si osserva che la tavola del capitello è approssimativamente un quadrilatero curvilineo del quale le mezze diagonali sono lunghe 2 moduli, e i lati sono gli archi di cerchio che hanno i centri nei vertici dei triangoli equilateri fatti sopra le rette che uniscono le estremità delle diagonali.

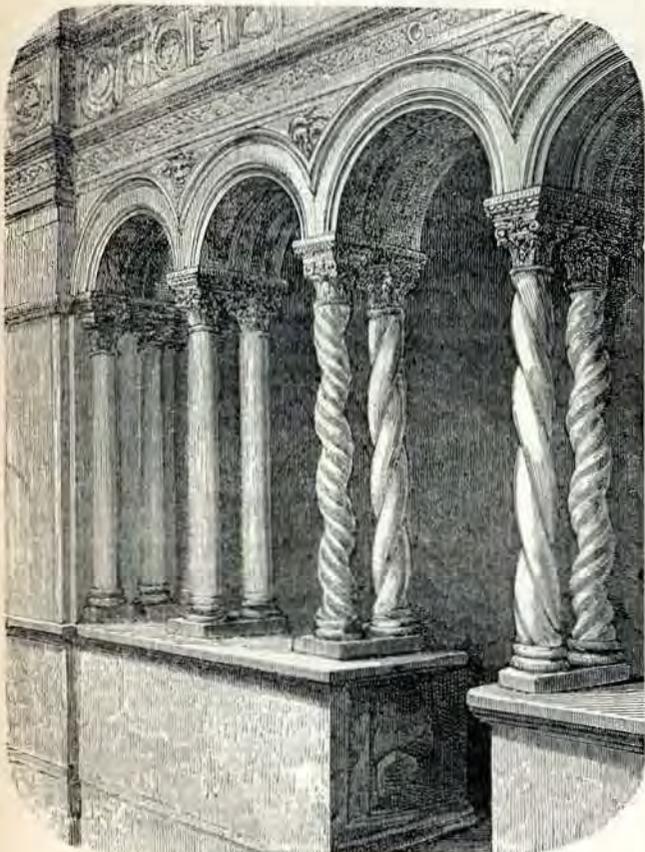


Fig. 381. — Chiostrino di S. Giovanni Laterano a Roma (architettura del Vassalletto).

Nella fig. 2 della stessa tavola è segnata la base attica che si usa comunemente tanto per le colonne d'ordine dorico, quanto per quelle d'ordine jonico, corinzio e composito; in A, a fianco di questa base, è indicata la costruzione della sua membratura di mezzo, detta la scozia, secondo la regola proposta dal Vignola.

Nella Tavola V si trovano rappresentati parecchi capitelli ricavati dai migliori monumenti greci e romani.

Fig. 1, capitello corinzio preso dal monumento coragico di Lisicrate in Atene.

Fig. 2, capitello composito di S. Pietro in Albano.

Fig. 3, capitello composito tolto dalla sala delle terme di Diocleziano.

Fig. 4, capitello dorico rinvenuto nelle antichità di Albano.

Fig. 5, capitello dorico del piccolo tempio di Pesto.

Fig. 6, capitello dorico delle terme di Diocleziano.

Fig. 7, capitello dorico del gran tempio di Pesto.

Fig. 8, base e capitello corinzio ricavato dal palazzo dei Cesari a Roma.

Fig. 9, capitello dorico del tempio d'Apollo a Delo.

Fig. 10, capitello jonico della Villa Borghese a Roma.

Fig. 11, ci rappresenta due capitelli jonici ed una base. Il capitello superiore è tolto dal tempio della Fortuna presso Roma, quello inferiore colla rispettiva base è ricavato dal tempio d'Eretea in Atene.

Fig. 12, capitello corinzio ricavato dal tempio di Giove Statore a Roma.

Fig. 13, mezzo capitello jonico secondo Vignola; costruzione della voluta: il centro dista orizzontalmente un modulo dall'asse della colonna, e verticalmente dista 9 parti dal suo punto di partenza, ossia dal piede della gola della tavola.

Il profilo esterno di questa voluta è una curva composta di tanti successivi quadranti di cerchio raccordati, aventi i centri sopra le mediane di un quadrato che è inserito in un cerchio avente per raggio una parte, distribuiti regolarmente come è indicato più in grande nella attigua figura in ABCD. Il profilo interno è un'altra spirale policentrica il cui punto d'origine è collocato verticalmente una parte più in basso del punto d'origine della spirale precedente, ed i centri si trovano corrispondentemente ai centri del 1° giro sopra le mediane, ma spostate alquanto verso il centro.

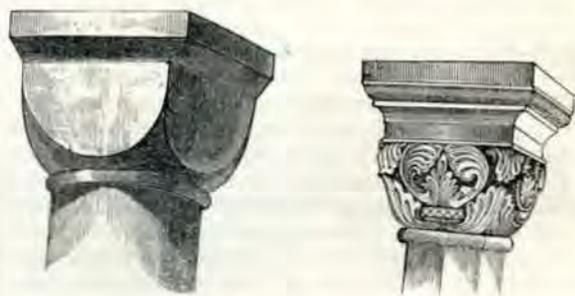


Fig. 382.

L'altezza del capitello si tiene eguale o poco maggiore del raggio della colonna se è decorato con sole modanature (Tav. V, 4, 5, 6, 7, 9); si tiene da 0.5 ad 1.3 del diametro se è ornato con fogliami. Il capitello con sole modanature è il più spesso costituito da un tondino nella parte inferiore, del fregio sormontato da alcune modanature sporgenti, fra le quali si hanno a distinguere il cimasio e l'abaco ricavate nella tavola superiore.

Pei capitelli ornati con volute dello stile jonico (Tavola V, fig. 11 e 13) manca d'ordinario il fregio, e le modanature, costituite generalmente da un ovolo intagliato o non e da un tondino liscio o lavorato a perle, occupano un'altezza eguale a circa il terzo del diametro della colonna. Alcune volte però il capitello jonico si usa ornarlo con un fregio in basso rilievo (Tav. V, fig. 11). Per rimediare all'inconveniente che presenta il capitello jonico, del presentare forma diversa sulle faccie adjacenti, si usa talora di tenere le volute in curva, cioè si adotta la disposizione rappresentata nella fig. 10, Tav. V.

Nelle fig. 382 abbiamo due capitelli cubiformi di stile romanico, uno ornato, l'altro non.

Nelle fig. 383 abbiamo due capitelli di stile bizantino sormontati da pulvino. I capitelli di questo stile hanno in complesso forma di tronco di piramide colle faccie più o meno ornate; i pulvini soprastanti, che sono caratteristici dello stile bizantino, hanno pure forma di tronco piramidale e servono unitamente ai capitelli ad ingran-

dire la base d'appoggio degli archi. I pulvini sono d'ordinario ornati con rilievi o con circoli contenenti monogrammi.

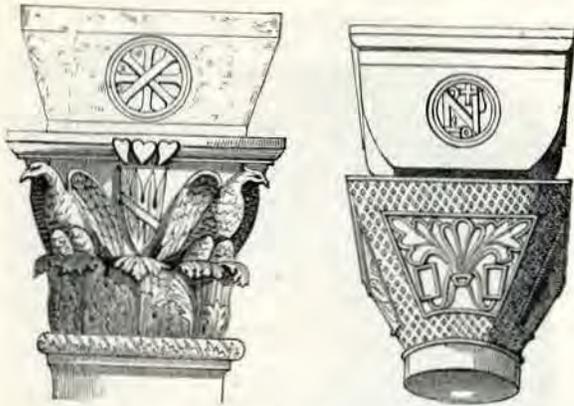


Fig. 383.

Nelle fig. 384, 385, 386, 387 si trovano rappresentati altri bizzarri capitelli usati nell'architettura persiana, bisantina, egizia, ed araba.

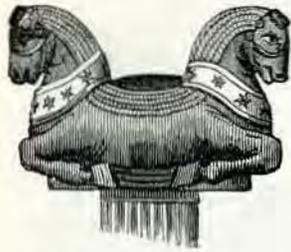


Fig. 384. Capitello persiano.



Fig. 385. Capitello bisantino



Fig. 386. Capitello egizio.



Fig. 387. Capitello arabo.

I pilastri sono sostegni in muratura od in pietra a sezione retta quadrata, rettangolare, poligonale od a croce. Servono come le colonne a sopportare travi, piattabande ed archi.

Hanno sulle colonne lo svantaggio di occupare un maggior spazio, di riescire coi loro spigoli di qualche ingombrò alla libera circolazione e di non permettere quell'abbondanza di luce e rinnovamento d'aria che con quelle si può ottenere; risultano peraltro assai più economici, e quindi da adottarsi in tutti quei casi dove non tornano di grave nocimento gl'inconvenienti accennati.

Colonne in ghisa. In molti edifizii moderni ed in ispecie in quelli industriali si usano oggidì assai le colonne in ghisa, le quali offrendo con una sezione retta relativamente piccola un conveniente grado di stabilità, usufruiscono in sommo grado dei vantaggi che le colonne hanno sui pilastri. Per le colonne in ghisa il diametro varia d'ordinario fra $\frac{1}{10}$ ed $\frac{1}{25}$ dell'altezza.

Nella decorazione con ordinanze le altezze delle diverse membrature, prescritte dagli ordini architettonici (tav. I, II, III) e che possono convenire per gli edifizii monumentali, come chiese, archi trionfali, teatri, ecc., difficilmente si possono adottare per gli ordinarii fabbricati d'abitazione senza incorrere in gravissimi inconvenienti. Bene spesso nelle ordinanze sovrapposte conviene per gli ordini inferiori diminuire le sporgenze e le altezze delle cornici per non togliere le visuali o per far sì che i diversi ambienti non abbiano a riescire insufficientemente illuminati. Ai piedestalli si sostituiscono gli zoccoli per ottenere altezze convenienti pei parapetti.

Nel cornicione di coronamento conviene talvolta assegnare maggior altezza al fregio per ricavare in esso delle finestre (V. fig. 383 e 384) per dar luce agli ambienti dell'ultimo piano; tal'altra conviene tenere più ribassate tutte od alcune delle tre membrature (architrave, fregio, cornice) per ottenere al di sotto, per le finestre dell'ultimo piano, altezza conveniente. A questo scopo si sopprime spesso volte l'architrave ottenendosi il così detto cornicione architravato, e molte volte si sopprime altresì il fregio, e rimane la sola cornice composta della cimasa del gocciolatojo e di poche altre sagome nei cornicioni più modesti; della doccia, del gocciolatojo, dei modiglioni, delle mensole, dei dentelli nei cornicioni di maggior importanza.

Negli edifizii antichi cimasa e gocciolatojo sono ricavati in un sol pezzo di pietra che presenta superiormente una scanalatura per raccogliere e smaltire le acque del tetto.

Negli edifizii moderni la cimasa è d'ordinario costituita dalla doccia, vuoi in latta, vuoi in zinco, in lamiera di ferro zincato od in rame. La sua altezza varia da m. 0.15 a 0.30. Le docce di latta sono le più usate perchè richiedono piccola spesa d'impianto, hanno però il grave inconveniente di ossidarsi facilmente, cosicchè richiedono continue spese di manutenzione.

I migliori costruttori moderni preferiscono le lamiere di zinco o quelle di ferro zincato che sono di durata assai maggiore.

Negli edifizii monumentali si usò e si usa la lamiera di rame, la quale costa circa il quadruplo di quella di latta, ma presenta il gran vantaggio di non richiedere spese di verniciatura e di essere di grandissima durata.

La doccia si attacca all'arcareccio mediante delle staffe in ferro.

L'arcareccio non deve appoggiarsi sul gocciolatojo, ma bensì a travicelli come *b* (fig. 388), detti buttafuori, che si fissano ai puntoni P.

Il gocciolatojo cioè quello che occupa l'altezza *g* (fig. 388) si compone d'una parte verticale detta frontalino e di una orizzontale detta sottogrondio. Nei cornicioni più modesti il frontalino è costituito da una fascia sormontata da un guscio e da un listello (fig. 388); dalla fascia con svariate sagome al di sopra nei cornicioni di maggior ricchezza. Nel sottogrondio si pratica una scanalatura che arresta e costringe a cadere le acque che per caso venissero a travasare dalla doccia e che andrebbero a macchiare la facciata.

Negli edifizii di riguardo frontalino e sottogrondio si tengono in un sol pezzo di pietra. Nelle ordinarie fab-

briche d'abitazione si costruiscono in due parti, cioè (fig. 388) si forma il sottogrondio con una lastra di beola o di gneis spessa da 6 ad 8 centimetri, incastrandola nel muro di tanto quanto essa sporge. Il frontalino si forma d'ordinario con struttura laterizia mediante tavelle o mattoni sagomati. Si forma talvolta con pezzi di pietra lavorata; quando questi pezzi di pietra hanno dimensioni considerevoli conviene assicurarli al muro mediante tiranti in ferro.

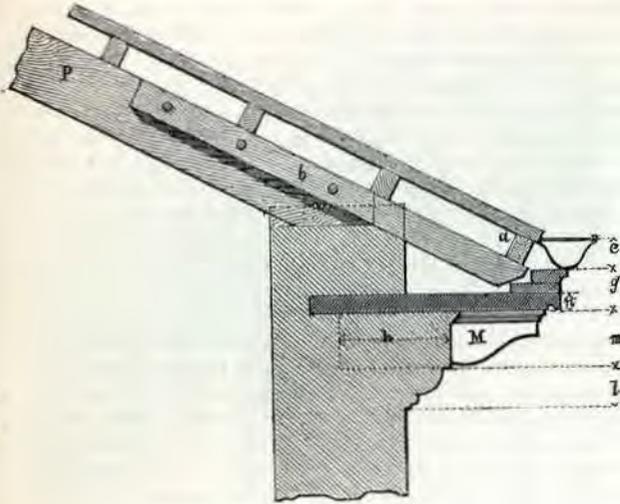


Fig. 388.

Si aggiunge ricchezza al cornicione con lavorarne il sottogrondio a cassettoni, a bassi rilievi, come si vede praticato nella fig. 3 Tav. III e fig. 5 Tav. IV, oppure coll'attaccarvi dei rosoni muniti di perni in ferro lavorati a vite all'estremità, che permettono, introducendoli in fori praticati nella lastra del sottogrondio, di fissarli al di sopra mediante chiocciola.

I modiglioni o le mensole che spesso si usano sotto il gocciolatojo avevano anticamente l'ufficio di sostenerlo ed erano in pietra. Oggi giorno questi modiglioni si costruiscono il più spesso in terra cotta od in cemento e non sono che un motivo di decorazione. Tanto è vero che non servono a sostenere il gocciolatojo, che si mettono il più di frequente a sito dopo che il gocciolatojo è finito, introducendone le code nei fori appositamente lasciati nel fabbricare il cornicione. Queste code, che servono a fissare i modiglioni al muro, sono di forma parallelepipedica e s'addentrano nel muro per una lunghezza h di circa 25 centimetri. Questi modiglioni si foggiano generalmente con cavità interne per renderli meno pesanti.

La parte esterna dei modiglioni si foggia secondo svariatissime forme; talvolta sono semplici parallelepipedi con o senza cappello (vedi Tav. II, fig. 3), tal'altra presentano i profili indicati nelle figure 388-396, tal'altra ancora si presentano sotto forma di voluta semplice od ornata con foglie (Tav. II, fig. 7).

Nei cornicioni decorati contemporaneamente da modiglioni e da mensole queste sono contenute nell'altezza della cornice, oppure vengono ricavate nell'altezza del fregio (fig. 389, 390).

I dentelli, gli ovoli e l'altre membrature formanti la restante parte del cornicione sono qualche volta formati con pezzi di pietra fissati al muro con staffe in ferro, d'ordinario però si adottano pezzi di cemento o di terra cotta appositamente modellati, oppure si ricavano nella

stessa muratura con opportune rientranze e sporgenze dei mattoni, regolarizzate e ridotte alla precisa forma voluta colla malta.



Fig. 389. — Cornicione d'un palazzo di Bologna.

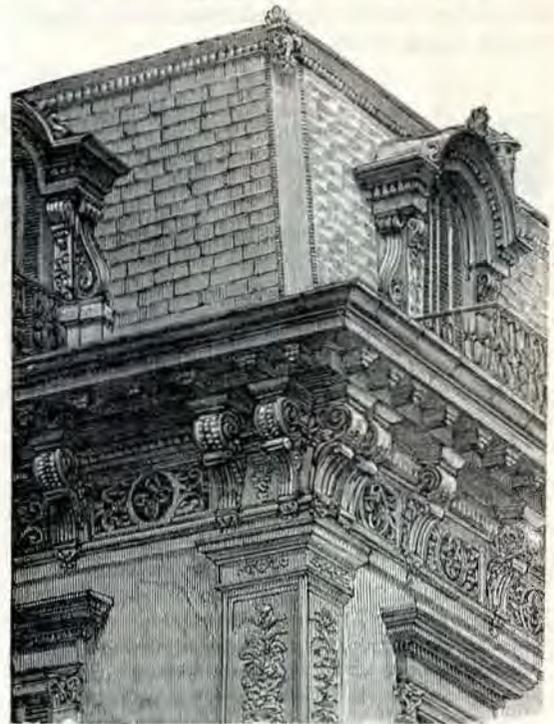


Fig. 390. — Cornicione del palazzo Maspero (archit. ing. Petitti).

Nella fig. 391 abbiamo rappresentato in sezione il cornicione che venne adottato a Roma in molti dei moderni fabbricati. La doccia è come nel sistema sopra indicato, attaccata all'armatura del tetto, ma non forma più l'ultima sagoma del cornicione essendo collocata in dietro e più in alto. Si ha con questa disposizione il vantaggio di poter assegnare ai diversi tratti di doccia compresi fra i successivi tubi scaricatori, pendenze convenienti pel pronto scolo delle acque; si ha il vantaggio di poter tenere i tubi scaricatori rettilinei, per modo che meno facilmente si producono gli ingorghi ed i travasamenti di acqua, causa di deturpamento delle facciate; più pronte e facili tornano le riparazioni occorrenti.

La maggiore spesa per la sopraelevazione dei muri, credo sia abbondantemente compensata dal minor costo

dei tubi scaricatori perchè non richiedono gomiti, e dalla minore spesa di manutenzione.

Un cornicione che si vede adottato in molti edifici è quello che rappresentiamo nelle figure 392-396 colla soluzione dei diversi casi che si presentano circa la posizione dei modiglioni in prossimità degli spigoli del fabbricato.

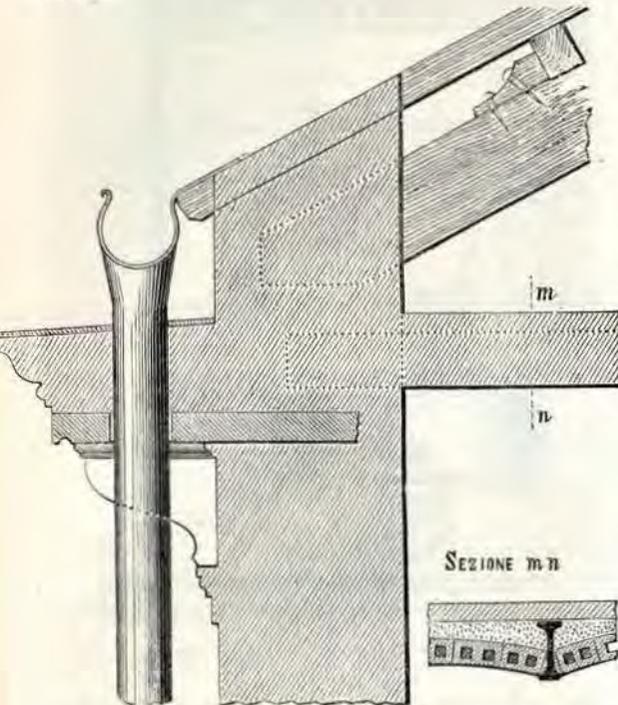
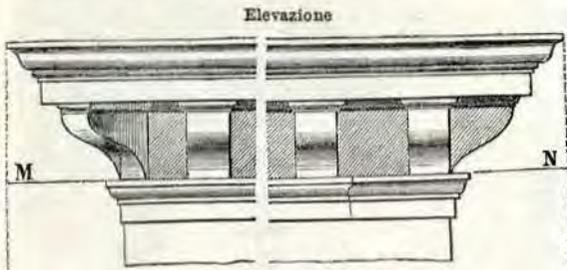


Fig. 391.

Questo cornicione è detto Bramantesco, perchè dal Bramante ideato ed applicato in parecchi edifici, fra' quali quello graziosissimo in via del Governo a Roma.



Sezione M N

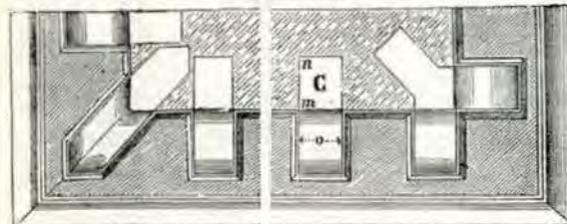


Fig. 392.

Fig. 393.

Nella fig. 392 si trova rappresentato il caso più semplice, cioè quello in cui i modiglioni normali prossimi allo spigolo hanno dal medesimo tale distanza da essere necessario un modiglione d'angolo e possibile l'incastamento della sua coda.

Nella fig. 393 si ha il caso in cui i due modiglioni normali estremi contigui sono così disposti da incontrarsi con due delle facce laterali proprio sullo spigolo del fabbricato. In questo caso non è possibile il modiglione di angolo ed i due modiglioni normali prossimi allo spigolo vogliono essere ricavati o gettati in un sol pezzo, in modo cioè da presentare una coda comune per l'incastamento.

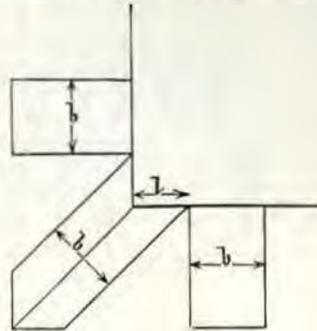
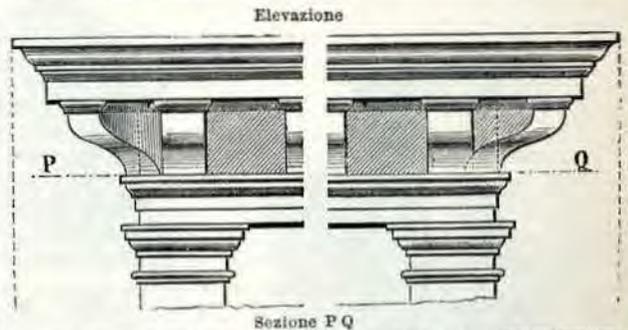


Fig. 394.

I modiglioni normali si tengono con larghezza b (figura 394) di circa 20 centimetri; i modiglioni d'angolo devono presentare la stessa larghezza. Quando la distanza l fra lo spigolo del muro ed il fianco più vicino del prossimo modiglione normale fosse minore di $b\sqrt{2}$ ma di pochi centimetri, e che i modiglioni normali estremi fossero di posizione obbligata per doversi trovare (fig. 396) sugli assi di sottostanti paraste, non si può, come nel caso precedente, far a meno del modiglione d'angolo, perchè si avrebbe nel sottogrondio un quadrato molto ampio e di bruttissimo aspetto, e non conviene adottare la disposizione della fig. 392 perchè non vi sarebbe posto per l'incastamento della coda del modiglione d'angolo; nè converrebbe il ripiego di tenere i tre modiglioni con una coda comune, perchè le superficie di facciata sarebbero



Sezione P Q

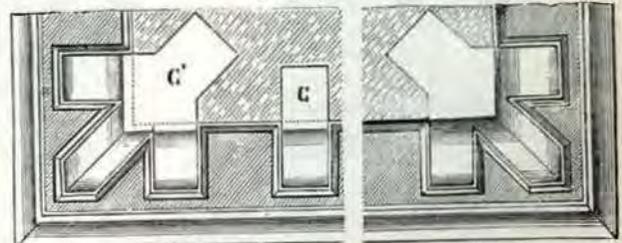


Fig. 395.

Fig. 396.

in parte continue, cioè presenterebbero la viziosa disposizione rappresentata nella fig. 396. Si rimedia a quest'inconveniente coll'adottare la disposizione rappresentata nella fig. 395, ottenuta coll'assegnare un conveniente aggetto, alle basi d'appoggio, dal vivo muro.

Nella fig. 397 si trova rappresentato in elevazione e sezione una porzione del cornicione di una delle case private progettate dal Promis.

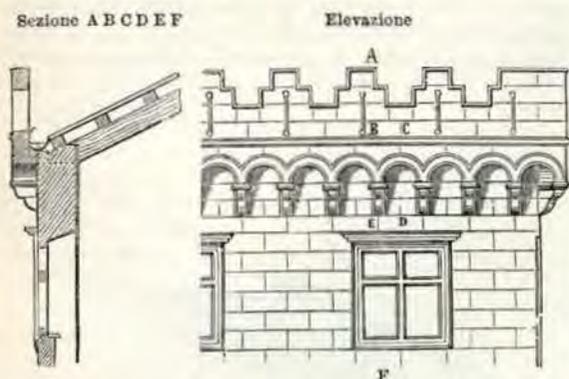


Fig. 397.

Questo genere di cornicione ad archetti, merli e feritoje, quasi tradizionale nei castelli dei principi e feudatarii del medio evo, fu anche molto usato negli antichi palazzi municipali, e torna adattatissimo per caserme od altri edifizii militari.

I merli e le piombatoje servivano anticamente per impedire gli atti di rappresaglia e difendersi dagli assalti; alcuni fori praticati nel cornicione in corrispondenza della porta servivano per gettare l'olio bollente su chi, superati i primi ostacoli, si attentasse d'atterrarla.

Due esempi rimarchevoli sono il cornicione del palazzo Venezia in Roma (fig. 398); e quello del palazzo della Signoria a Firenze.

Un'applicazione moderna di quel cornicione si ha nella caserma della Cernaja a Torino d'architettura del generale G. Castellazzi.

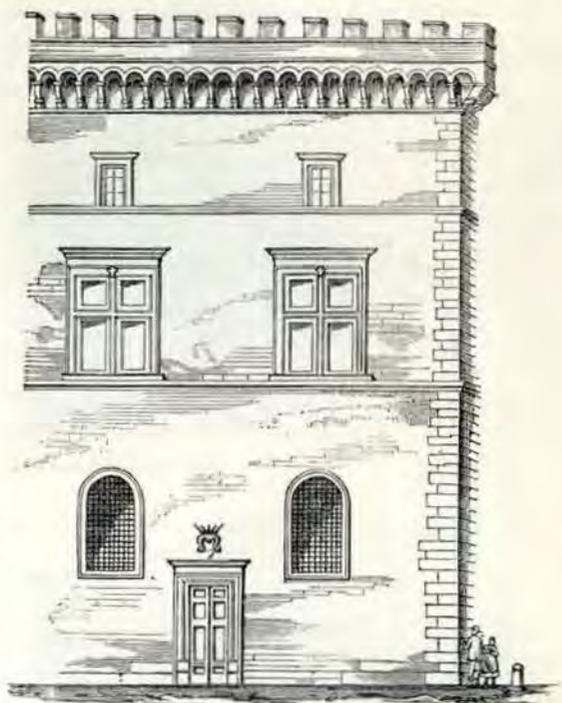


Fig. 398. — Palazzo di Venezia a Roma.

Questa disposizione ad archetti venne in alcuni casi usata per altro scopo, cioè quello di portare in isbalzo



Fig. 399.

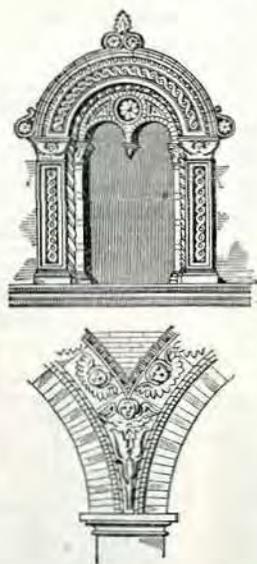


Fig. 400.

una parte dell'edifizio, come si praticò in molte case e palazzi medioevali; un esempio ne è quello rappresentato nella fig. 399.

Nella parte di destra di questa figura si trovano rappresentati più in grande superiormente l'ornamentazione della finestra del piano nobile ed inferiormente il capello

di una delle mensole con porzione dei soprastanti archivolti.

Un altro grazioso esempio si ha nella facciata progettata dal Promis (vedi fig. 316).

Nella fig. 400 abbiamo l'esempio di un cornicione con grondaja sporgente così detto alla fiorentina. In esso

una parte dell'ossatura in legname del tetto convenientemente lavorata è lasciata in vista per scopo decorativo. Questi cornicioni sono talvolta riccamente ornati con mensole e tavole di legname a traforo o dipinte.

Frontispizii. — Alcune volte le fronti degli edifizii si innalzano in modo da assecondare la pendenza del tetto e si ottiene un triangolo che dicesi frontispizio.

Questa disposizione si adotta spesso nelle facciate delle chiese, e qualche volta anche nelle facciate di case, di palazzi o di altri fabbricati. Attorno al lembo inclinato del muro si fa ricorrere la cornice. Questa corre anche orizzontalmente nella parte sottostante al frontispizio, però coll'eliminazione della cimasa superiore, vale a dire di quella parte che costituirebbe la doccia.

La parete triangolare piana od ornata con bassi rilievi

compresa fra le cornici inclinate e la sottostante cornice orizzontale chiamasi *timpano*.

L'altezza da assegnare al frontispizio si determina in questo modo. Sul mezzo C (fig. 401) del tratto IH dello spigolo superiore della cornice orizzontale sottostante al frontispizio si eleva una verticale e su IH come base, al disotto si costruisce un triangolo isoscele IVH con altezza CV eguale alla metà di IH. Centro in V con raggio eguale a VH si descrive un arco di circolo che taglierà la verticale VC in un punto A. Unendo A con I e con H si ottengono nelle rette IA e HA gli spigoli inclinati del timpano corrispondenti allo spigolo orizzontale IH. Le altre sagome si fanno correre parallelamente alle rette IH e AH, mantenendo da quelle le stesse distanze che le sagome correnti orizzontalmente hanno dall'orizzontale IH

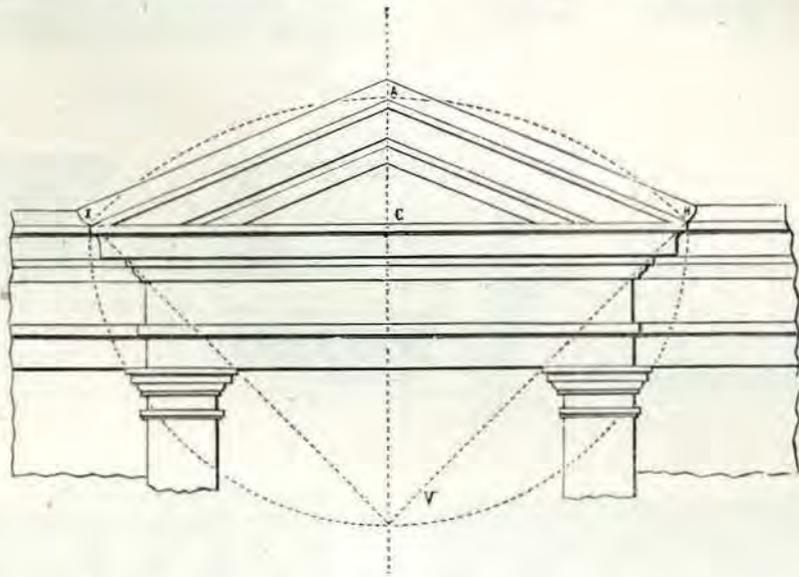


Fig. 401.

L'altezza determinata nel modo anzidetto conviene specialmente per frontispizi che hanno piccola base, non superiore ai cinque o sei metri; quelli molto ampi conviene tenerli relativamente più bassi. Alcuni architetti consigliano per questi ultimi un'altezza eguale a circa il sesto della lor base.

I frontispizii dei cornicioni decorati con modiglioni presentano pure i modiglioni nelle cornici inclinate del timpano. Questi modiglioni alcuni architetti li tengono colle superficie dei fianchi verticali, fig. 402; altri architetti li tengono (fig. 403) colle superficie dei fianchi normali alla direzione degli spigoli del timpano e li dispongono in guisa che i punti di mezzo degli spigoli superiori delle loro cimase si trovino sulle verticali elevate dai punti di mezzo degli spigoli dei corrispondenti modiglioni che ornano la cornice orizzontale nel tratto occupato dal timpano.

Nell'architettura gotica si usano frontispizi con altezze maggiori del doppio di quelle che si otterrebbero col metodo sopra indicato.

In speciali edifizii, come ad esempio in alcune tettoje di stazioni ferroviarie, per mercati e per esposizioni, la copertura, anzichè essere a falde piane, è costituita da una o più superficie cilindriche convesse verso l'alto. In questi casi volendosi nella decorazione delle fronti assecondare l'inclinazione del tetto, il frontispizio viene ad assumere un contorno curvilineo in modo da presen-

tarsi sotto forma di un mezzo circolo, di segmento circolare, oppure di un arco a sesto acuto.

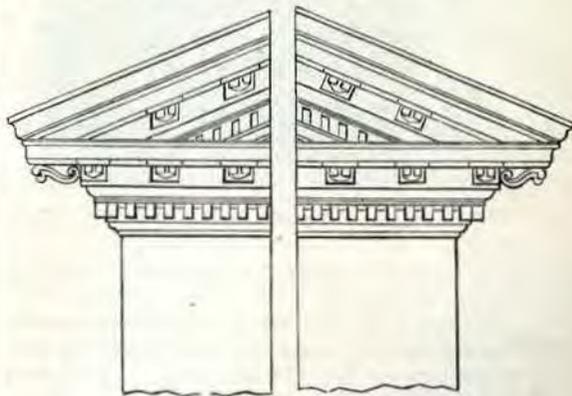


Fig. 402.

Fig. 403.

La facciata della stazione centrale di Torino, architettura di Alessandro Mazzucchetti, è un luminoso esempio d'un frontispizio che può dirsi a tutto sesto; esso richiama in modo elegantissimo e grandioso il preciso profilo dell'interna arditissima tettoja. Un altro esempio si ha nella fronte del Mercato del bestiame a Berlino,

Esempi di frontispizi a sesto scemo si hanno: nelle fronti delle stazioni delle ferrovie Berlino-Magdeburgo e Berlino-Görlitzer; nella parte centrale della facciata del nuovo palazzo delle finanze a Roma; sui lati dell'avancorpo della nuova facciata del palazzo Carignano a Torino. Però in questi due ultimi esempi è per semplice motivo di decorazione che si tennero i frontispizi ad arco e non per assecondare le falde del tetto che sono piane. Esempi di frontispizi ad archi acuti si

hanno nella fronte dell'edificio per la fabbricazione del gaz della Società Imperiale a Berlino.

D'ordinario nelle facciate decorate senz'ordinanze in alcune zone orizzontali poco sotto i pavimenti dei diversi piani, o in corrispondenza dei davanzali delle finestre, si fanno ricorrere delle cornici e delle fasce (fig. 404-414).

Le sagome di queste cornici si fanno generalmente ricorrere anche in giro dei davanzali delle finestre, attorno ai lastroni dei terrazzini ed ai cappelli delle mensole di



Fig. 101.

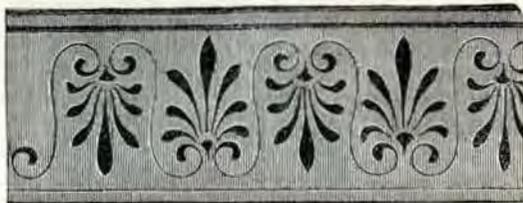


Fig. 405.

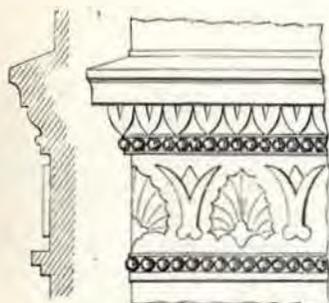


Fig. 106.

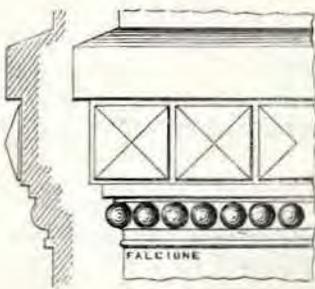


Fig. 107.



Fig. 108.



Fig. 409.

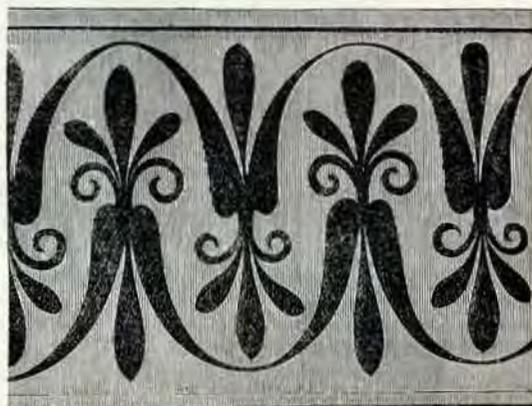


Fig. 410.

sostegno dei medesimi. Queste ricorrenze si vedono assai distinte nella fig. 335.

Nei fabbricati i più modesti le cornici e le fasce si ottengono con malta applicata a piccole sporgenze laterizie, appositamente formate nel costruire i muri; le fasce sono piane e senza ornamenti; le cornici presentano poche sagome con pochissimo aggetto, un dieci o dodici centimetri al massimo.

Nei fabbricati di qualche importanza si adottano cornici e fasce in pietra, in cemento, in terra cotta; talvolta si tengono in pietra le cornici od anche i soli cappelli delle medesime, in cemento od in muratura di mattoni ricoperte di malta comune o di cemento le sagome o le fasce sottostanti. La malta comune però do-

vrebbe essere proscriotta laddove vi sono ornati delicati, come fogliami, greche o figure, perchè queste, esposte alle intemperie, si sgretolano, e, ciò che dovrebbe formare ornamento alla facciata, si trasforma presto in una vera sconcezza. A male e di nessuna durata riescono le riparazioni fatte colla stessa materia. Peggio poi se, come alcuna volta per frode o per trascuranza si usa, si mettesse del gesso insieme alla calce.

Egregiamente e non troppo costose tornano per le fasce e cornici poste in alto e non soggette ad urti, alcune arenarie ed alcuni calcari, come ad es. l'arenaria di Saltrio, che, teneri all'atto dell'estrazione e di facile lavorazione, hanno virtù d'indurirsi collo stare esposte all'aria.

Le cornici degli zoccoli, nei fabbricati confinanti con vie pubbliche, vogliono invece essere fatte con pietre molto resistenti, e non presentare delle sagome troppo delicate, almeno finchè durano nella società certi ba-



Fig. 411.

Fig. 412.

rabba, veri vandali, che, privi affatto di sentimento artistico e di educazione, si dilettono a rompere e spigoli e cornici, e tutto ciò che non sa resistere alla loro mania distruggitrice.

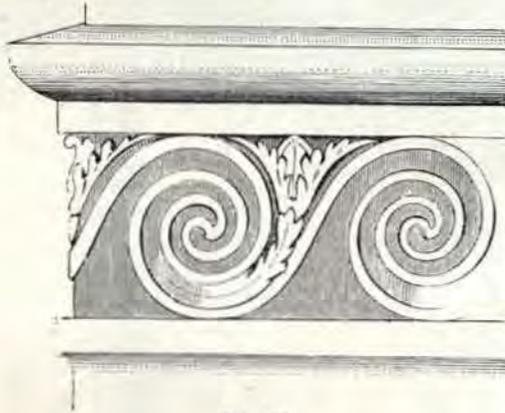


Fig. 413.

Il lettore mi perdonerà questa digressione, provocata dal vedere in parecchie case e villette di Torino elegantissimi zoccoli e ricchissime cancellate deturpate in modo deplorabile; cito fra le altre la gentil cancellata ed il

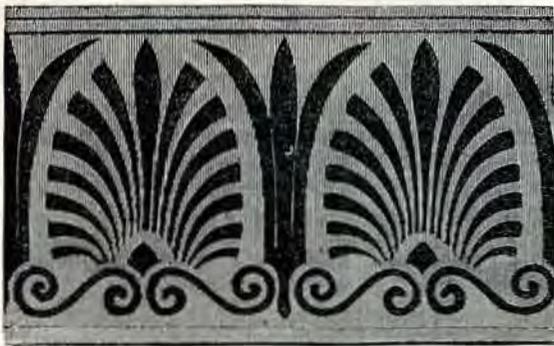


Fig. 414.

muro di cinta a notte, di recente costruzione, che circondano la villetta De-Fernex sul corso Massimo d'Azeglio. In quel muro le delicatissime basi di pietra arenaria di Saltrio non presentano più un solo spigolo intatto, e la leggiadra cancellata, ornata di artistici fogliami e fiori in ferro battuto, è in varie parti guasta e monca di parecchi di quei graziosissimi e delicati ornamenti.

Le cornici in pietra talora presentano poche, grandi e robuste sagome, tal'altra parecchie e più delicate, e ciò a seconda della loro posizione, del carattere dell'edificio, e giusta l'armonia che deve regnare fra le diverse membrature del medesimo.

Nella decorazione in stile gotico e lombardo si adottano spesso anche per queste cornici mensoline ed archetti ad imitazione delle mensole e degli archi piombato dei cornicioni medioevali. Questi archetti vengono talora vagamente intrecciati, fig. 404, ed arricchiti con archivolti, o con ornati disposti nei vani lasciati dai medesimi.

Le fascie si decorano più o meno riccamente con bugne, con greche, con triglifi, con perle, o con altri svariati ornamenti, fig. 405-414.

FINESTRE, DAVANZALI, STIPITI, ARCHIVOLTI, FREGI, MENSOLE, CORNICI, ATTICI E TIMPANI DELLE MEDESIME.

Nelle finestre, come si è detto per le porte e portoni, si ha da distinguere la mazzetta, la battuta e lo squarcio. La mazzetta è d'ordinario larga m. 0.12; la battuta pre-

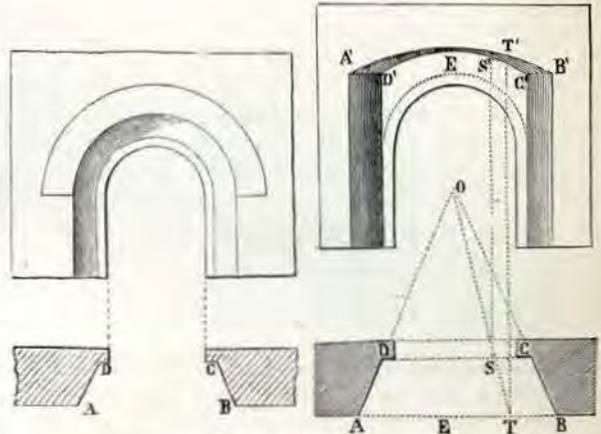


Fig. 415.

senta larghezza compresa fra 6 ed 8 centimetri; lo squarcio si può determinare in modo (fig. 415) che la larghezza AB sia eguale alle larghezza CD aumentata di circa $\frac{1}{3}$ della distanza fra le rette AB e DC. La disposizione indicata alla sinistra per l'arco coprente il trapezio ABCD serve quando vuoi si in corrispondenza della lunetta uno sportello fisso o da aprirsi col farlo girare attorno ad un asse orizzontale diretto secondo il diametro della lunetta. Quando si vuole invece che gli sportelli della lunetta facciano corpo cogli sportelli della sottostante lunetta rettangolare bisognerà adottare per coprire il trapezio ABCD la disposizione indicata a destra. Le finestre dei piani superiori a quello terreno, perchè sia comodo l'affacciarsi, si tengono generalmente con parapetto spesso solo 12 centimetri, colla sua parete esterna in prosecuzione di quella del muro di facciata e verso l'interno si prolunga lo squarcio fino al pavimento. Questa disposizione non è sempre adottata al pian terreno, dove generalmente si assegna al parapetto delle finestre uno spessore assai maggiore, da raggiungere talvolta quello stesso del muro, e ciò perchè sia possibile la costruzione delle finestre dei sotterranei.

I parapetti delle finestre si tengono generalmente alti da m. 0.90 ad 1 metro e si coprono con lastre di pietra, dette davanzali, i quali, oltre ad difendere colle loro sporgenze il parapetto dalle intemperie, forniscono delle superficie convenientemente resistenti agli urti ed agli sfregamenti che si provocano nell'aprire e chiudere

gli sportelli dei vetri e delle persiane. Servono talvolta altresì a fornire un robusto incastro alle ralle o pilette sulle quali girano i bilichi delle persiane; oppure ancora, a formare il battente per gli sportelli dei vetri quando si vuol risparmiare la parte orizzontale del telaio. Le pietre che si adottano per i davanzali sono: la beola, il granito, le arenarie; bisogna evitare le arenarie tenere, specialmente a pian terreno, perchè troppo soggette ad urti.

La larghezza del davanzale varia d'ordinario fra 15 e 25 centimetri; lo spessore dipende in massima parte dalla qualità di pietra che si impiega. Per quelli di beola è sufficiente uno spessore di 7 centim.; un 10 centim. per quelli di granito; dai 10 ai 15 centimetri quelli di arenaria.

Circa la sporgenza dei davanzali sui muri di facciata dirò che 4 o 5 centimetri possono essere sufficienti; talora le esigenze di decorazione portano ad assegnargli molto maggior aggetto, sagomandone in vario modo gli orli e sostenendoli con mensoline più o meno ornate.

Quando si vuole proprietà ed eleganza, le finestre, come si è detto per le porte, si ornano con stipiti, con archivolti, con architravi, con fregi, con mensole, con cornici, con frontispizi.

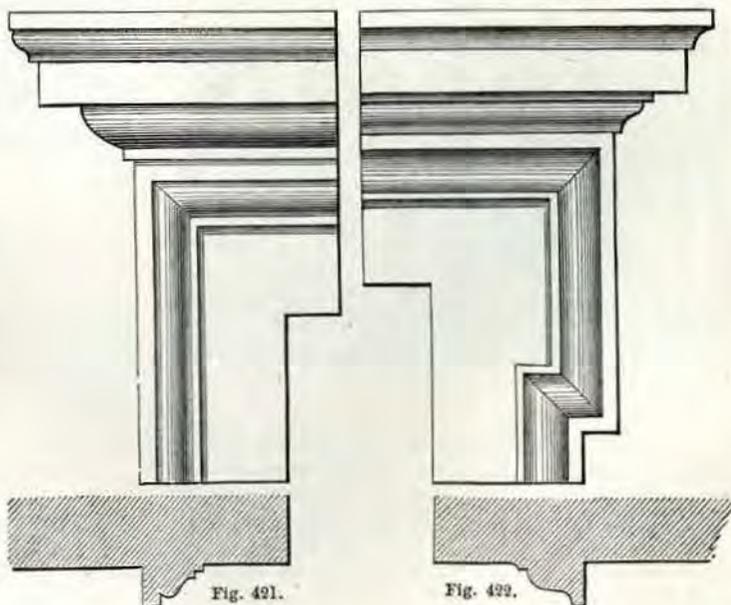
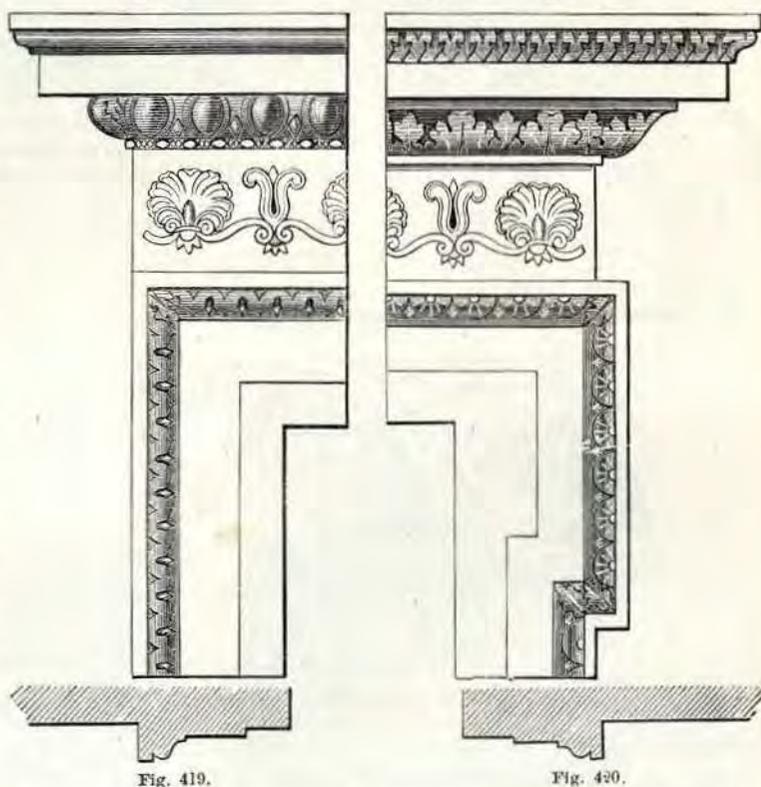
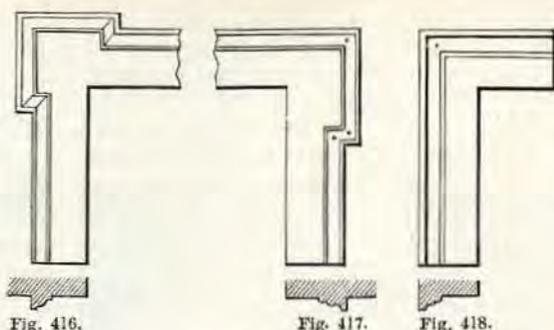
Lo stipite (fig. 416) è un ornamento che si adotta sui fianchi delle finestre e delle porte, costituito talora da poche e semplici modanature, tal'altra da parecchie e più o meno ornate con greche, con bugnato, con stelle e va dicendo.

Allo stipite semplice si assegna larghezza da un quarto ad un settimo della larghezza della finestra. Agli stipiti costituiti di fasce ornate si assegna spesso maggior larghezza fino a raggiungere e talora superare metà larghezza della luce.

Nelle finestre con luce rettangolare lo stipite si ripiega ad angolo retto per ornare il lembo della piattabanda e costituisce l'architrave (vedi fig. 9, Tav. IV).

Talora lo stipite superiormente od anche inferiormente (fig. 417, 418, 420 e 422) si ripiega due volte ad angolo retto formando i così detti orecchioni. L'aggetto degli orecchioni non deve oltrepassare il quinto od il quarto della larghezza dello stipite a cui appartiene.

L'architrave è spesso sormontato dal fregio e dalla cornice, che occupano ciascuno altezza di circa $\frac{1}{4}$ od $\frac{1}{5}$ della larghezza della luce (fig. 419 e 420). Talvolta si sopprime il fregio adottando le disposizioni rappresentate nelle fig. 421 e 422.



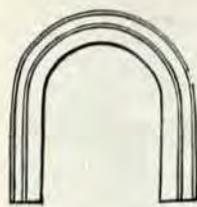


Fig. 423.

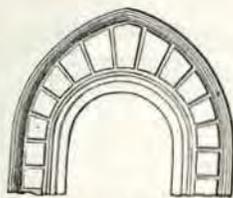


Fig. 424.

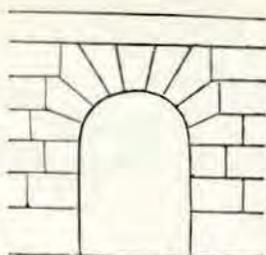


Fig. 425.

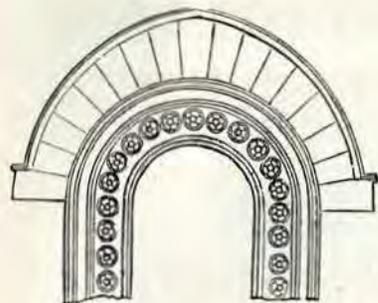


Fig. 426.



Fig. 427.

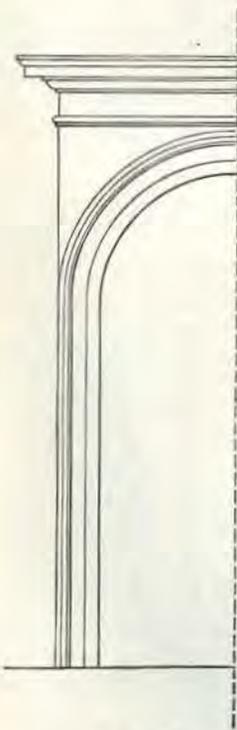


Fig. 428.

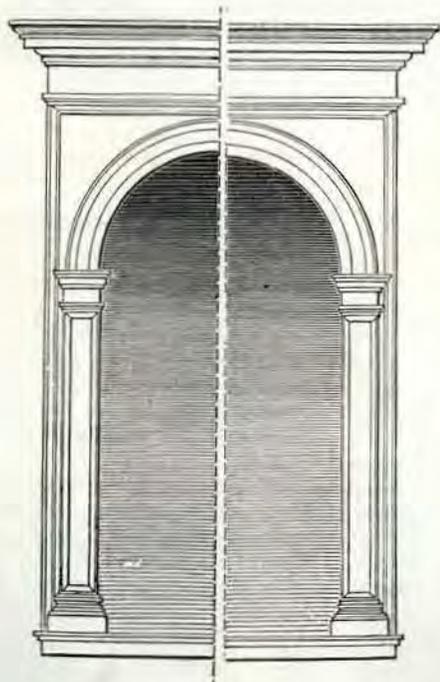


Fig. 429.

Nelle finestre arcuate lo stipite si fa correre lungnesso il lembo dell'arco e prende in quel tratto il nome di archivolto.

La linea che limita superiormente l'archivolto è talvolta concentrica con quella che lo limita inferiormente (figura 423), tal'altra costituisce un arco a sesto acuto (fig. 424), tal'altra ancora è formata da tratti rettilinei alternativamente orizzontali e verticali (fig. 425).

Sull'archivolto si dispongono talora degli altri ornamenti. Nella figura 426 abbiamo un archivolto sormontato da una cornice con fascia bugnata; nella parte inferiore di questa figura abbiamo una porzione dello stipite in scala più grande colla sezione determinata nel medesimo da un piano orizzontale. Nella figura 427 abbiamo una porzione della decorazione di una finestra limitata superiormente da un arco a sesto scemo; nella parte inferiore si ha pure il particolare dello stipite col profilo in esso determinato da un piano orizzontale.

Nella figura 428 abbiamo la decorazione d'una finestra ottenuta con stipite, archivolto, controstipite e cornice.

Nella figura 429 abbiamo la decorazione che si riscontra nelle finestre del primo piano del palazzo Giraud a Roma.

Altri esempi di decorazione per finestre arcuate si riscontrano nel 2° piano del palazzo Farnese (fig. 302); in tutti i piani della facciata rappresentata nella fig. 306; nel pian terreno e primo del palazzo della cancelleria (fig. 307); nel 1° e 2° piano della facciata riportata nella fig. 316.

Volendosi finestre arcuate molto ampie, per non incorrere nell'inconveniente di avere sportelli troppo grandi ed incomodi, conviene inserire nel grand'arco, degli archetti minori, impostandoli ad apposite colonnne ripartenti in due o più vani la luce, ottenendosi le finestre bifore, trifore, ecc.

Questa disposizione fu molto usata nell'architettura gotica, veneziana e fiorentina e ne abbiamo esempi nei primi e secondi piani dei palazzi rappresentati nelle fig. 300, 301, 308, 310, 314.

Trattandosi di edifizii speciali e di carattere esclusivamente moderno difficilmente uno di questi tipi menzionati può essere strettamente applicato, anzi, come si vede in certi edifizii scolastici della Francia e della Svizzera, in molte stazioni ferroviarie od anche in fabbricati per officine, non sono rari gli esempi di finestre od aperture di carattere affatto singolare, sia per la disposizione dei loro archivolti, sia per la mancanza di ogni membratura esclusivamente decorativa, ma che per essere logicamente appropriate allo scopo dell'edifizio, contribuiscono anzi a dare espressione all'architettura e quasi a fare presagire dall'esterno la destinazione interna dell'edifizio.

La cornice è ancora talvolta sormontata da un attico o da un timpano; triangolare o curvilineo.

L'altezza e la conformazione sia del tim

pano triangolare che di quello ad arco si ottiene col metodo indicato parlando dei frontispizi a pag. 313.

Nelle decorazioni in stile barocco i frontispizi ed in specie quelli delle finestre sono talvolta raddoppiati, tal'altra con cornici interrotte in alto ed accartocciate, tal'altra ancora concave all'insù e bruscamente interrotte nella parte superiore.

Di queste stranezze quelle che si ammirano nella spigliata architettura del divino Michelangelo sono dotate di somma eleganza, di somma grandiosità; quelle che si riscontrano nelle costruzioni del Bernini, del Borromini, del Pozzi, del Guerrino sono qualche volta di una certa originalità, di una certa ricchezza, ma il più spesso raggiungono l'esagerazione e tornano poco gradite.

Nelle figure 430 e 431 abbiamo due esempi di decorazione per finestre, in stile barocco del XVI secolo.

L'attico si tiene alto tanto, quanto sporge dal vivo del muro la sottostante cornice, e serve spesso a sostenere degli ornamenti di svariate forme.

Spesso lo stipite è fiancheggiato da un'altra fascia di poca sporgenza detta controstipite; in alto in corrispondenza dei controstipiti si dispongono delle mensole che servono a sostenere la cornice soprastante al fregio.

Esempi di finestre con quest'ornamentazione si hanno: nel pianterreno e secondo piano del palazzo Farnese a Roma (vedi fig. 302); nel pian terreno e primo piano del palazzo Sciarra (vedi fig. 304); nel primo e secondo piano del palazzo Uguccione (fig. 311).

Aleune volte, come altrove si è accennato, le finestre vengono decorate con paraste o colonne, con architrave, fregio e cornice, vale a dire con una completa ordinanza architettonica e spesso si aggiunge un attico od un timpano.

Presentano, ad esempio, quest'ornamentazione le finestre del primo e secondo piano nei palazzi Farnese e Bertolini (vedi fig. 302 e 303).

Gli stipiti delle finestre del piano superiore si fanno in malta, in cemento, in terra cotta od in pietra; quelli in pietra convien che siano di granito, di gneis od altra pietra molto resistente.

Gli stipiti per le finestre dei piani superiori al terreno possono essere in malta, in cemento od in pietra tenera purchè non geliva. Convenientissime tornano, a seconda delle località, le arinarie di Saltrio, di Viggiù, di Vigano ed il ceppo gentile di Lombardia.

Esempi classici di decorazioni in terra cotta si hanno nell'architettura medioevale, della quale se ne conservano dei rimarchevoli esempi in molte case e cortili a Pavia, a Cremona e in altre città della Lombardia.

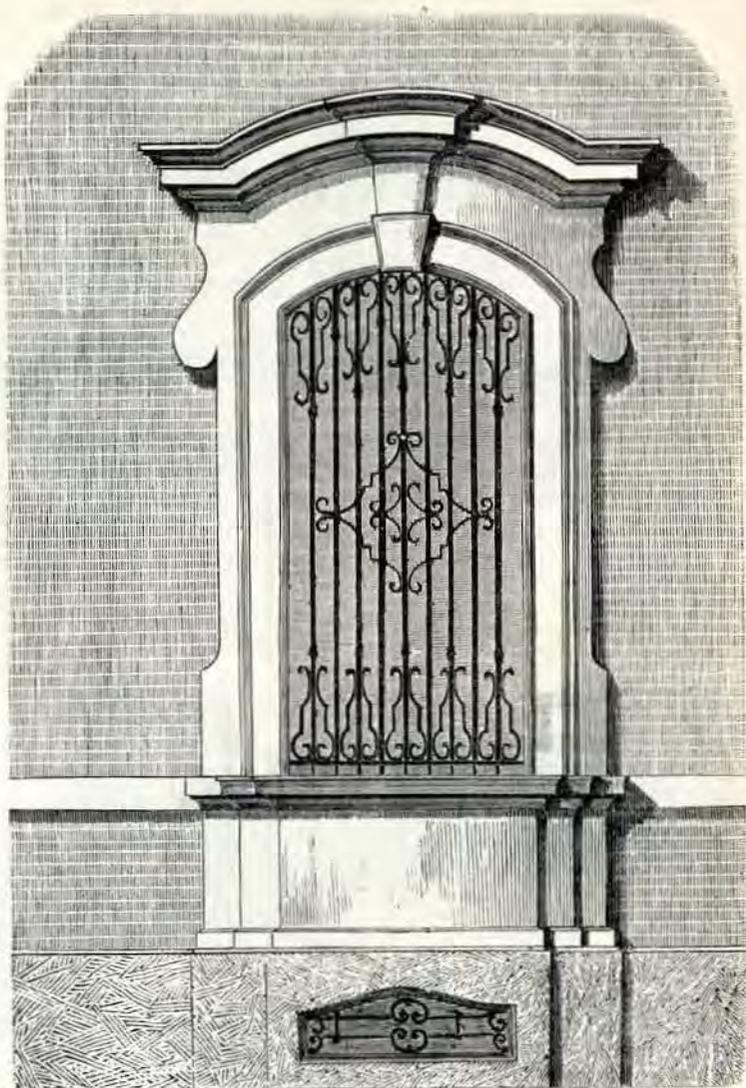


Fig. 430.



Fig. 431. — Finestra del piano nobile del Castello del Valentino a Torino.

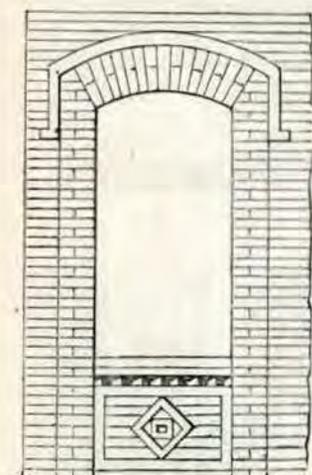


Fig. 432.

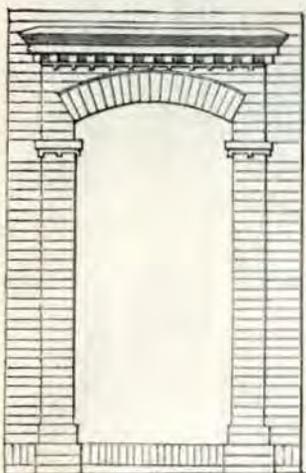


Fig. 433.

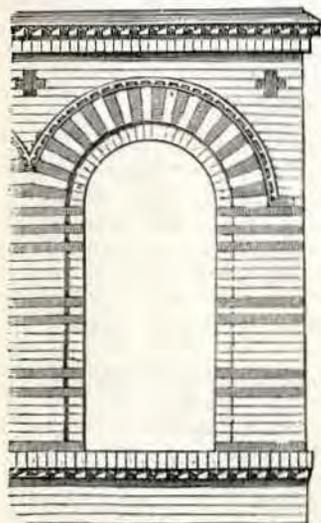


Fig. 434.

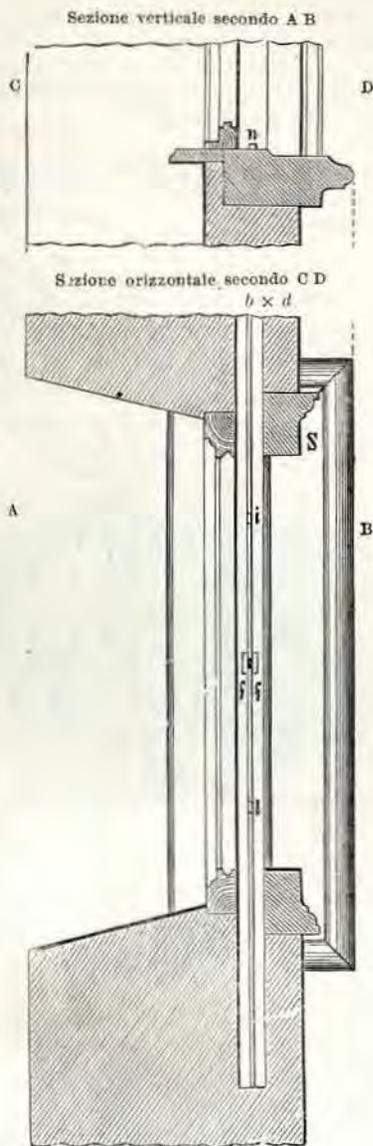


Fig. 435.

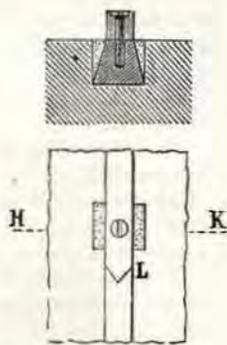


Fig. 436.

Nelle figure 432, 433 e 434 offriamo tre esempi di decorazione di finestra per facciate a paramento.

Nelle moderne case private ed in talune di quelle da pigione si usa tale disposizione per le persiane che per aprirle e chiuderle, invece di farle girare sui cardini, si fanno scorrere entro apposite incassature praticate nelle spalle della finestra.

Nella fig. 435 abbiamo rappresentato con due sezioni la disposizione in questione; la larghezza b dell'incassatura è di circa 7 centim.; la sua profondità è eguale a circa la metà della larghezza della finestra, perchè deve essere capace di contenere metà la persiana.

Lo stipite può essere in pietra od in cemento con anima interna in ferro od in pietra e si deve fermare per bene inferiormente e superiormente al muro mediante adatte grappe di ferro; lo spessore d può variare fra 6 e 12 centimetri; i l è un regoletto in ferro a sezione retta quadrata, che serve a farvi scorrere sopra le persiane, che si muniscono all'uopo di apposite rotelle.

La porzione centrale i l di questi regoletti è fissata alla pietra con viti in modo da poterla togliere (fig. 436) quando si vogliono esportare le persiane che richiedessero riparazioni.

Lo spessore h è di 12 centimetri.

Bugnato. — Il bugnato è quell'ornamentazione che si ottiene, nelle facciate rivestite in pietra, col semplice smussare i conici sugli orli, in modo da rendere molto appariscenti i giunti. Anche nelle facciate in mattoni a paramento o arriciate con malta si imitano spesso, e specialmente al piano terreno, le riquadrature dei conici, praticando collo scalpello convenienti solcature o meglio lasciando le apposite rientranze nell'atto che si costruisce il muro.

L'altezza delle bugne varia fra 30 e 50 centimetri; nelle ordinarie case d'abitazione si tengono alte circa 33 centimetri e lunghe circa un metro.

Il bugnato si adotta talvolta soltanto sulle cantonate, in questo caso le bugne si fanno alternativamente una lunga e l'altra corta; quelle corte si tengono con lunghezza compresa fra i tre quarti ed i quattro quinti della lunghezza delle altre (vedi figure 302 e 304); qualche volta però si lavorano in modo da presentarsi tutte con egual lunghezza cosicchè prendano l'aspetto di pilastri. Un esempio di quest'ultima disposizione l'abbiamo nel palazzo Bartolini (vedi fig. 303).

Il bugnato che si applica al piano terreno presenta generalmente solcature assai profonde cioè da tre a quattro e più centimetri; nei palazzi monumentali e nell'architettura militare si riscontrano dei bugnati con solcature di dieci, quindici e fino a venti centimetri di profondità.

Le bugne che talora si praticano nei piani superiori al terreno hanno generalmente minor sporgenza, limitandosi il più delle volte le solcature ad avere da un centimetro e mezzo a due di profondità.

Spesso si arricchiscono le facciate con ornamenti circolari, detti rosoni, disposti sulle finestre, sul mezzo degli spazi compresi fra gli stipiti di due successive finestre o fra gli archivolti di due successive arcate.

La facciata riportata nella fig. 303 ci porge all'ultimo piano l'esempio di rosoni compresi fra gli archivolti di successive arcate.

Nel palazzo della Cancelleria a Roma si ha un gran rosone sulla finestra centrale del primo piano, altri più piccoli sui fianchi degli archivolti delle finestre del pian terreno e del primo piano.

Altri analoghi esempi abbiamo nel pian terreno del palazzo della Posta a Torino (fig. 308); nel primo e secondo piano del palazzo Cornel-Spinelli (fig. 314); nei diversi piani della Ca d'oro a Venezia (fig. 315); nell'ultimo piano della facciata riportata nella fig. 316.

Due esempi abbiamo ancora nella sottostante fig. 437.

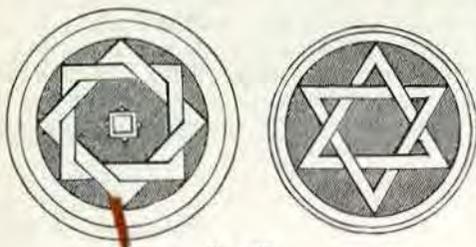


Fig. 437.

DECORAZIONI INTERNE, CORNICI, BASSIRILIEVI, SCOLTURE, ARAZZI, TAPPEZZERIE, CAMINI, MOBIGLIO.

Le pareti interne degli ambienti di comune abitazione si tengono generalmente lisce, come pure si tengono lisci i soffitti e le superficie d'intradosso dei vòlti.

Sulle pareti e contro i soffitti delle sale dei grandi palazzi e specialmente in quelle destinate a pubblici trattenimenti, come grandi caffè, teatri, sale d'aspetto nelle primarie stazioni ferroviarie, ecc., si dispongono spesso delle cornici ed altri ornamenti in rilievo.

Per la costruzione delle cornici interne si può adottare il gesso, poichè questo materiale quando non è esposto all'acqua ed al gelo resiste assai bene. Queste cornici possono essere gittate in vari pezzi ed applicate alle pareti od al soffitto con arpesi o con chiavardie in ferro, oppure possono modellarsi sul sito. In quest'ultimo caso bisogna procurare, specialmente per quelle molto sporgenti, che facciano ben corpo col muro, ciò che si ottiene mediante l'infissione di chiodi e di ferri sulle cui sporgenze si modellano gli ornati richiesti.

Le cornici interne, i bassirilievi, le decorazioni delle mensole e gli altri svariati ornamenti con cui sogliono decorare le sale ed i saloni si possono assai opportunamente formare con getti di carta pesta, ottenuti entro modelli di gesso o di metallo; perchè questi ornamenti in carta pesta risultando leggerissimi, sufficientemente tenaci e resistenti, si possano con tutta facilità collocare in opera.

L'atrio e le sale d'aspetto della stazione centrale di Milano furono ultimamente decorati per intero in carta pesta.

Nelle porte interne degli ordinari fabbricati si ottiene una certa proprietà, una certa eleganza semplicemente con una conveniente conformazione degli stipiti, delle intelajature e dei pannelli.

Nelle porte interne e negli scuri delle finestre dei sontuosi appartamenti si presentano talvolta dei pannelli scolpiti, colorati, dorati o intarsiati in svariate guise.

Nella fig. 438 abbiamo un grazioso esempio di decorazione per imposta colorata od intarsiata.

Le pareti delle camere si abbelliscono con pitture, con tappezzerie in carta, o in tela; nei palazzi sontuosi si adottano le tappezzerie in seta e gli arazzi istoriati (vedi articolo ARAZZI).

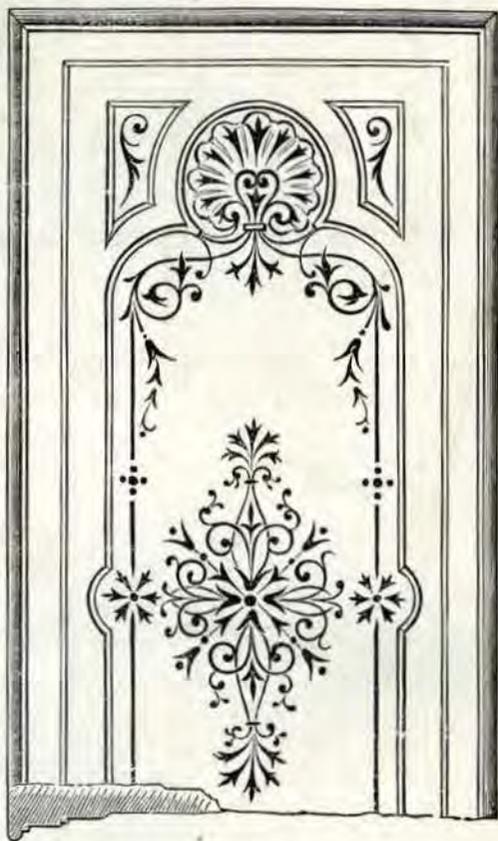


Fig. 438.

La pittura però è quella che più generalmente è usata nella decorazione degli ambienti interni di qualche riguardo. Si possono con essa ottenere delle finte ordinanze e prospettive architettoniche, oppure degli altri ornamenti a colore od a chiaro-scuro, vuoi dipingendo direttamente sulle pareti, vuoi col dipingere su tele che convenientemente riquadrate si adattano e si fissano contro le pareti stesse.

Si trae motivo di decorazione nel contorno dei camini, che si muniscono all'uopo di stipiti, di architrave e di tavolozza in marmo. Se ne trovano in commercio di quelli formati con sei lastre di marmo Bardiglio per sole lire quindici. Nei ricchi palazzi se ne riscontrano di quelli bellissimi, costituiti da marmi preziosi e vagamente scolpiti.

Motivo di decorazione sono poi i palchetti, i tappeti, il mobiglio.

Alcune volte le pareti degli ambienti interni e specialmente in quelli del pian terreno destinati a camere da pranzo o da caffè, si rivestono con un intavolato di legno. Questo rivestimento, oltre al rendere più salubre l'ambiente, opponendosi alla trasmissione dell'umido delle pareti, riesce oggetto d'ornamento purchè il tavolato sia formato con intelajatura e pannelli di legni speciali e convenientemente colorati.

Esempi di distribuzione degli ambienti nei fabbricati d'abitazione.

Nella fig. 438 porgiamo un esempio di distribuzione d'angolo per due corpi di fabbrica incontrantisi obliquamente.

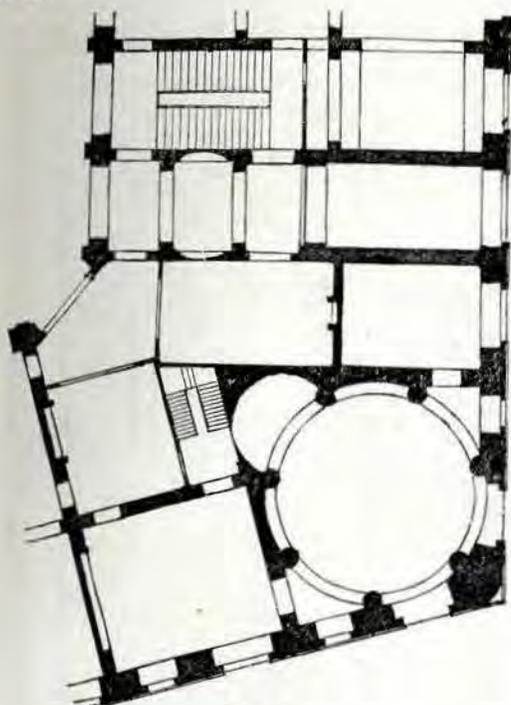
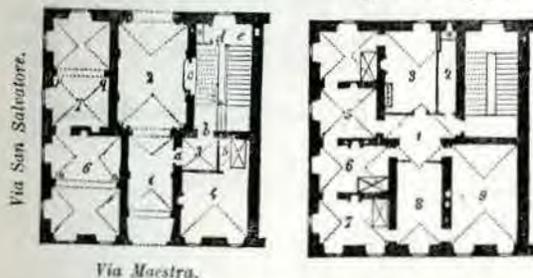


Fig. 438.

Nella fig. 439 presentiamo le piante del pian terreno e del primo piano di una casa libera su tre lati. La facciata principale nella quale si trova la porta d'ingresso e che prospetta in via maestra è lunga m. 15.50, la profondità della casa è di m. 16.10.

Pianta del pianterreno.

Pianta del 1° piano.



Via Maestra.

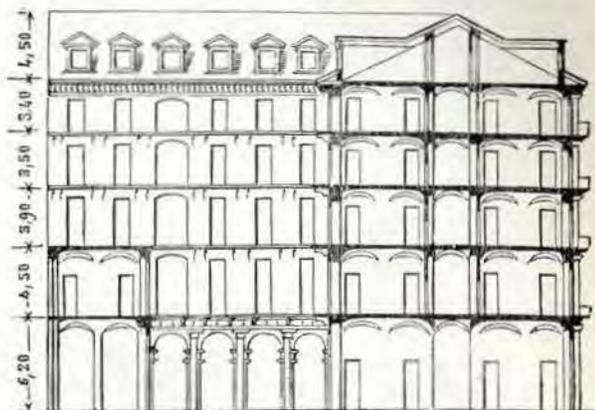
Fig. 440 — Scala 1 : 500.

In 1 abbiamo l'androne diviso dall'atrio 2 con una pusterla; mediante le porte *a* e *b* percorrendo il passaggio 3, si accede alla scala che mette ai piani superiori. In casi speciali aprendo la pusterla si va alla scala mediante la porta vetrata *c*. Dalla gabbia della scala *d* si accede alla scala dei sotterranei ed alla latrina del portinajo. In 4 abbiamo la portieria ed in 5 un'alcova annessa alla medesima. In 6 e 7 due locali che possono destinarsi a bottega da liquorista, da chincagliere, ecc. Percorrendo i tre gradini posti in vicinanza della

porta *b* ed i due successivi rampanti si arriva al pianerottolo del 1° piano. In questo piano abbiamo in 1 la camera d'ingresso che riceve luce mediante porte a vetri che mettono nelle camere che la circondano. In 2 si ha la latrina, in 3 la cucina, in 5 la camera da pranzo, in 4, 6, 7 delle camere da letto, in 8 un salotto di ricevimento, in 9 una sala per ricevimenti straordinari.

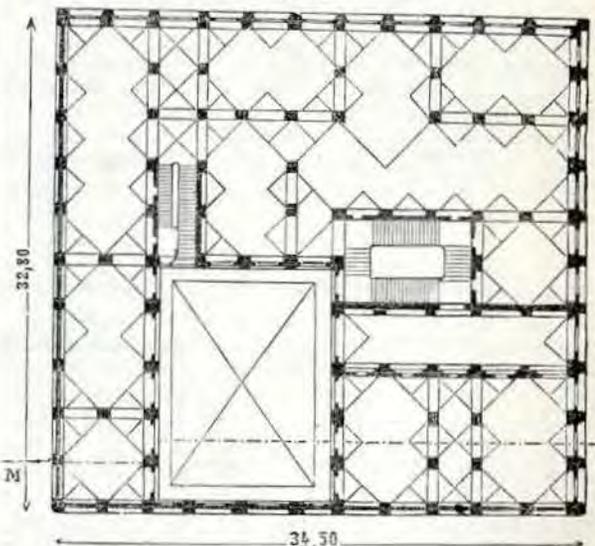
Casa da pigeone.

Sezione M N.



Scala di 1 : 500.

Pianta.



Scala di 1 : 500

Fig. 441.

Nella fig. 441 ho rappresentato con una sezione ed una pianta una delle case eseguite dall'Antonelli coll'applicare il metodo del reticolo. Si osserva in essa una lodevole risoluzione dell'intersezione di due corpi tripli. La disposizione dei pilastri è tale che le pressioni si trasmettono in modo assai uniforme al piano di fondazione. Vennero a bello studio collocate le scale negli angoli rientranti per evitare degli ambienti bui.

Essendo questa costruzione interamente a pilastri, sono possibili tutti quei cambiamenti nella distribuzione dei locali che le successive destinazioni dei medesimi possono richiedere.

Fig. 412. — Aggruppamento di sei isolati. Piano generale. Scala di 1 : 9000.

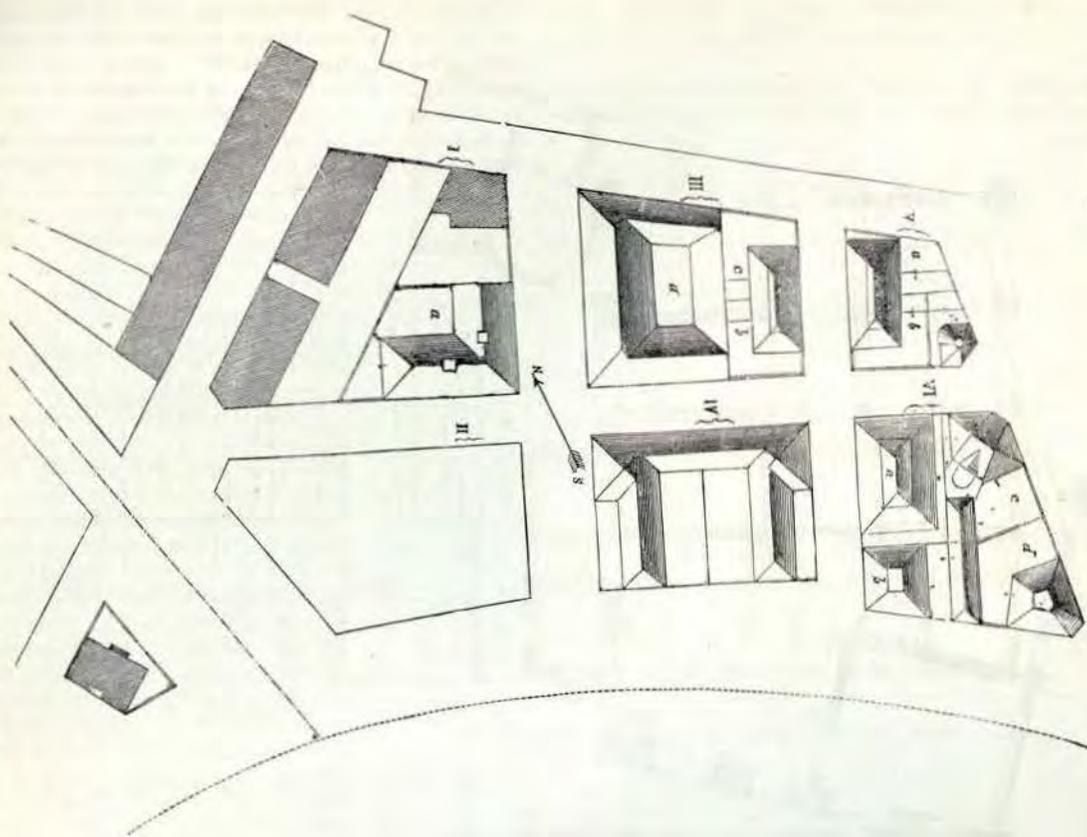
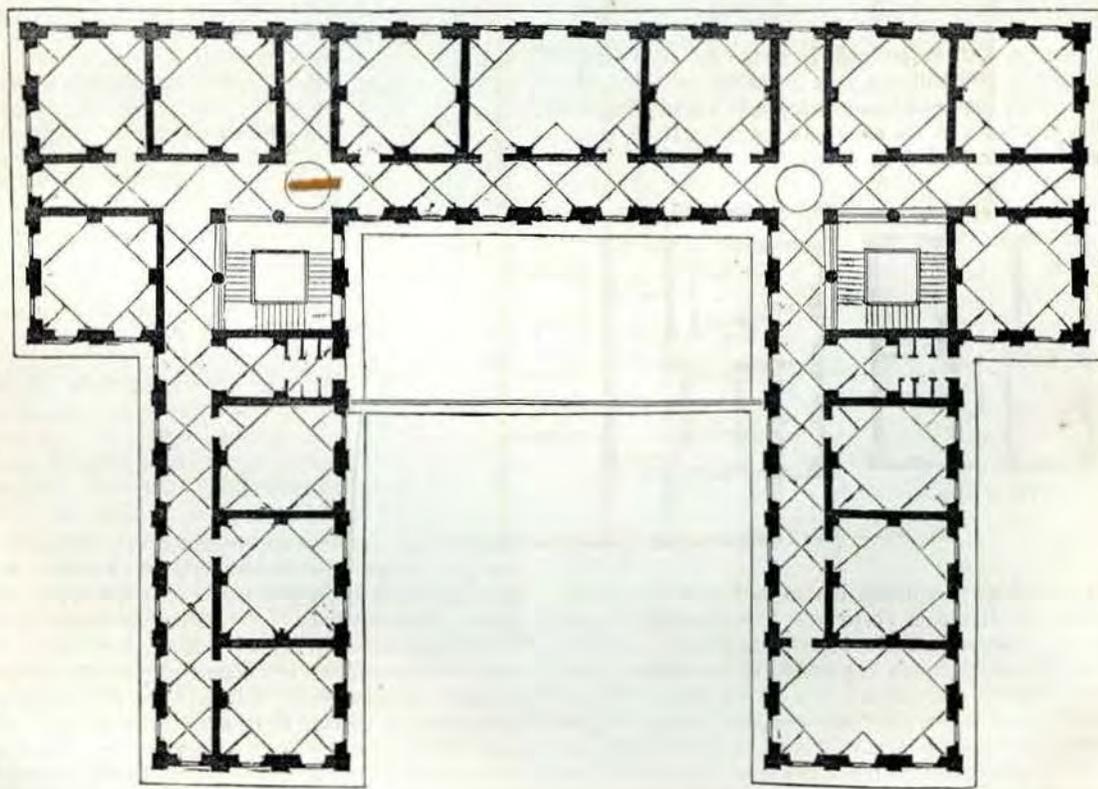


Fig. 413. — Isolato N° IV. Fabbricato per scuole. Pianta del pian terreno. Scala 1 : 400.



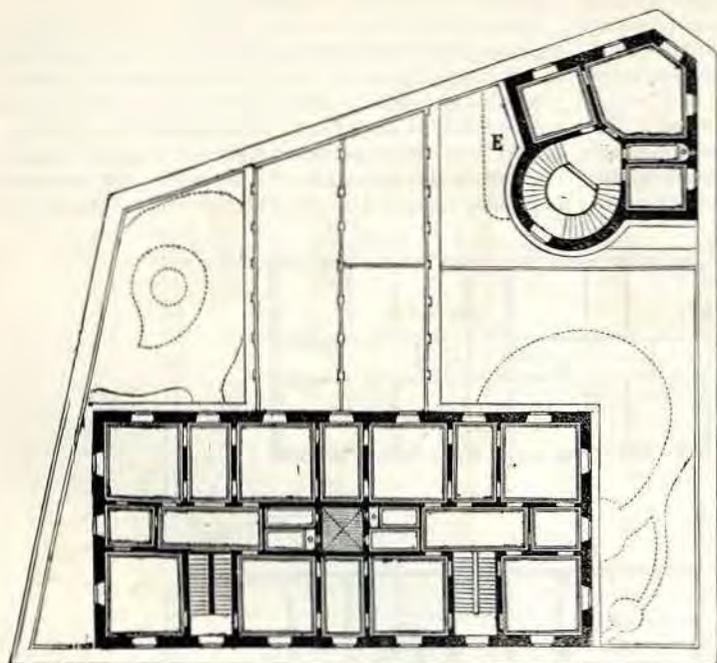


Fig. 444. — Isolato N° V, Villini. Pianta del primo piano. Scala di 1 : 420.

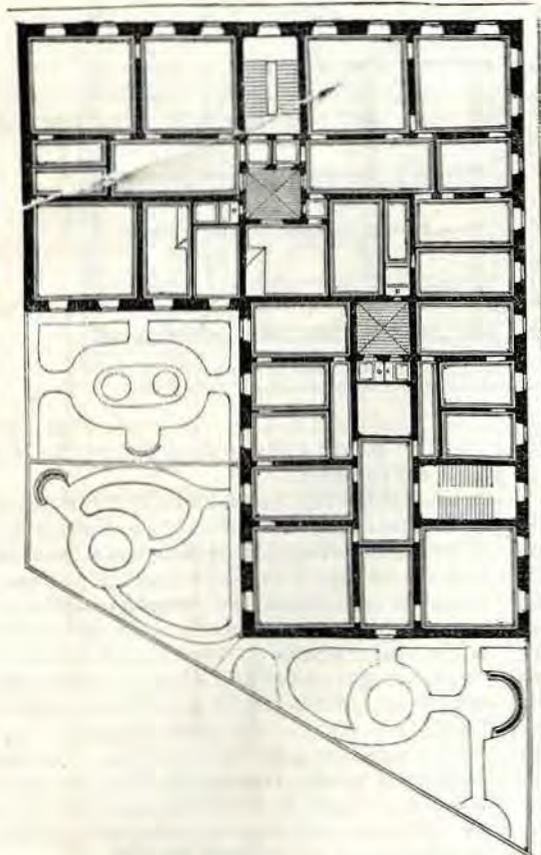


Fig. 445. — Isolato N° I, Casa da pignore. Pianta del primo piano. Scala di 1 : 420.

Presentiamo nelle fig. 442 a 447 un esempio di aggruppamento di più fabbricati spettanti anche a proprietari diversi. La fig. 442 rappresenta una zona di terreno composta di sei isolati, determinati da una via longitudinale intersecata da altre quattro, delle quali le due estreme per essere soggette a determinate condizioni del piano regolatore della località tagliano obliquamente la prima; le due intermedie, il cui tracciato era libero, sono disposte normalmente alla medesima. Così i sei isolati se non sono regolari presentano almeno il maggior numero di angoli retti che erano compatibili colle condizioni locali.

L'isolato numero IV è occupato da un fabbricato da destinarsi ad uso pubblico (fig. 443), per esempio per un gruppo scolastico. La costruzione, esclusi i muri perimetrali, è interamente a pilastri. La pianta è studiata col sistema del reticolo in un con quello di simmetria rispetto ad un asse. Per conservare il maggior numero di ambienti coll'esposizione sud-est (vedi piano generale, fig. 442) non si è mantenuta una simmetria assoluta nell'ubicazione delle scale e nella disposizione dei due corridoi.

Le classi sono capaci di 40 a 50 posti per ciascuna, ed ogni piano può contenere una scolaresca di circa 500 allievi, pure riservando per ogni piano due camere ed una sala più ampia per uso della direzione, della segreteria, di riunioni e simili.

Nell'isolato V sono ricavati tre villini con rispettivo giardino e dipartimento rustico. Due di questi villini costituenti un solo corpo, di pianta rettangolare (fig. 444, corpo inferiore), sono uguali e simmetricamente disposti rispetto ai due villini dell'isolato n. III, che descriveremo nella pagina che segue. Il terzo E si modella sopra l'angolo sud dell'isolato non presenta che tre ambienti ad ogni piano. Nella gabbia della scala che è a pianta curvilinea si è tenuto appositamente il pianerottolo piuttosto grande in guisa che possa anche servire al disimpegno dei tre ambienti. Sebbene il villino sia piccolissimo, tuttavia gli si è riservata una zona di terreno ad uso di cortile o giardino, e volendo gli si può annettere per uso rustico due ambienti che fanno parte del corpo in cui sono ricavati i rustici dei due villini precedenti.

L'isolato controsegnato col num. I è scomposto in tre lotti, per due dei quali non è indicata la distribuzione degli ambienti. Il terzo è occupato da una casa da pignore che è un esempio d'intersezione ad angolo retto di due corpi di fabbrica tripli in profondità e di pianta rettangolare.

In esso le due chiostrine segnate in pianta (fig. 445) con tratteggio servono a dare luce ed aria alle latrine e a

qualche ambiente di importanza affatto secondaria. La casa presenta due scale. Ad ogni piano si riscontrano tre quartieri piuttosto ampi ed occorrendo si possono suddividere in quartieri più piccoli. Di più tutto è disposto in modo da potersi il fabbricato suddividere in due lotti o proprietà separate.

L'isolato controsegnato nel piano generale col n. III è utilizzato per la maggior parte da una casa da pigione e per la parte rimanente da due villini che formano un sol corpo di fabbrica, ma che, come vedremo qui sotto

descrivendo le pianta (fig. 446), sono affatto indipendenti e possono costituire due lotti di proprietà separate.

La casa da pigione (fig. 446, fabbricato inferiore) offre un esempio di costruzione ancora interamente a pilastri la cui distribuzione si è ottenuta col metodo del reticolo; però alla sinistra dell'asse dell'androne carrajo il reticolo è formato da un sistema di rette convergenti per guisa che in questa parte le maglie sono trapezi. Quest'irregolarità, che è sensibilissima ad occhio per chi guarda la pianta, passa poi in natura quasi inosservata, come lo

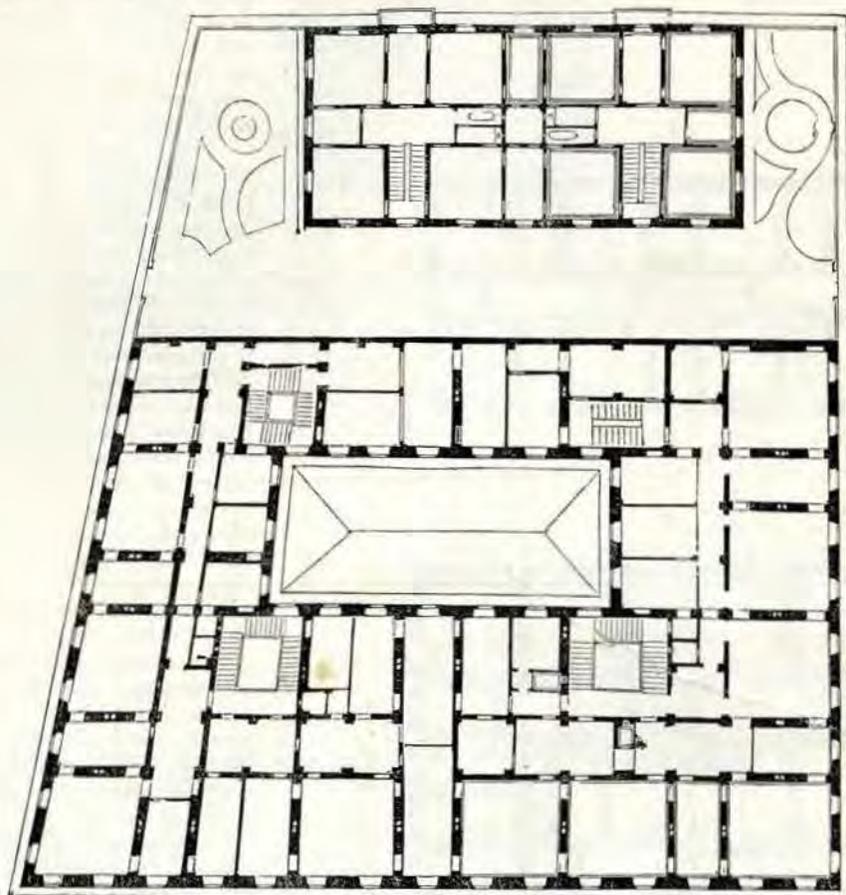


Fig. 446. — Isolato N° III. Casa da pigione e villini. Pianta del primo piano. Scala 1 : 480.

dimostrano alcuni esempi delle case del Palladio trattate con questo sistema. Questa pianta presenta poi una certa qual simmetria rispetto all'asse dell'androne.

In questa pianta il corpo principale che è triplo s'interseca con due corpi doppi e questi alla lor volta s'intersecano con un corpo di fabbrica semplice; le scale sono ubicate tutte negli angoli rientranti ma emergono quanto è necessario e sufficiente per essere illuminate direttamente da finestre praticate nei muri del cortile; di più le due scale nel corpo di fabbrica semplice possono considerarsi come scale di servizio rispetto alle altre due nel caso che si volessero utilizzare i primi due piani sopra quello terreno con quartieri signorili di grande ampiezza. Tuttavia conservando l'indipendenza delle scale è possibile spingere il frazionamento dei quartieri fino ad ottenerne da nove a dieci per ogni piano, alcuni dei quali composti di picciol numero di camere; requisito questo importante per la frequente richiesta che si ha in quasi tutte le città di quartieri piccoli e del-

l'elevato prezzo unitario della pigione che si può ricavare dai medesimi.

I due villini (fig. 446, fabbricato superiore) sono ricavati in un corpo di fabbrica triplo. Nella zona centrale si hanno in corrispondenza delle scale due ambienti speciali che servono di vestibolo e nel tempo stesso di disimpegno di ogni camera del rispettivo villino. Le parti estreme della stessa zona offrono due gabinetti; la parte centrale è occupata da una chiostrina comune ai due villini che serve a dar aria e luce ai due ambienti attigui affatto secondarii, cioè ai gabinetti da bagno ed alle latrine.

Ogni villino si potrebbe corredare di scuderia a due cavalli con relativa rimessa ed accessori, disponendo un corpo di fabbrica normalmente al corpo principale in corrispondenza del mezzo della facciata posteriore come si vede accennato nel piano generale.

Questo corpo utilmente non dovrebbe elevarsi più di un piano e di un ammezzato per offrire due terrazze a

livello del pavimento del primo piano del corpo principale e permettere un'abbondante illuminazione dei diversi ambienti.

Ad ogni villino sarebbe ancora riservata una porzione di terreno libero ad uso di giardino e cortile, la parte incassata formerebbe una dipendenza del rustico.

L'isolato num. VI (fig. 447) è diviso in 4 lotti, dei quali quello nell'angolo nord-ovest, cioè quello controsegnato colle lettere V, A, B, è un fabbricato speciale a pianta rettangolare, avente nel suo centro una scala illuminata da un'attigua chiostrina. Mediante due androncini siti sotto i locali A e B del primo piano si accede ai due

capi della gabbia della scala di dove partono due scale in modo speciale disposte, le quali senza uscire dalla stessa gabbia si mantengono indipendenti e così ad ogni piano si hanno due ripiani di scala in relazione con due ambienti A e B che sono vestiboli intorno ai quali si raggruppano tutti gli ambienti di due quartieri distinti.

Le latrine dei due appartamenti sono situate in capo ai due pianerottoli delle scale e ricevono aria e luce dalle finestre che danno nella chiostrina comune. Una porzione di terreno foggiate a mo' di squadra funge da cortile e serve ad isolare questo caseggiato speciale dai fabbricati limitrofi.

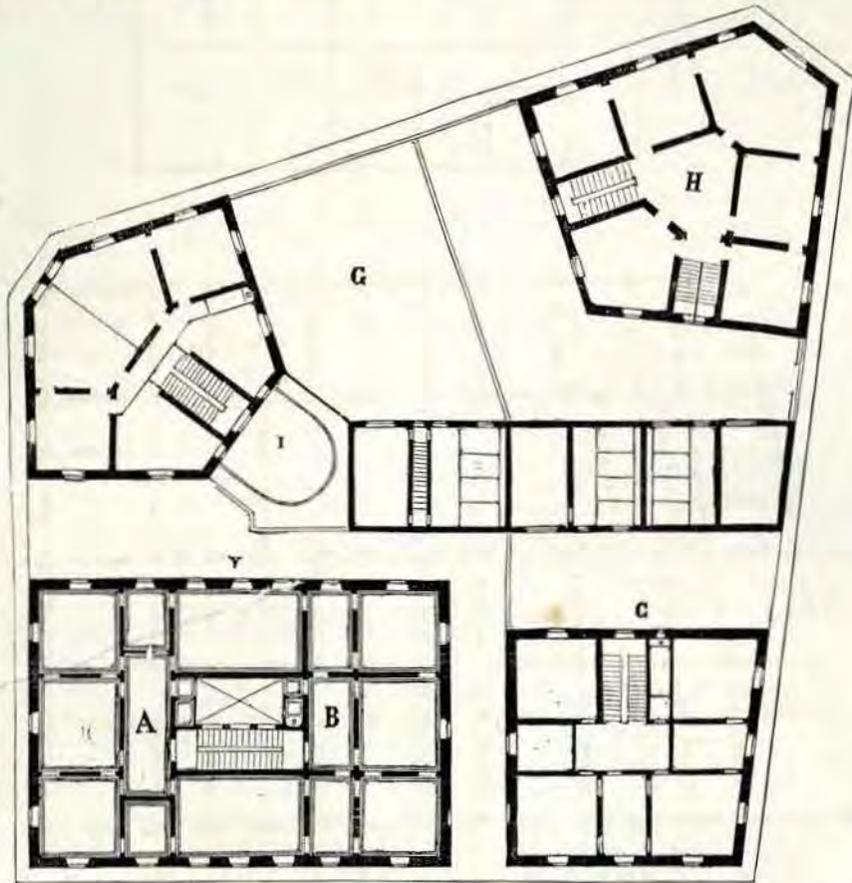


Fig. 447. — Isolato N. VI — Tre villini e fabbricato speciale a due appartamenti indipendenti — Pianta del primo piano alla scala di 1 : 500.

Nell'angolo sud-ovest, cioè in C, si ha un villino a pianta quasi regolare con giardino, che riproduce la disposizione comune a quattro dei villini precedentemente descritti, cioè quelli che per essere accoppiati costituiscono due soli corpi di fabbrica e che vennero descritti a pag. 324.

Nella parte rimanente di questo isolato sono ricavati due villini G, H con rispettivo giardino e dipartimento rustico. I villini propriamente detti sono a pianta poligonale e conservano la simmetria rispetto ad un asse che è la bisettrice dell'angolo dal quale sono ricavati. I rispettivi fabbricati rustici sono a pianta rettangolare; in complesso, malgrado la grande irregolarità del terreno, tutti gli ambienti tanto del civile come del rustico se non sono rettangolari hanno per lo meno poligoni aventi un asse di simmetria.

Il villino G che occupa l'angolo nord-est presenta di

fronte all'ambiente della scala al pian terreno un androne ed un'esedra per il comodo di coloro che scendono o salgono in carrozza; dietro quest'esedra è ricavato un ambiente di forma irregolare che può essere destinato a magazzino, oppure come dipendenza del rustico. Sopra questi locali si estende un terrazzo I a livello col pavimento del primo piano del villino. In questo terrazzo si erge una costruzione metallica ad uso di serra, che resta così addossata al villino sulla parete che sta a fronte dell'esedra. Questa serra richiamerebbe nella sua proiezione orizzontale la forma arcuata dell'esedra sottostante.

Si accede alla serra dal pianerottolo del primo piano, mediante una porta a vetri praticata nel muro perimetrale del villino.

Nel dipartimento rustico si ha al pian terreno: alla destra una scuderia capace di tre cavalli; alla sinistra

la rimessa; nel centro si ha la scala che mette al primo piano. In questo piano si ha sopra la stalla il fienile e sopra la rimessa una camera da letto per lo stalliere.

Serve a rendere più istruttivo quest'esempio la sottostante tabella, dove sono riassunti tutti i dati economici che riguardano i lotti degli isolati n. I, III, IV, V, VI.

Designaz. dell'isolato e del lotto	TERRENO		STERRO		FABBRICATO				Costo totale in lire	Superficie degli ambienti utili in m ²	Rendita netta in lire
	Superficie in m ²	Costo in lire	Cubatura in m ³	Costo in lire	Area in m ²	Altezza in m.	Cubatura in m ³	Costo in lire			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I a	1064 (15)	15960	2156 (2)	4312	736	20	14720 (14)	206080	226352	2148 (12)	15465
III a	1878 (15)	28170	5760	11520	1685	26.25	44231 (12)	530772	570462	5610 (12)	40392
III b. c.	652 (15)	9780	2880	5760	(c) 357 (r) 73	16 10	6442 (14)	90188	105728	896 (14)	7526
V a	400	6000	1200	2400	(c) 179 (r) 73	16 10	3546 (14)	49644	58044	484 (14)	4066
V b	412	6180	1216	2432	(c) 179 (r) 42	16 10	3236 (14)	45304	53916	450 (14)	3780
V c	218	3270	654	1308	(c) 97 (r) 42	16 10	1972 (14)	25636	30214	198 (14)	1663
VI a	687	10305	2001	4122	509	20	10182 (12)	122160	136587	1524 (13)	11887
VI b	431	6465	1293	2586	(c) 256 (r) 63	19 10	5494	76916	85967	857 (14)	7198
VI c	646	9690	1938	3876	(c) 241 (r) 137	16 10	5226 (14)	73164	86730	817 (14)	6862
V a	615	9225	1845	3690	(c) 310 (r) 66	16 10	5620 (14)	78680	91595	666 (14)	5595
IV	2337	35055	4234	8468	1386	17	23562 (14)	282744	326267	1854 (12)	13348
	9340	140100	25235	50474	5922		124228	1581288	1771862	15504	117782

Nelle diverse colonne le cifre fra parentesi sono i prezzi unitari applicati alle quantità cui si riferiscono; quelle fra parentesi nella colonna 11 rappresentano in lire il fitto presumibile al metro quadrato.

Nella colonna num. 1, i numeri romani richiamano l'isolato e le lettere il lotto come sono controsegnati nel piano generale (fig. 442).

Nella colonna n. 6 le aree precedute dalla lettera (c) si riferiscono al dipartimento civile; quelle precedute dalla lettera (r) si riferiscono al dipartimento rustico.

Le altezze registrate a colonna n. 7 rappresentano le differenze di livello fra i comignoli dei fabbricati a cui si riferiscono ed i piani del pavimento dei rispettivi sotterranei.

Nella colonna n. 10 le cifre indicano il totale del costo del terreno (colonna n. 3), più il costo dello sterro (colonna n. 5), più ancora il costo del fabbricato (col. 9).

Le cifre della colonna n. 11 sono il totale della superficie di tutti gli ambienti, utilizzabili dagli inquilini di tutti i piani misurati da vivo a vivo delle pareti interne.

Nella colonna n. 12 si trovano registrati i prodotti della superficie utile (colonna 11) per il rispettivo prezzo di fitto, diminuiti detti prodotti del 40 % che rappresenta la quota annua dei tributi e della manutenzione.

In media confrontando la cifra della rendita netta (colonna n. 12) colla cifra del costo totale (colonna n. 10) risulta che in questi fabbricati, supposti eseguiti in una delle principali città d'Italia, si avrebbe un investimento di capitali colla rendita netta del sei al sette per cento. Si avverte però che i prezzi del costo dei fabbricati sono fissati nell'ipotesi di una buona costruzione ma con decorazione piuttosto modesta, nelle condizioni cioè di fabbricazione collo scopo di un utile investimento di capitali.

Una casa d'abitazione in Londra.

Le case di comune abitazione delle grandi città dell'Inghilterra e specialmente quelle di Londra differiscono assai da quelle di Francia, di Germania e d'Italia, presentando nelle loro piante una distribuzione affatto speciale e caratteristica.

Queste case hanno generalmente facciate assai limitate in lunghezza e sono ciascuna completamente occupate da una sola famiglia, a differenza di ciò che si riscontra nei casamenti delle nostre città, dove comunemente una famiglia occupa un sol piano e anzi spesso questo si divide in due o più appartamenti occupati da famiglie diverse.

I muri interni sono assai irregolarmente distribuiti onde ottenere camere e camerini con quelle posizioni e dimensioni che vanno più a genio al proprietario.

Sul davanti delle case di Londra si ha d'ordinario un profondo fosso detto dagli Inglesi *area*, che serve a dar aria e luce agli ambienti sotterranei. Di questi, alcuni siti sotto il suolo stesso della via pubblica servono come magazzini pel deposito della carne, della frutta, degli ortaggi e del carbone; gli altri siti direttamente sotto il fabbricato sono destinati per la cucina, per la dispensa, pel tinello.

Un ambiente è poi riservato per l'*house-keeper*, il portinajo o capo delle persone di servizio della casa; un altro per il *butler*, colui che ha cura dell'argenteria e delle porcellane; altri sono destinati come camere da letto per gli uomini di servizio. In questi piani inoltre si puliscono i vestiti ed i calzari.

Una scaletta mette in comunicazione la via coll'*area* e serve per coloro che vi recano il latte, la carne, la frutta o gli altri oggetti occorrenti alla mensa. Il carbone però si versa direttamente dalla strada in una delle sottostanti celle mediante opportune aperture praticate nel volto della medesima in corrispondenza dei marciapiedi. Queste aperture presentano degli sportelli che si aprono dall'interno mediante appropriati congegni.

Nella parte posteriore della casa sono disposte le scuderie, il lavatoio e le rimesse. La facciata posteriore non presenta generalmente alcuna decorazione, anzi è spesso assai trascurata. Dalla medesima si comunica coll'esterno mediante una via privata di servizio detta *mews*, la quale mentre permette di introdurre i foraggi e di esportare le immondizie, serve come cortile rustico per streggiare i cavalli e pulire le vetture.

Dalla via, mediante ponte che attraversa e copre in parte l'*area*, si accede ai locali del pianterreno. In questo oltre il vestibolo si trova la sala del pranzo e la biblioteca, ed è particolarmente frequentato dal padrone di casa, essendovi non di rado anche un camerino di teletta ed una camera da letto pel medesimo.

Il primo piano è destinato esclusivamente ai ricevimenti ed è in ispecial modo il dominio della padrona di casa, si trovano generalmente due o tre saloni ed uno spogliatojo.

Nel 2°, 3° e 4° piano sonvi le camere da letto, servendo quelle del secondo per i padroni e per gli ospiti, quelle del terzo pei ragazzi, quelle del quarto per le donne di servizio.

Nella fig. 448 porghiamo le piante dei sotterranei del pian terreno, del primo, secondo e terzo piano di una casa di Londra.

Nel piano dei sotterranei si ha nell'ambiente individuato col n. 1 ed in quelli che gli stan sopra e sotto le celle per la legna, pel carbone, ecc. (*coal cellar*).

Lo spazio n. 2 è scoperto, ed è quello che costituisce l'*area*. Si vede in essa la proiezione della scala che dà sulla via.

L'ambiente n. 3 è destinato per colui che sorveglia le persone di servizio e che ha cura dell'argenteria (*butler*).

L'ambiente n. 4 è destinato pel portinajo della casa (*house-keeper*).

Nell'ambiente n. 5 si ha la bottiglieria (*wine cellar*).

L'ambiente n. 6 è il tinello o camera da pranzo per le persone di servizio (*servants hall*).

L'ambiente n. 7 è scoperto, cioè costituisce un'altra *area*.

Nell'ambiente n. 8 si ha la cucina (*kitchen*).

L'ambiente n. 9 è destinato a pasticceria (*pastry*).

L'ambiente n. 10 è destinato a lavatoio (*sculery*).

Al pian terreno si ha in 11 una scuderia capace di quattro cavalli (*stable of four stall*).

In 12 si ha la rimessa (*coach house*).

In 13 lo studio (*study*).

In 14 la camera per colazione (*breakfast room*).

In 15 la sala da pranzo.

Le altre particolarità del piano, dei sotterranei e terreno si rilevano abbastanza chiaramente dalla figura.

Gli ambienti del 1°, 2° e 3° piano hanno la destinazione indicata nella colonna precedente. Aggiungerò solo che al primo piano sopra il portico d'ingresso è ricavato un terrazzo, sopra lo studio del pian terreno una serra, sopra la stalla e la rimessa le camere da letto dei cocchieri.

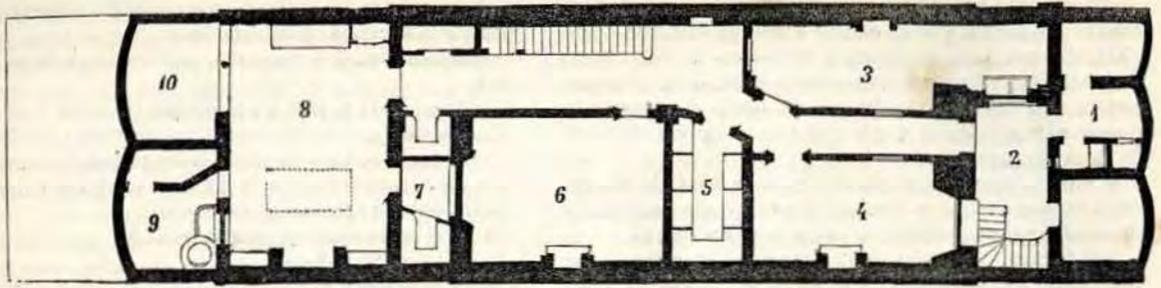
COSTRUZIONI LEGGERE O PROVVISORIE IN LEGNO.

Costruzioni leggere o provvisorie in legno sono quelle che si impiantano nelle adiacenze del fabbricato da costruirsi per stabilire l'ufficio onde registrare i materiali che arrivano nel cantiere, allestire i disegni che di mano in mano si rendono necessari durante la costruzione dell'edificio o fare le opportune modificazioni a quelli prima allestiti nello studio dell'architetto. Servono inoltre a depositare le provviste di cemento ed a ritirare nella notte gli strumenti che occorrono nelle operazioni di scavo e di tracciamento, come funicelle, livello, badili, ecc. Queste baracche si costruiscono generalmente su pianta rettangolare. Un rettangolo di tre o quattro metri di larghezza, per cinque o sei metri di lunghezza, può ritenersi sufficiente per gli uffici degli ordinari fabbricati d'abitazione. Pei fabbricati di maggiore entità si assegneranno dimensioni maggiori quando non si giudichi opportuno di fabbricare un piccolo casotto in muratura di mattoni e malta di terra o addirittura con muratura regolare.

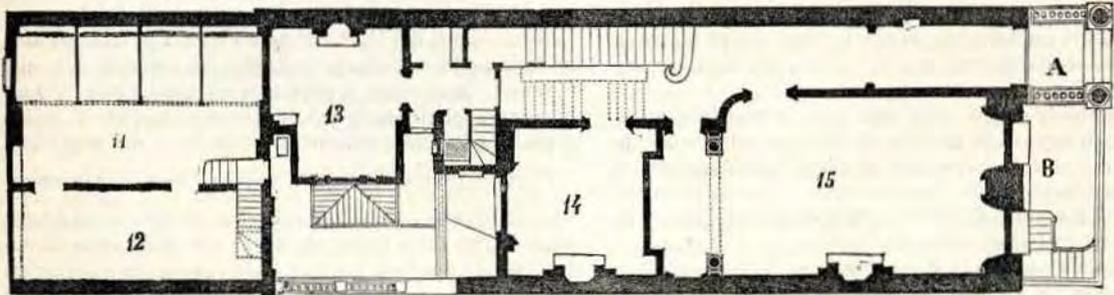
Per costruire dette baracche si piantano dei ritti in legno sui vertici del rettangolo a coprirsi, altri ritti si planteranno sui lati, in guisa da risultare fra loro da asse ad asse a distanze di tre metri all'incirca. Devono questi ritti sporgere dal suolo per un'altezza non inferiore ai m. 2.50, meglio se raggiungono l'altezza di m. 3 o di 3.50. Superiormente ed inferiormente contro questi ritti si inchioda una fila di tavole, le quali servono alla loro volta a fissare delle tavole verticali che formeranno le pareti della baracca. Sui ritti si appoggiano delle piccole incavallature che devono sopportare la copertura. Questa si forma o con tavole disposte orizzontalmente e addossate l'una all'altra per un tre o quattro centimetri, oppure con tavole aderenti le une alle altre e ricoperte con tela cerata, o con tegole o con lamiera ondulata. È indispensabile il tavolato per evitare l'eccessivo caldo che si avrebbe nella stagione estiva con una semplice copertura di tegole o di lamiera di ferro.

COSTRUZIONI NEI LUOGHI SOGGETTI A TERREMOTO.

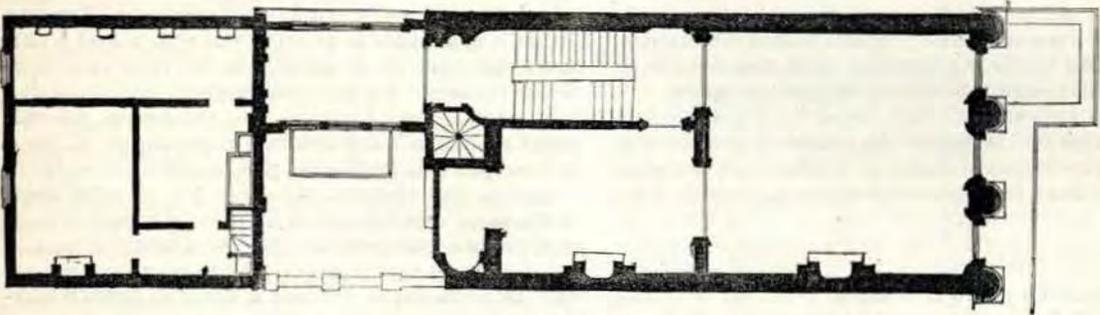
Nei luoghi soggetti a forti e frequenti scosse di terremoto le case si costruiscono generalmente in legno. Quando si volessero fabbricare in muratura converrà abbandonare affatto l'uso delle volte e degli archi tanto per coprire, come per il collegamento dei muri al di sopra delle porte e delle finestre.



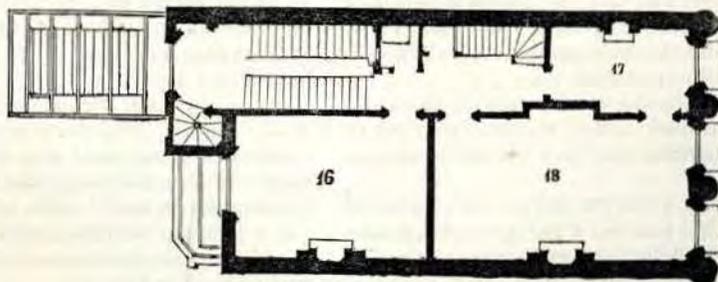
Una casa di Londra. Scala di 1 : 225. Pianta dei sotterranei.



Pianta del pian terreno.



Pianta del primo piano.



Pianta del secondo Piano.

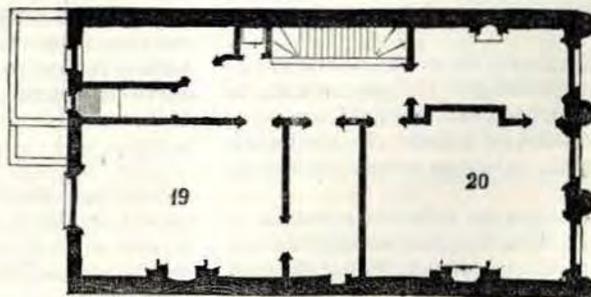


Fig. 448. — Pianta del terzo piano.

Le fondazioni converrà stabilirle su un'intelaiatura fatta con un doppio ordine di travi disposti orizzontalmente e presentanti un circa 25 centimetri per lato di sezione retta. Le travi dell'ordine inferiore si disporranno nel senso dei muri trasversali e si terranno spaziate fra loro da m. 1 ad 1.20.

L'ordine superiore si comporrà di tante coppie di travi disposte in corrispondenza dei muri perimetrali, longitudinali e trasversali, e collegate fra loro a metà legno e con quelle dell'ordine inferiore mediante robuste chiodate in ferro. Altre travi si collocheranno in senso diagonale, in modo da ottenere un sistema di forma invariabile.

Alle volte si sostituiranno dei solai in legno od in ferro. Sulle finestre, a luogo delle piattabande, si disporranno delle travi in legno od in ferro, avendo riguardo di fissarle per bene cogli estremi alle travi dei solai. Questi estremi dovranno alla loro volta essere bene fissati al muro, o con lunghi bolzoni o meglio con ritti verticali, protraentisi fino alle travi di fondazione, alle quali saranno ben fissati. Questi ritti possono avere dai quattro ai cinque centimetri quadrati per superficie di sezione retta.

Alcuni tiranti messi in senso diagonale nei muri trasversali, in modo però da non attraversare le aperture, serviranno a rendere più resistente la costruzione.

I puntoni del tetto siano collegati fra loro sul colmo e fissate le estremità inferiori ad una banchina, che correrà in giro sui muri perimetrali e che sarà fissata con chiodate alle travi dell'ultimo solaio.

Per le coperture, oltre a quelle metalliche, possono tornar bene quelle con tegole piane che sono munite di un occhio, in modo da poterle fissare con filo di ferro ai listelli.

Le cappe dei camini si muniranno a seconda della loro minore o maggior altezza di due o più fasciature in ferro collegate con piccoli tiranti ai puntoni del tetto.

PONTI PER COSTRUIRE ED ESECUZIONE DEI LAVORI.

Stabilito il cantiere circueudo, se è il caso, il terreno con steccato in legno e preparata la baracca in legno o in muratura per stabilirvi l'ufficio, disposta la stadera per pesare i materiali che entrano, regolarizzato convenientemente il terreno, si procede con palline e, se occorre, collo squadro, al tracciamento degli assi principali del fabbricato e quindi si traccia il profilo del piano di fondazione dei corpi di fabbrica, che devono avere sotterranei, e il profilo dei muri o dei pilastri di fondazione per corpi di fabbrica che non devono avere sotterranei.

Per tracciare questi profili si individuano prima gli spigoli dei muri col portare, sugli assi preventivamente tracciati o normalmente ad essi, le distanze registrate sul disegno delle fondazioni. Si piantano saldamente nel terreno in coincidenza di questi spigoli dei picchetti. Tendendo delle funicelle o fili di ferro fra due picchetti successivi, sarà poi facile con una punta tracciare sul terreno i profili necessari.

Ciò fatto, si procede allo scavo del terreno con quelle cautele e quei mezzi che richiede la natura del terreno a scavarli. Così se il terreno è tufaceo si dovrà fare uso del picco, del martello e si potranno tenere le pareti verticali; se il terreno è meno duro, ma tuttavia sufficientemente compatto si farà uso della vanga e le pareti dello scavo si terranno con leggiera inclinazione per rapporto alla verticale. Se il terreno è sciolto bisognerà assegnare alle pareti dello scavo almeno un'inclinazione di 60° colla verticale.

Per gli scavi di piccola larghezza come sono quelli dei muri e dei pilastri dove non devono farsi i sotterranei si possono tenere le pareti quasi verticali, rivestendo, in caso di bisogno, in tutto o parzialmente, le pareti dello scavo con assi tenute a voluta distanza con traverse e con puntelli.

In casi eccezionali, come quelli dei terreni acquitrinosi, sabbiosi, torbosi, si farà ricorso a quei metodi che verranno descritti all'articolo FONDAZIONI.

Per la parte non cantinata basterà approfondire lo scavo fino a raggiungere il terreno sodo; bisogna però bene accertarsi della sodezza sua, perchè la solidità d'un edificio dipende in gran parte dall'essere impiantato su un piano resistente ed inalterabile, essendo ovvio che anche un piccolo cedimento nella base, quando questo non sia uniforme, possa essere cagione di screpolature, di strapiombi ed anche della rovina dell'intero edificio.

Per la parte che deve ricevere i sotterranei si scava fino a raggiungere il suolo del sotterraneo; si regolarizza questo suolo, poscia si tracciano i profili dei muri o dei pilastri di fondazione, riferendosi a punti segnati al piano terreno. Se si è già raggiunto il terreno sodo non si fa altro che scavare un venticinque o trenta centimetri al di sotto del suolo dei sotterranei, altrimenti si continua lo scavo fino a raggiungere detto terreno. Quando il terreno sodo fosse a grande profondità, 6, 7, 8 o più metri sotto il suolo dei sotterranei, convergono le fondazioni a pozzi. I pozzi si praticano in corrispondenza dei pilastri, ed il terreno intermedio si scava in modo da servire come centine per la costruzione degli archi, sui quali deve appoggiarsi la muratura soprastante. Il punto più alto dell'estradosso di questi archi si potrà tenere a livello col piano del sotterraneo. Contemporaneamente agli scavi di fondazione si preparano le fosse per la fabbricazione della malta.

La muratura delle fondazioni potrà essere di mattoni, di pietrame o di calcestruzzo, a seconda delle esigenze locali; nelle fondazioni a pozzi gli archi sono generalmente in mattoni. Giunta la muratura al piano dei sotterranei, il capomastro verifica colla lignola se i muri sono a posto, segna la risega di fondazione, traccia il vano delle finestre, le cavità per le canne delle spazzature, dei caloriferi e dei pozzi neri. Segna la posizione dei rampanti delle scale, la curva d'intradosso dei volti delle medesime, o le alzate dei gradini se sono a sbalzo, ecc.

Si prosegue ad elevare la muratura fino al livello del piano terreno, ricordando di lasciare le opportune intaccature o le riseghe, per formare i pulvini d'imposta degli archi e delle volte. Si costruiscono le piattabande, gli archi e poscia le volte col disporre le centine nel modo indicato nell'articolo ARCO, VOLTA.

Si piantano in seguito verticalmente delle aste di legno all'esterno dei muri e verso le loro estremità, cioè nella direzione degli assi dei muri stessi. A queste aste si inchiodano dei listelli orizzontali all'altezza di m. 1.20 circa dal suolo, che permettono di tendere delle funicelle nella direzione dei muri ed alla distanza di circa un centimetro dalla parete dei medesimi, che servono di guida per poterli elevare bene a piombo. Anzi molti costruttori usano la precauzione di assegnare ai muri una leggerissima inclinazione verso l'interno, circa due millimetri per metro, perchè a cagione dell'assetamento delle malte può avverarsi il caso che muri messi bene a piombo nell'atto della costruzione, vengano a subire dei leggeri spostamenti e trovarsi fuori piombo ad opera compiuta.

Il capomastro ripete le operazioni fatte al piano dei

sotterranei, del tracciamento dello squarcio delle finestre, dei vani delle porte, degli armadii, delle canne dei camini, dei caloriferi, delle latrine, delle spazzature, dei tubi per il gaz, per l'acqua potabile, per i piccoli *lift*, ecc., ciò con consultare il disegno del piano terreno; distribuisce i muratori così che la muratura possa elevarsi regolarmente, e per quanto è possibile tutt'insieme. Si mettono a posto o si lasciano i vani per gli zoccoli. Per gli stipiti delle porte e per gli archivolti bisogna pure lasciare gli opportuni vani, e per questi, come in generale per tutti gli ornamenti in pietra, in cemento od in terra cotta, sarebbe cattiva pratica metterli in opera subito, imperocchè i piccoli cedimenti, da cui la muratura non va mai immune a cagione dell'assettamento delle malte, possono cagionare delle fenditure in questi ornamenti. Giunta la muratura all'altezza dei parapetti delle finestre, la s'interrompe nei vani delle medesime; nei vani dei camini si fanno dei piccoli archi per sostenere la muratura soprastante *alla bocca* e si procede al restringimento delle gole, ecc.

Giunto l'edificio a m. 1.50 sopra il suolo, si stabiliscono i ponti. A tal fine, esternamente al perimetro e tutto all'ingiro se la casa è isolata, o sui lati liberi se la casa è addossata a qualche altra, si piantano verticalmente delle travi ordinariamente d'abete o di larice, aventi dai 18 ai 24 centimetri di diametro, dette dai pratici antenne, distanti dal muro da m. 1.50 a 2 metri e spaziate fra loro di circa due metri.

L'affondamento nel suolo di queste antenne può essere di circa m. 0.20; in casi speciali si possono tenere a fior di terra, fermandone il piede con una massiciata di gesso o di cemento. Queste antenne si collegano fra loro all'altezza di m. 1.05 dal suolo, con dei travicelli aventi da 16 a 18 centimetri di diametro, orizzontalmente disposti e con direzione parallela ai muri. L'unione si ottiene con chiodi, con fasciature in ferro o con legature di funi e con gattelli.

La moietta in ferro che si adotta per queste fasciature presenta sezione retta di m. 0.03 per 0.002. La fune che serve pure allo scopo ha diametro di circa m. 0.02.

Si collocano poi orizzontalmente ed in direzione normale al muro dei travicelli appoggiati verso un estremo alle travi ora accennate, ed incastrandole all'altro estremo per un venti centimetri nel muro. Questi travicelli hanno il diametro di circa 6 centimetri.

Nei muri in pietra da taglio, non convenendo di incastrare le traverse nel muro, bisogna ricorrere ad una seconda serie di antenne o di travicelle messe in corrispondenza delle altre, aderenti al muro o conficcate verticalmente nella parte già costrutta dello stesso muro. Come si è detto per la prima serie, queste antenne si collegano con travicelli orizzontali e le traverse si fissano a queste travi orizzontali ed a quelle della prima serie.

Sulle traverse si appoggiano le tavole di legno che formano il pavimento del ponte. Queste tavole hanno larghezza di m. 0.30 a 0.35, spessore di quattro a cinque centimetri; lunghezza da due a tre metri. Bisogna bene avvertire di non mettere qualche tavola in modo che possa alzarsi ad un estremo quando s'appoggia il piede sull'altro, o, come suol dirsi, bisogna evitare le tavole in bilancia, potendo riescire cagione di disgrazie.

Costrutto il palco, si elevano i muri fino all'imposta delle piattabande, delle porte e delle finestre, avendo riguardo di lasciare le apposite rientranze o gli appositi pulvinari per le volte, quando queste sono impostate più in basso delle piattabande o degli archi di quelle; come pure si saranno lasciati appositi fori o parti sporgenti per poter adattare l'armatura delle centine. Si co-

struiscono quindi le piattabande e gli archi, adottando per la loro centinatura quelle disposizioni che saranno del caso e richieste dall'ampiezza delle luci.

Giunta la muratura ad 1.75 sopra il primo palco, se ne costruisce un secondo in modo perfettamente analogo. Per formare il pavimento di questo secondo palco si possono usufruire le tavole del primo, meglio però lasciarne un paio di file in caso che occorra di riscontrare quale misura.

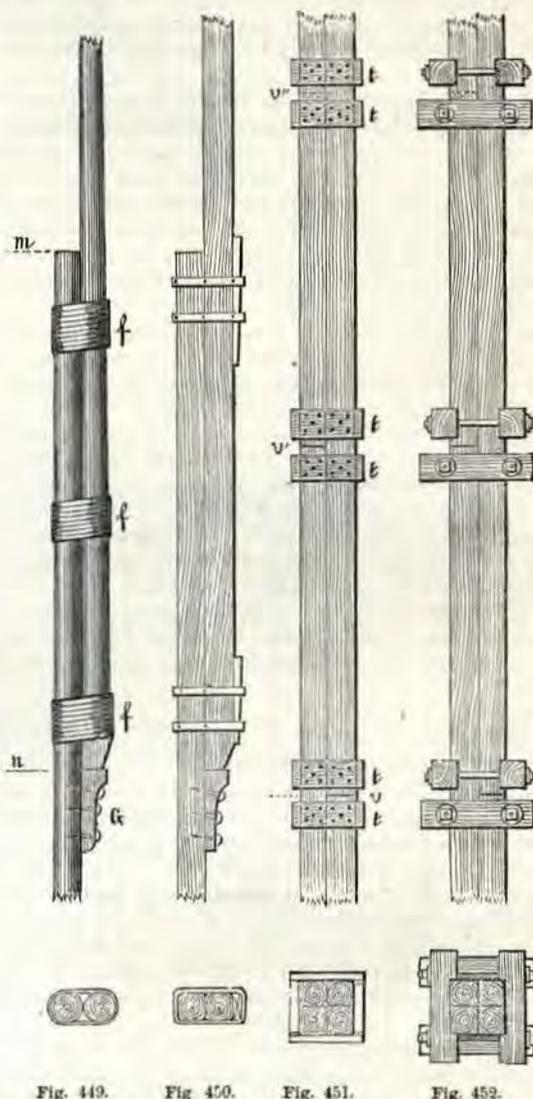


Fig. 449.

Fig. 450.

Fig. 451.

Fig. 452.

A tempo opportuno si collocano i bolzoni per le chiavi e i ritzi in ferro per il collegamento dei radicamenti. Al livello dell'estradosso delle piattabande o degli archi delle finestre si collocano i radicamenti e si procede poscia la muratura fino al livello del primo piano, lasciando gli appositi fori per la collocazione delle chiavi delle volte o per la posa delle travi in legno od in ferro dei solai.

Il piano di posa delle travi del solajo o la linea d'imposta delle volte devono essere determinate con precisione dal capomastro, il quale raggiunge lo scopo col fare una livellazione generale col livello ad acqua, tracciandone in rosso od in nero col carbone le linee di livello sulle diverse pareti.

Al primo piano si ripetono le operazioni di tracciamento delle riseghe dei vani, ecc., e si procede in modo analogo a quello indicato nel pianterreno, avvertendo di lasciare i vani per le mensole dei balconi, dei ballatoi, quando non si pongono in opera nell'atto della costruzione.

Quando le antenne non sono lunghe a sufficienza per giungere alla sommità del muro, si prolungano unendovene delle altre coll'uso dei gattelli G, delle fasciature in ferro *f*, o legamenti con funi (fig. 449 e 450). Le due antenne devono almeno combaciare per 60 centimetri, meglio se è possibile *sovrapporre* per una lunghezza *mn* maggiore.

Per castelli o ponti di servizio molto alti, come quelli, ad esempio, che occorrono per la costruzione di cupole, di campanili, ecc., conviene talora formare dei ritzi con quattro travi accoppiate, che si uniscono fra loro mediante traverse di tavole inchiodate come è indicato nella fig. 451, oppure con traverse di travicelli inchiodate nel modo indicato nella fig. 452.

Piani inclinati per accedere ai diversi palchi. Questi si formano mediante antenne, travicelli inclinati, traverse, tavole e listelli. L'inclinazione di questo piano coll'orizzonte è bene che non sia superiore ai 32 gradi, convenientissima torna l'inclinazione di 3 di base per 2 di altezza.

I listelli che s'inchiodano sul pavimento del piano inclinato a distanze di circa 40 cent. hanno per iscopo di porgere un arresto al piede, e quindi agevolare la salita e la discesa.

Ultimati i muri, si sollevano le travi per la formazione del tetto. A questo scopo si colloca un travicello inclinato fermandolo con fune ad un'antenna e alla muratura pure mediante funi.

All'estremo libero si adatta la taglia. La trave che si vuol innalzare si lega per bene sulla sua metà con una fune e con un gancio s'attacca alla taglia; ad uno degli estremi si lega una funicella che serve in una colla taglia a far andare la trave in posizione conveniente per essere presa onde collocarla a sito.

Quando il fabbricato è molto alto conviene, per innalzare i mattoni, le pietre, la malta, l'acqua, disporre dei verricelli e far uso delle bigoncie.

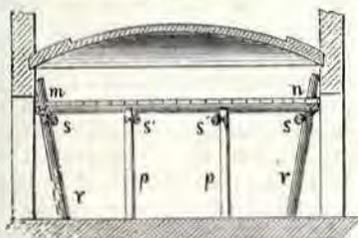


Fig. 453.

Ponti interni per la decorazione delle volte e dei soffitti delle camere. — Si mettono contro due pareti opposte in direzione verticale o con leggier scarpata dei ritzi *rr* (fig. 453), aventi diametro di circa 16 centim. a distanza fra loro di due metri all'incirca.

Si collegano con due travicelli progettati in *S, S* orizzontalmente disposti (aventi diametro pure di circa centimetri 16) i ritzi siti sulla stessa parete ad altezza che si dirà più sotto. Questi travicelli servono a fornire appoggio ad altri travicelli *mn* disposti orizzontalmente in direzione normale ai primi e spazati fra loro da 1^{mo} ad 1^{mo}.50 che alla lor volta servono d'appoggio alle tavole del palco. I primi travicelli di collegamento si colloche-

ranno a tale altezza da risultare il pavimento del palco circa 1.85 sotto il soffitto o circa 0.90 sotto la linea d'imposta della volta.

Quando le camere hanno dimensioni superiori ai quattro metri converrà sostenere i travicelli *mn* con altre travi *S', S'* sostenute dai puntelli *p, p*.

Ponti provvisori per riparazione alle facciate. — Quando per trovarsi il muro di facciata prospiciente in una via molto stretta non è possibile, senza impedire il passaggio, collocare le antenne per formare il ponte col sistema descritto più sopra, e neppure servirsi dei castelli mobili o della scala Porta, si adottano, se il primo piano è libero, i così detti ponti a bilancia (fig. 454).

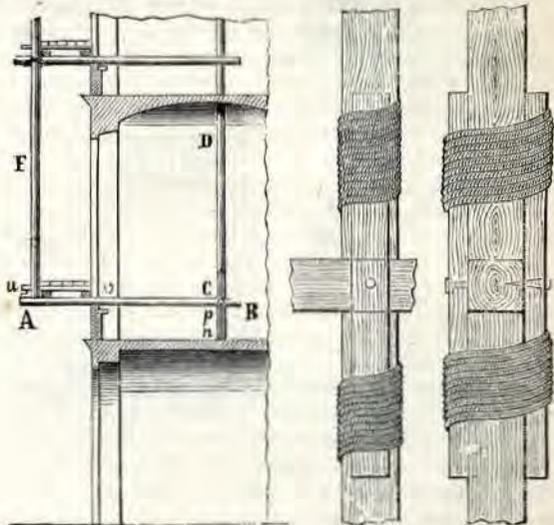


Fig. 454.

Si formano con travicelli *AB* aventi circa 16 centim. di diametro appoggiati ai davanzali delle finestre e fissati verso l'estremo interno a ritzi *CD* e *pn* disposti verticalmente, e contrastanti col pavimento e col volto. Questi travicelli si collegano fra loro mediante altri travicelli disposti orizzontalmente e parallelamente alla facciata. Su questi si collocano le traverse *uv* a distanza di 0.80 circa, sulle quali hanno appoggio le tavole del palco. Quando si dovessero stabilire dei palchi intermedi a quelli disposti all'altezza dei davanzali, si fissano sulle travi appoggiate ai davanzali dei ritzi *F* mediante fasciature e gattelli; con travi orizzontali assicurate a questi ritzi, con traverse e con tavole si formerà il palco intermedio.

Quando il primo piano non è libero bisognerà praticare dei fori nel muro a distanza fra loro di circa 2 metri per incastrare dei travicelli *pq* (fig. 455) aventi diametro di circa 16 centimetri a guisa di mensole. Questi travicelli si rinforzano talvolta con dei saettoni inclinati *SS*.

Per assicurare meglio l'unione a dente del saettone colla mensola si potrà ricorrere a piastrine in ferro foggiate come si rileva dalla figura.

Perchè l'incastramento della mensola nel muro sia solido si deve, specialmente quando occorrono due o più ordini di palchi sovrapposti, foggiate le teste delle mensole a coda di rondine, oppure fermarle alla muratura con staffe in ferro. Una disposizione analoga (fig. 456) si adotta quando il muro da riparare confina con un fabbricato più basso, per cui non fosse possibile o non conveniente impiantare le antenne nel modo sopra indicato.

Pei lavori di poca durata che si dovessero fare sui muri di facciata, come infissione dei ferri per sostegno dei fili telegrafici e telefonici, a lattamento di questi fili, infissione dei ferri nei tubi pluviali, ecc. ecc., quando la facciata prospetta su vie di sufficiente larghezza si usano, invece dei sistemi descritti, i castelli mobili, i castelli ascensori in ferro od in legno, le scale sistema Porta.

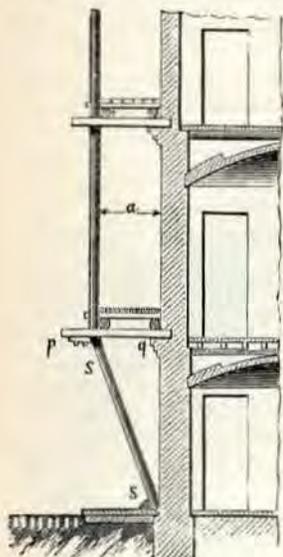


Fig. 455.

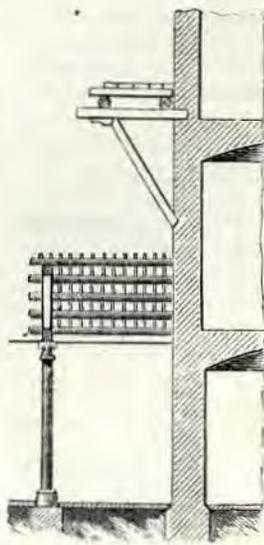


Fig. 456.

Per la riparazione dei tubi pluviali si usa pure di frequente una fune a nodi che si attacca per un estremo e mediante un ferro arcuato all'arcareccio più vicino alla gronda. L'operaio s'arrampica su per la fune, e giunto all'altezza conveniente si attacca con bretelle di cuojo munite di gancio ad uno dei nodi della medesima.

LEGGI E REGOLAMENTI CHE RIGUARDANO LA COSTRUZIONE DEI FABBRICATI.

Estratto dal Codice civile italiano.

Tit. II — Cap. III — Del diritto d'accessione sopra ciò che s'incorpora e si unisce alla cosa.

« Art. 446. Tutto ciò che s'incorpora e si unisce alla cosa appartiene al proprietario di essa secondo le regole stabilite in appresso.

« Art. 447. Il proprietario può fare sopra il suo suolo qualsiasi costruzione e piantagione, salvo le eccezioni stabilite nel capo *Delle servitù prediali*.

Parimente disotto al suolo può fare qualsiasi costruzione e scavamento, e trarne tutti i proclotti possibili, salvo le disposizioni delle leggi e dei regolamenti sulle miniere e di polizia.

« Art. 448. Qualsiasi costruzione, piantagione od opera sopra o disotto il suolo si presume fatta dal proprietario a sue spese ed appartenergli, finchè non consti del contrario, senza pregiudizio però dei diritti legittimamente acquistati dai terzi.

« Art. 449. Il proprietario del suolo che ha fatto costruzioni, piantagioni od opere con materiali altrui, deve pagarne il valore. Sarà anche tenuto, in caso di mala fede o di colpa grave, al risarcimento dei danni; ma il pro-

prietario de' materiali non ha diritto di levarli, salvo che lo possa senza distruggere l'opera costrutta o far perire la piantagione.

« Art. 450. Allorchè le piantagioni, costruzioni od opere sono fatte da un terzo e con suoi materiali, il proprietario del fondo ha diritto o di ritenerle, o di obbligare colui che le ha fatte a levarle.

« Se il proprietario del fondo domanda che sieno tolte le piantagioni e costruzioni, ciò verrà eseguito a spese di colui che le ha fatte, senza alcuna indennità a suo favore: questi potrà inoltre essere condannato al risarcimento dei danni che il proprietario del fondo avesse sofferto.

« Se il proprietario preferisce di conservare le piantagioni e costruzioni, deve pagare a sua scelta il valore de' materiali e i prezzi della mano d'opera, oppure l'aumento di valore recato al fondo.

« Il proprietario però non può chiedere che sieno tolte le piantagioni, costruzioni ed opere fatte da un terzo, che abbia sofferto evizione e per la sua buona fede sia andato esente dalla restituzione dei frutti, ma deve pagarle in uno dei modi accennati.

« Art. 451. Se le piantagioni, fabbriche od altre opere sieno state fatte da un terzo con materia altrui, il padrone della materia non ha diritto di rivendicarla, ma può esigere indennità dal terzo che ne ha fatto uso, ed anche dal proprietario del suolo ma soltanto sul prezzo che da questo fosse ancora dovuto.

« Art. 452. Se nella costruzione di un edificio si occupasse in buona fede una porzione del fondo attiguo, e la costruzione si fosse fatta a saputa e senza opposizione del vicino, potranno l'edificio ed il suolo occupato essere dichiarati di proprietà del costruttore, il quale però sarà tenuto a pagare al proprietario del suolo il doppio valore della superficie occupata oltre il risarcimento dei danni.

Tit. III — Cap. II — Delle servitù prediali.

Dei muri, edifici e fossi comuni

« Art. 546. Ogni muro che serve di divisione tra edifici sino alla sua sommità, e in caso di altezze ineguali sino al punto in cui uno degli edifici comincia ad essere più alto, ed altresì ogni muro che serve di divisione tra cortili, giardini ed anche tra recinti ne' campi, si presume comune, se non vi è titolo o segno in contrario.

« Art. 547. La proprietà del muro divisorio tra cortili, giardini, orti o campi è determinata dal piovente di esso muro ed in ragione del piovente medesimo.

« Se gli sporti, quali sono le mensole, i cornicioni e simili, e i vani che si addentrano oltre la metà della grossezza del muro, appajono costrutti con esso, si presume che il muro sia di quel proprietario dalla cui parte si presentano, ancorchè vi sia soltanto qualcuno di tali segni.

« Se poi uno o più di essi sono da una parte, ed uno o più dalle parte opposta, il muro è riputato comune: in ogni caso la positura del piovente prevale a tutti gli altri indizii.

« Art. 548. Le riparazioni e le ricostruzioni necessarie del muro comune sono a carico di tutti quelli che vi hanno diritto, ed in proporzione del diritto di ciascuno.

« Art. 549. Qualunque comproprietario di un muro comune può tuttavia esimersi dall'obbligo di contribuire alle spese delle riparazioni e ricostruzioni, rinunziando al diritto di comunione, purchè il muro comune non sostenga un edificio di sua spettanza.

« La rinunzia però non libera il rinunziante dall'ob-

bligò delle riparazioni e ricostruzioni a cui avesse dato causa col fatto proprio.

« Art. 550. Il proprietario che vuole atterrare un edificio sostenuto da un muro comune, può rinunziare alla comunione di questo, ma deve per la prima volta farvi le riparazioni e le opere che la demolizione rende necessarie per evitare ogni danno al vicino.

« Art. 551. Ogni comproprietario può fabbricare appoggiando le sue costruzioni al muro comune, ed immettere travi e travicelli per la grossezza del medesimo, in guisa però che dall'altra parte restino ancora cinque centimetri, salvo il diritto nell'altro comproprietario di far accorciare la trave fino alla metà del muro, nel caso in cui egli volesse collocare una trave nello stesso luogo, aprirvi un incavo od appoggiarvi un camino.

« Art. 552. Parimente ogni comproprietario di un muro comune può attraversarlo per intero con chiavi e capichiavi, e collocare bolzoni all'opposto lato per garanzia della sua fabbrica, osservando però la distanza di cinque centimetri dalla superficie esterna del muro verso il vicino, e facendo le opere necessarie per non recar danno alla solidità del muro comune, salvo il risarcimento dei danni temporanei provenienti dal collocamento delle chiavi e dei capi-chiavi e bolzoni.

« Art. 553. Ogni comproprietario può alzare il muro comune, ma sono a suo carico le spese dell'alzamento, le riparazioni pel mantenimento dell'alzata superiore al muro comune e le opere occorrenti per sostenere il maggior peso derivante dall'alzamento, in modo che il muro riesca egualmente solido.

« Art. 544. Se il muro comune non è atto a sostenere l'alzamento, chi vuole alzare, è tenuto a farlo ricostruire per intero a sue spese e sul proprio suolo quanto alla maggiore grossezza.

« In questo caso e in quello espresso nel precedente articolo egli è inoltre tenuto a risarcire il vicino dei danni, che pel fatto anche temporaneo dell'alzamento o della nuova costruzione avesse a soffrire.

« Art. 555. Il vicino che non ha contribuito all'alzamento, può acquistare la comunione, pagando la metà di quanto ha costato e il valore della metà del suolo che fosse stato occupato per l'eccedente grossezza.

« Art. 556. Il proprietario di un fondo contiguo ad un muro ha pure la facoltà di renderlo comune in tutto od in parte, purchè lo faccia per tutta l'estensione della sua proprietà, pagando al proprietario del muro la metà dell'intero valore, o la metà del valore di quella parte che vuol rendere comune e la metà del valore del suolo sopra cui il muro è costruito, ed eseguendo altresì le opere che occorressero per non danneggiare il vicino.

« Questa disposizione non si applica agli edifici destinati all'uso pubblico.

« Art. 557. Uno dei vicini non può fare alcun incavo nel muro comune, nè applicarvi od appoggiarvi alcuna nuova opera senza il consenso dell'altro, e, in caso di rifiuto, senza aver fatto determinare dai periti i mezzi necessari affinchè l'opera non riesca di danno ai diritti dell'altro.

« Art. 558. Non si può ammucchiare contro un muro comune letame, legnami, terra od altre materie, senza prendere le precauzioni necessarie affinchè tali mucchi non possano nuocere con l'umidità, o con la spinta, o con la soverchia elevazione, o in qualunque altro modo.

« Art. 559. Ciascuno può costringere il vicino a contribuire alle spese di costruzione o di riparazione dei muri di cinta che separano le rispettive case, i cortili e i giardini situati nelle città e nei sobborghi. L'altezza di essi sarà determinata secondo i regolamenti particolari,

ed, in mancanza di questi o di una convenzione, ogni muro di cinta o divisorio tra vicini da costruirsi in avvenire a spese comuni sarà dell'altezza di tre metri.

« Art. 560. Nel caso in cui nelle città o nei sobborghi un muro sia divisorio di due fondi l'uno superiore, l'altro inferiore, il proprietario del fondo superiore dovrà sopportare per intero le spese di costruzione e di riparazione del muro sino all'altezza del proprio suolo; la parte del muro che sorge dal suolo del fondo superiore sino all'altezza indicata nell'articolo precedente, sarà costruita e riparata a spese comuni.

« Art. 561. Nei casi espressi nei due articoli precedenti, il vicino che non vuol contribuire alle spese di costruzione o riparazione del muro di cinta o divisorio, se ne può esimere cedendo la metà del terreno su cui il muro di separazione deve essere costruito e rinunziando al diritto di comunione, salva la disposizione dell'art. 556.

« Art. 562. Quando i diversi piani di una casa appartengono a più proprietari, e i titoli di proprietà non provvedono circa le riparazioni e ricostruzioni, queste devono farsi nel modo che segue:

« I muri maestri e i tetti sono a carico di tutti i proprietari in proporzione del valore del piano che appartiene a ciascuno. Lo stesso ha luogo per gli anditi, le porte, i pozzi, le cisterne, gli acquedotti e le altre cose comuni a tutti i proprietari: le latrine però sono a carico comune in proporzione del numero delle aperture d'immersione.

« Il proprietario di ciascun piano o porzione di esso fa e mantiene il pavimento su cui cammina, le volte, i solai e i soffitti che coprono i luoghi di sua proprietà.

« Le scale sono costruite e mantenute dai proprietari dei diversi piani a cui servono, in ragione del valore di ciascun piano.

« Si considerano come piani di una casa le cantine, i palchi morti e le soffitte o camere a tetto.

« Art. 563. Le norme stabilite per la contribuzione della spesa di riparazione o ricostruzione dei tetti di una casa appartenente a più proprietari si osservano anche nei casi di riparazione dei lastrici così detti solari.

« Ove l'uso dei medesimi non sia comune a tutti i proprietari della casa, quelli che hanno l'uso esclusivo di uno o più lastrici solari, per ragion del calpestio, sono tenuti a contribuire per una quarta parte della spesa delle riparazioni o ricostruzioni, e le altre tre quarte parti saranno a carico di essi e degli altri proprietari della casa, nella proporzione stabilita dall'articolo precedente, salve le particolari stipulazioni.

« Art. 564. Il proprietario dell'ultimo piano di una casa non può, senza il consenso dei proprietari degli altri piani, alzare nuovi piani o nuove fabbriche, eccettuate quelle costituenti parapetti di lastrici solari, qualora possa derivarne danno al valore della proprietà degli altri.

Della distanza e delle opere intermedie.

« Art. 570. Chi vuol fabbricare una casa, od un muro anche solo di cinta, può farlo sul confine della sua proprietà, salva sempre la facoltà al vicino di rendere il muro comune a norma dell'articolo 556.

« Art. 571. Quand'anche non si fabbrichi sul confine, se non si lascia la distanza almeno di un metro e mezzo il vicino può chiedere la comunione del muro e fabbricare sin contro il medesimo pagando, oltre il valore della metà del muro, il valore del suolo che verrebbe da lui occupato, salvo che il proprietario del suolo preferisca di estendere contemporaneamente il suo edificio sino al confine.

« Non volendo il vicino profittare di tale facoltà, deve fabbricare in modo che vi sia la distanza di tre metri dal muro dell'altro.

« Lo stesso ha luogo in tutti gli altri casi, in cui la fabbrica del vicino si trovi distante meno di tre metri dal confine.

« Si reputa nuova fabbrica anche il semplice alzamento di una casa o di un muro già sussistente.

« Art. 572. Le disposizioni dei due articoli precedenti non sono applicabili agli edifizi indicati nel capoverso dell'articolo 556, nè ai muri confinanti colle piazze e colle vie o strade pubbliche, pel quali debbono osservarsi le leggi ed i regolamenti particolari che li riguardano.

« Art. 573. Chi vuole aprire un pozzo d'acqua viva, una cisterna, un pozzo nero, od una fossa di latrina o di concime presso un muro altrui od anche comune, deve, quando non sia altrimenti disposto dai regolamenti locali, osservare la distanza di due metri tra il confine colla contigua proprietà ed il punto più vicino del perimetro interno del muro del pozzo d'acqua viva, della cisterna, del pozzo nero o della fossa di latrina o di concime.

« Quanto ai tubi di latrina, di acquaio o di acqua cadente dai tetti, ovvero ascendente per mezzo di tromba o di qualsiasi macchina, deve la distanza essere almeno di un metro dal confine.

« Eguale distanza sarà osservata per le diramazioni di essi tubi, e sarà sempre computata dal confine al punto più vicino del perimetro esterno del tubo.

« Qualora, osservate queste distanze, ne derivasse tuttavia danno al vicino, saranno stabilite maggiori distanze ed eseguite le opere occorrenti per riparare e mantenere riparata la proprietà del vicino.

« Art. 574. Chi vuole fabbricare contro un muro comune o divisorio, ancorchè proprio, camini, forni, fucine, stalle, magazzini di sale o di materie atte a danneggiarlo, ovvero stabilire in vicinanza della proprietà altrui macchine messe in moto dal vapore, ed altri manufatti, per cui siavi pericolo d'incendio o di scoppio o di esalazioni nocive, deve eseguire le opere e mantenere le distanze, che secondo i casi siano stabilite dai regolamenti, e, in loro mancanza, dall'autorità giudiziaria, affine di evitare ogni danno al vicino.

Bella luce e del prospetto.

« Art. 583. Un vicino non può senza il consenso dell'altro fare nel muro comune una finestra o altra apertura, neppure con invetriata fissa.

« Art. 584. Il proprietario di un muro non comune contiguo al fondo altrui può aprire in questo muro luci o finestre con inferriate ed invetriate fisse.

« Queste finestre debbono essere munite di una grata di ferro, le cui maglie non abbiano apertura maggiore di un decimetro, e di un telaio ad invetriata fissa.

« Tali finestre non impediranno al vicino di acquistare la comunione del muro: egli però non potrà chiuderle, se non appoggiandovi il suo edificio.

« Art. 585. Queste luci o finestre non si possono aprire ad un'altezza minore di due metri e mezzo sopra il pavimento o suolo del luogo che si vuole illuminare, se è al piano terreno, e di due metri se è nei piani superiori.

« L'altezza di due metri e mezzo dal suolo deve sempre osservarsi dalla parte che ha sguardo sul fondo vicino.

« Art. 586. Chi ha innalzato il muro comune non può aprire luci o finestre nella maggiore altezza, a cui il vicino non abbia voluto contribuire.

« Art. 587. Non si possono aprire vedute dirette o finestre a prospetto, nè balconi od altri simili sporti verso

il fondo chiuso o non chiuso, e neppure sopra il tetto del vicino, se tra il fondo di questo ed il muro in cui si fanno le dette opere, non vi è la distanza di un metro e mezzo.

« Il divieto cessa allorchando vi è tra le due proprietà una via pubblica.

« Art. 588. Non si possono parimente aprire vedute laterali ed oblique sul fondo del vicino, se non vi è la distanza di mezzo metro.

« Cessa però questo divieto, quando la veduta laterale ed obliqua sul fondo del vicino forni nello stesso tempo una veduta diretta sulla via pubblica; ma dovranno in tal caso osservarsi i regolamenti locali.

« Art. 589. Trattandosi di vedute dirette, la distanza si misura dalla faccia esteriore del muro, e, se vi sono balconi od altri simili sporti, dalla loro linea esteriore sino alla linea di separazione de' due fondi.

« Trattandosi di vedute laterali ed oblique, si misura dal più vicino fianco della finestra, o dal più vicino sporto sino alla detta linea di separazione.

« Art. 590. Quando per convenzione od altrimenti si sia acquistato il diritto di avere vedute dirette o finestre a prospetto verso il fondo vicino, il proprietario di questo non può fabbricare a distanza minore di tre metri, misurata come nell'articolo precedente.

Dello Stillicidio.

« Art. 591. Ogni proprietario deve costruire i tetti in maniera che le acque piovane scolino sul suo terreno o sulla via pubblica in conformità ai particolari regolamenti, e non può farle cadere sul fondo del vicino.

Del diritto di passaggio e di acquedotto.

« Art. 592. Ogni proprietario deve permettere l'accesso e il passaggio nel suo fondo, sempre che ne venga riconosciuta la necessità, affine di costruire o riparare un muro od altra opera propria del vicino od anche comune.

« Art. 593. Il proprietario, il cui fondo è circondato da fondi altrui, e che non ha uscita sulla via pubblica nè può procurarsela senza eccessivo dispendio o disagio, ha diritto di ottenere il passaggio sui fondi vicini per la coltivazione ed il conveniente uso del proprio fondo.

« Questo passaggio deve stabilirsi in quella parte per cui il transito dal fondo circondato alla via pubblica sia più breve, e riesca di minor danno al fondo su cui viene concesso.

« La stessa disposizione può applicarsi a chi avendo un passaggio nei fondi altrui, abbisogni al fine suddetto di ampliarlo pel transito di veicoli.

« Art. 594. Sarà sempre dovuta una indennità proporzionata al danno cagionato dall'accesso o dal passaggio, di cui è cenno nei due precedenti articoli.

« Art. 595. Se il fondo divenne da ogni parte chiuso per effetto di una vendita, permuta o divisione, i venditori, permutanti o condividenti sono tenuti a dare il passaggio senza alcuna indennità.

« Art. 596. Il passaggio concesso ad un fondo circondato, se cessa di essere necessario per la riunione di esso ad un altro fondo contiguo alla via pubblica, può essere soppresso in qualunque tempo ad istanza del proprietario del fondo servente, mediante la restituzione del ricevuto compenso o la cessazione dell'annualità che si fosse convenuta. Lo stesso ha luogo se viene aperta una nuova strada che riesca al fondo già circondato.

« Art. 597. L'azione per l'indennità indicata nell'articolo 594 è soggetta a prescrizione, e sussiste il diritto di continuare il passaggio, quantunque l'azione per l'indennità non sia più ammissibile.

« Art. 598. Ogni proprietario è tenuto a dare passaggio per i suoi fondi alle acque di ogni specie che vogliono condursi da chi abbia permanentemente od anche solo temporaneamente il diritto di servirsene per le necessità della vita o per usi agrari od industriali.

« Sono esenti da queste servitù le case, i cortili, i giardini e le aje ad essi attinenti.

« Art. 599. Chi domanda il passaggio deve aprire il necessario canale, senza che possa far decorrere le sue acque nei canali già esistenti e destinati al corso di altre acque. Ma il proprietario del fondo che sia anche proprietario di un canale in esso esistente e delle acque nel medesimo scorranti, potrà impedire che un nuovo canale sia aperto nel suo fondo, offrendo di dare il passaggio alle acque nel canale medesimo, quando ciò possa praticarsi senza notevole danno di chi domanda il passaggio. In tal caso sarà dovuta al proprietario del canale un'indennità da determinarsi, avuto riguardo all'acqua introdotta, al valore del canale, alle opere che si rendessero necessarie pel nuovo transito ed alle maggiori spese di manutenzione.

« Art. 600. Deve anche permettersi il passaggio dell'acqua a traverso i canali ed acquedotti in quel modo che si riconosca più conveniente e adattato al luogo ed al loro stato, purchè non sia impedito, ritardato od accelerato, nè in alcun modo alterato il corso od il volume delle acque in essi scorrenti.

Estratto dalla legge 20 marzo 1865 sui lavori pubblici.

Art. 66. Per fabbricati ed altre opere da farsi lungo le strade nazionali o provinciali fuori degli abitati si osservano le seguenti distanze misurate dal ciglio:

a) Per le fornaci, fucine e fonderie 50 metri;

b) Per le case ed altre fabbriche, non che per i muri di cinta, 3 metri.

Art. 72. Per le strade di montagna la distanza dei fabbricati basterà che sia tale da impedire che lo stillicidio cada sul piano stradale o sulla scarpa del rilevato.

I muri di cinta, non che i canali e i piantamenti di alberi, e siepi e boschi, saranno tollerati fino alla distanza di mezzo metro dal confine della proprietà stradale.

Art. 82. I fabbricati ed i muri di cinta potranno essere stabiliti sul ciglio della strada comunale, salvo ad osservare la debita distanza per lo stillicidio quando lo scolo delle acque piovane dei tetti non venga diretto fuori del suolo stradale.

Estratto dal regolamento 6 settembre 1874, num. 2120 sulla sanità pubblica.

Tit. III — Cap. III — Salubrità delle abitazioni e dei luoghi abitati.

« Art. 44. La tutela della pubblica salute, per quanto concerne le abitazioni ed i siti destinati soltanto ad uso dei privati, è affidata ai sindaci; i quali vi provvedono curando l'esatta osservanza dei regolamenti comunali di igiene pubblica, ed osservando da parte loro quelle prescrizioni, il cui adempimento è posto a carico dell'amministrazione comunale.

« Art. 45. L'autorità dei sindaci in materia sanitaria si estende anche agli ospedali, luoghi di detenzione, istituti pubblici e stabilimenti sanitari, tutte le volte si tratti di un fomite qualunque di insalubrità, capace di estendere la sua azione anche al di fuori con danno del vicinato.

« Art. 46. I regolamenti d'igiene pubblica, per ciò che concerne la salubrità delle abitazioni, prescriveranno principalmente l'osservanza delle seguenti disposizioni:

« a) Che le case siano edificate in guisa che non siavi difetto di aria e di luce;

« b) Che siano provviste di latrine, le quali debbono essere costruite in modo da non lasciare adito ad esalazioni dannose e ad infiltramenti;

« c) Che gli acquai e gli scaricatori delle acque immonde e residue degli usi domestici siano costruiti e situati in maniera da non pregiudicare e guastare i pozzi;

« d) Che le case, o parte di esse, costrutte o restaurate, non possano essere abitate prima che siano dichiarate abitabili dalla Giunta comunale, sentita la Commissione municipale di sanità.

« Art. 47. I suddetti regolamenti potranno inoltre prescrivere che, dove esiste un considerevole agglomeramento di abitazioni, possa essere proibito di tenere stalle permanenti ad uso di interi armenti di pecore, di capre o di altra specie di animali ».

A complemento dell'articolo FABBRICATI vedere gli articoli: ARCO, VOLTÀ; CALCE, CEMENTO, stucchi, scagliola; CAMPANELLI, per ciò che riguarda la loro collocazione in opera; CARTA PESTA, in ciò che tratta delle decorazioni interne; COMMESURE, per il legno, per il ferro; FOGNATURA CITTADINA, cessi, pozzi neri, ventilazione, valvole, ecc.; FONDAZIONI TUBULARI; FORNELLI DA CUCINA; FUMO, FUMAJUOLO; GAS LUCE; GESSO; GHIACCIAJE; IGIENE PUBBLICA; INTONACI IDROFUGI; LATERIZII; LEGNAJUOLO, in ciò che tratta delle finestre, delle porte, delle gelosie; MOBIGLIA; MURAMENTO, fondazioni, murature diverse, intonaci; MURI DI SOSTEGNO, teoria e pratica; PARAFULMINE, per ciò che riguarda la sua collocazione; PIETRE DA COSTRUZIONE; PITTURA PER FABBRICATI; POZZI E CISTERNE; RESISTENZA DEI MATERIALI; RISCALDAMENTO DEI FABBRICATI; SCALE di pietra, di legno, di ferro; SCOLTURA ORNAMENTALE di legno, di marmo, di bronzo; SERRAMI, serrature, ecc., SOLAI E SOFFITTI con armature in legno ed in ferro; TERRA COTTA, ornamenti; TETTI, armature di legno, di ferro, coperture diverse, opere accessorie, grondaie, ecc.; TOPOGRAFIA per ciò che riguarda alle piante e spaccate dei fabbricati; VENTILAZIONE.

Errata-corrige. — La figura 336 va sostituita con quella 543 dell'articolo ARCO e VOLTA. A pagina 309, contrariamente a quanto si trova scritto, la fig. 386 rappresenta un capitello arabo, la fig. 387 un capitello egizio.

BIBLIOGRAFIA.

Storia dell'architettura.

Semper Gottfried, *Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten oder praktische Aesthetik. I. Band: Textile Kunst. II. Band: Keramik, Tektonik, Stereotomie, Metallotechnik* — 2 vol. in-8°, München, Bruckmann, 1878-79.

Pareto R., *De l'Architecture italienne en général et spécialement de celle de Rome* — 1 fasc. in-4°, Milan, Impr. des Ing., 1878.

Boito Camillo, *Architettura del medio evo in Italia* — 1 vol. in-8°, Milano, Hoepli, 1880.

D'Agincourt, *Storia dell'Arte col mezzo dei monumenti dalla sua decadenza nel IV secolo fino al suo risorgimento nel XVI secolo* — 8 vol. in fol., Milano, Fanfani, 1824-35.

Durand J. N. L., *Raccolta e parallelo delle fabbriche classiche di tutti i tempi d'ogni popolo e di ciascun stile, con aggiunta della storia generale dell'architettura di J. G. Legrand* — 1 vol. in fol., Venezia, Antonelli, 1833.

Ricci, *Storia dell'Architettura in Italia dal secolo IV al secolo XVIII* — 3 vol. in-8°, Modena 1860.

Ramé Daniel, *Histoire générale de l'Architecture. Antiquité: Egypte, Assyrie, Babilonie, Judée, Phénicie, Médie, Perse, Grèce, Asie Mineure, Etrurie, Rome.* — Moyen âge: *Italie, Byzance, France, Allemagne, Belgique, Hollande, Angleterre, Italie, Pays mahométans, Espagne. Renaissance et temps modernes* — 2 vol. gr. in-8°, plus de 1200 pages avec de nombreux bois intercalés dans le texte — Paris, Amyot, 1860-62.

Idem, *Histoire de l'Architecture* — nouv. édit., 1868, in-4°, Paris, Amyot.

Idem, *Dictionnaire général des termes d'architecture en français, allemand, anglais et italien* — 1 vol. in-8°, Paris, Reinwald, 1868.

Quatremère de Quincy, *Dizionario storico di Architettura* — 2 vol. in-4° gr., Mantova, Negretti, 1842.

Chateau, *Histoire de l'architecture en France. Ses caractères aux différentes époques, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours* — in-18, illustré de 150 gravures sur bois.

Taccani F., *Storia dell'architettura in Europa cominciando dalla sua origine fino al secolo XVII* — Milano 1874.

Gailhabaud, *Monuments anciens et modernes, collection formant une histoire de l'architecture des différents peuples à toutes les époques, publiée avec la collaboration des principaux archéologues, composée de 400 planches gravées et d'un texte historique et descriptif* — 4 vol. in-4°, Paris, Didot, 1844-50.

Hope, *Storia dell'architettura*, tradotta dal francese di G. Imperatori — 1 vol. in-8° con 97 tavole, Milano 1840.

Viollet-le-Duc E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle* — Paris, Morel et C., 1869-75.

Idem, *L'Art russe, ses origines, ses éléments constitutifs, son apogée, son avenir* — 1 vol. in-4°, Paris, Morel et C., 1877.

Letarouilly, *Edifices de Rome.*

Choisy, *L'art de bâtir chez les Romains* — Paris, Ducher, 1874.

De Dartein, *L'Architecture lombarde* — Paris, Dunod, 1875.

Grandjean et Flamin, *L'Architecture toscane.*

Paravicini T. V., *Architettura del risorgimento in Lombardia* — Dresda, George Gilbers, 1879.

Hittorf, *Architettura antique de la Sicilie.* Paris, 1870.

Burekhardt J., *Geschichte der Renaissance in Italien* — Stuttgart, Ebner et Seubert, 1878.

Nuova Enciclopedia Italiana di Torino — Articolo ARCHITETTURA, Unione Tip.-Editrice torinese.

Selvatico, *Le arti del disegno in Italia, storia e critica; parte I, l'arte antica; parte II, l'arte del medio evo* — 2 vol. in-8°, Milano, Vallardi, 1875-80.

Canina, *Roma antica.*

Rohault de Fleury, *La Toscane au moyen-âge.*

Idem, *Les monuments de Pise au moyen-âge.*

Reynaud, *Traité d'architecture* — 2 vol. in-4° e 2 atl. in folio, Paris, Dunod, 1870-75.

Sacken-Brayda, *Stili d'architettura* — Torino-Roma, Ermanno Loescher, 1879.

Lübke (W.), *Geschichte der Architektur* — 1 vol. in-8°, Leipzig, Seemann, 1875.

Hoffsd, *Principes du style gothique.*

Vico G. B., *Dell'Architettura gotica.*

Mella E., *Elementi di architettura gotica.*

Degli ordini architettonici del Vignola.

Nuova Enciclopedia Italiana — Articolo ORDINI D'ARCHITETTURA.

Boidi G., *Vignola degli studenti* — Torino, 1877.

Reycend, *I cinque ordini d'architettura.*

Fabbricati in generale — Modo di determinare la stabilità delle diverse parti — Norme pratiche per la loro esecuzione.

Giovanni Curioni, *Lavori generali di architettura civile, stradale, idraulica* — Torino, Augusto Federico Negro editore, 1877.

Idem, *Costruzioni civili, strade, idrauliche.*

Cavaliere, *Istituzioni di architettura pratica* — 2 vol. in-4°, Cardinali e Frulli, 1826-27.

Ramée Daniel, *L'Architecture et la construction pratiques* — Librairie de Firmin Didot frères, fils et Comp., 1871.

Cladel et Laroque, *Pratique de l'art de construire maçonnerie, turasse et plâtrerie* — 3ª ediz., 1863.

Rondelet J., *L'art de bâtir* — 5 vol. et atlas de 200 planches in fol. grande, Paris, Firmin Didot, 1871.

Blouet Abel, *Supplément au traité de l'art de bâtir de Rondelet* — 2 vol. in-4° e atl. in fol., Paris, Didot, 1868.

Scanzin M. G., *Nuovo corso completo di pubbliche costruzioni*, compilato da Reibell, con aggiunte di R. D. Nicoletti, Venezia, 1855.

Gottgetrau R., *Lehrbuch der hochbau Konstruktionen* — Berlin, Ernst und Korn, 1880.

Viollet-Le-Duc, *Storia d'una casa* — Milano, Carlo Simonetti editore.

Sacchi Archimede, *Economia del fabbricare; Idem, Le abitazioni* — 4 vol. in-8°, Milano, Hoepli, 1878.

Cantalupi Antonio, *Istituzioni pratiche sull'arte di costruire le fabbriche civili* — 2 vol. e atl. in-4°, Milano, Galli e Omodei, 1874.

Choisy Auguste, *L'art de bâtir chez les Romains* — 1 vol. in-4°, Paris, Ducher et Comp., 1874.

Belle abitazioni civili.

Sacchi A., *Le abitazioni, alberghi, case operaie, fabbriche rurali, case civili, palazzi, ville e giardini* — Milano, 1878.

Idem, *Economia del fabbricare, conti di previsione e di confronto, analisi di lavorature e costruttive, direzione dei lavori contratti, ecc.*

Vitruvius, *Habitations modernes, maisons à loyer, hôtels, maisons privées, hôtels destinés aux voyageurs, maisons de campagne, villas, maisons de jardiniers, de fermiers, d'agriculteurs, de pêcheurs, etc.*

Curioni, *Appendice all'arte di fabbricare* — vol. 4, Torino, Augusto Federico Negro editore, 1881.

Viollet-le-Duc, *Habitations modernes.*

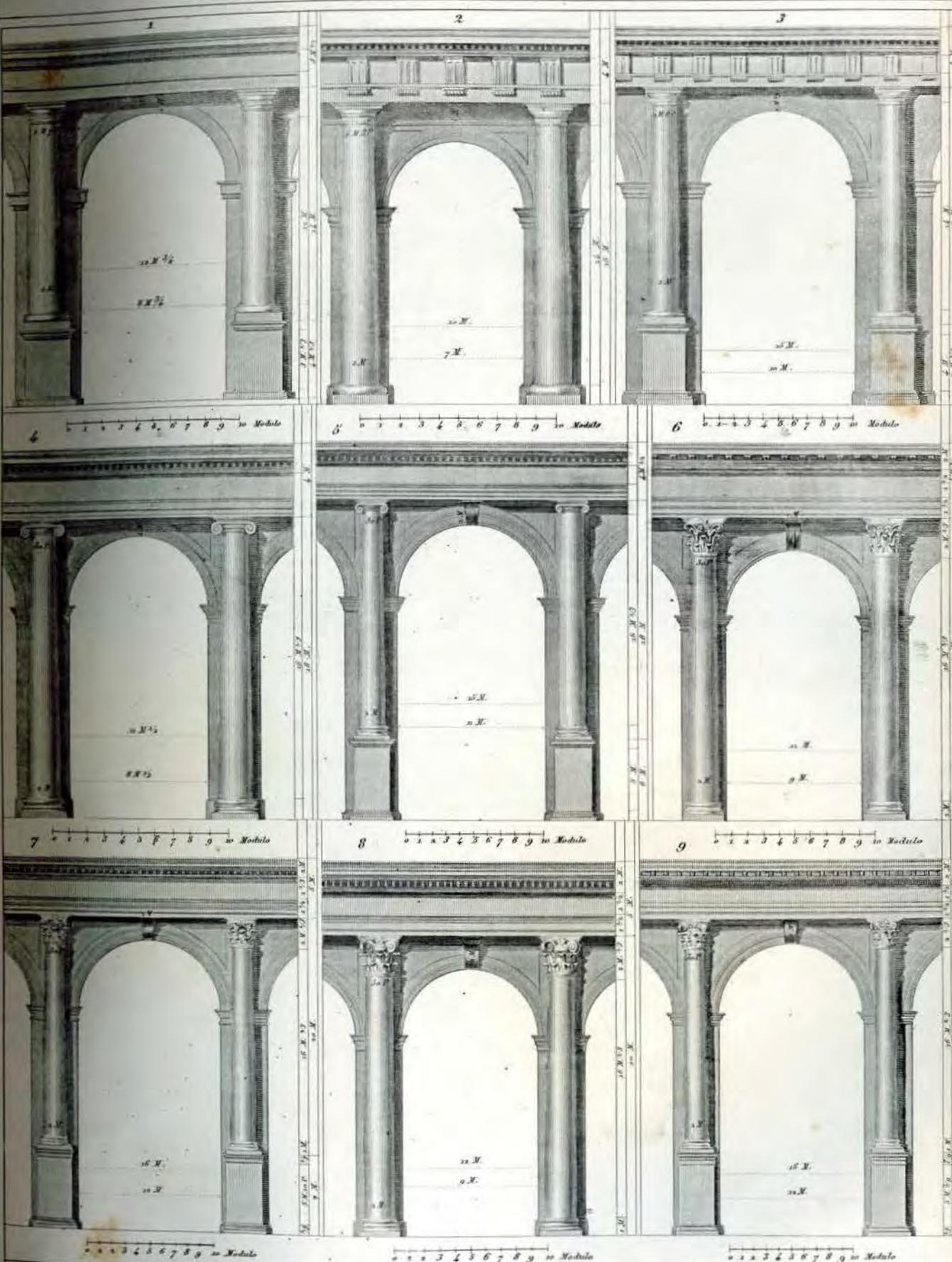
Cantalupi A., *Istituzioni pratiche sull'arte di costruire le fabbriche civili* — Milano 1874.

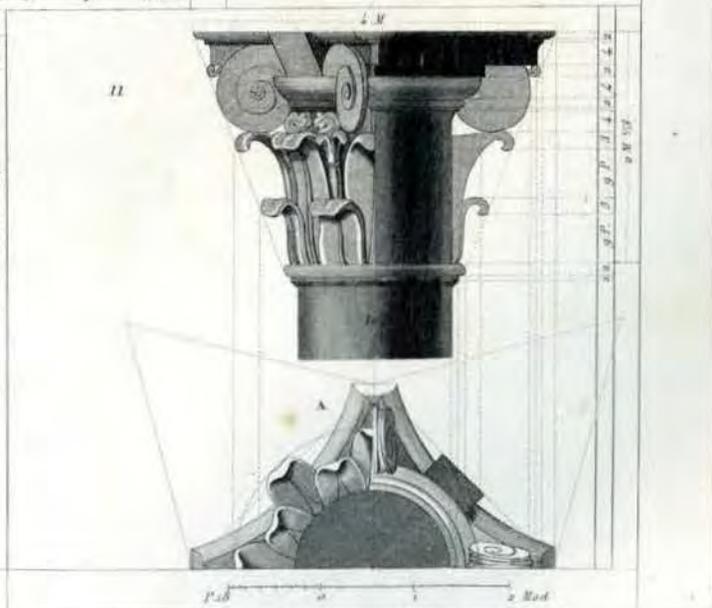
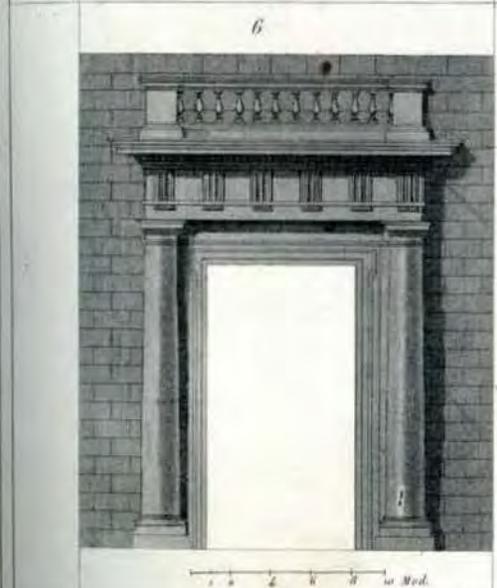
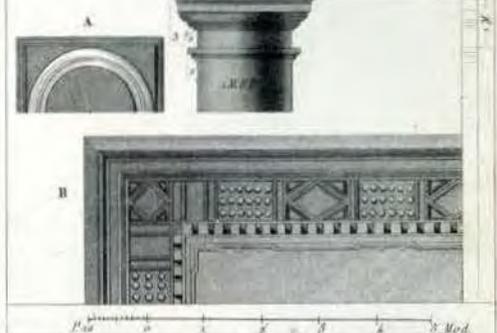
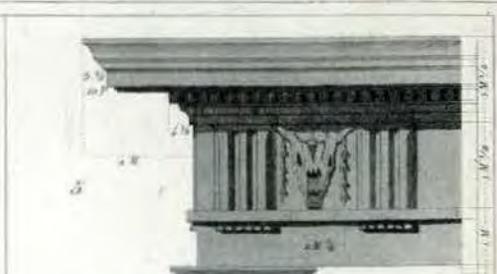
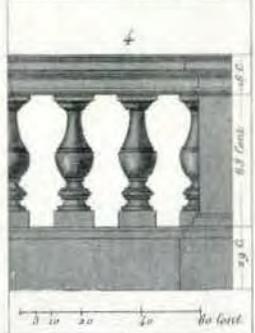
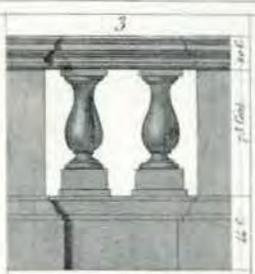
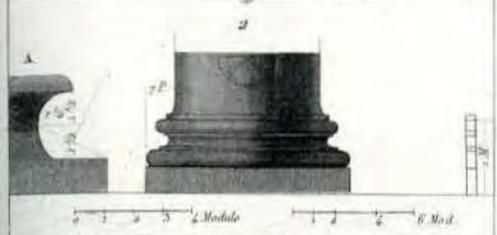
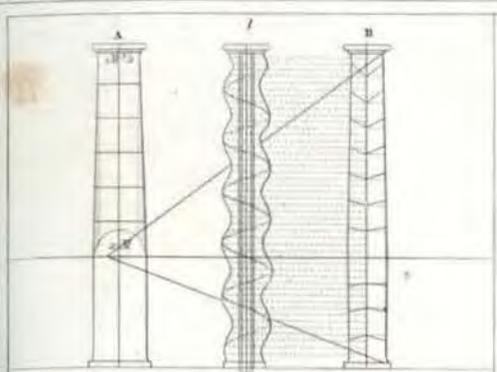
Opperman, *Annales de la construction* — Diversi tipi di case, di città, piante ed elevazioni, sparse nei vari volumi.

Berlin und seine Bauten. — Contiene le piante, le elevazioni, gli spaccati dei principali edifici di Berlino — Berlin, Ernst und Korn, 1877.

Milizia Francesco, *Principii di Architettura civile* — 3 vol. in-8°, Bassano-Remondini, 1823.

Palladio A., *I quattro libri dell'Architettura* — 1 vol. in-4°, Venezia, Carampello, 1581.





Ornamenti diversi.

- Boito, *Ornamenti in tutti gli stili. Fünfundvierzig Kupfertafeln zur Tektonik der Hellenen, von Karl Boetticher.*
- De Vico A., *Trenta tavole di ornamenti architettonici greci, romani ed italiani. Collezione dei migliori ornamenti antichi della città di Venezia, coll'aggiunta di alcuni frammenti di gotica architettura.*
- Heidloff Carlo, *Raccolta de' migliori ornamenti del medio evo e profili di architettura bizantina. Traduzione italiana di Lorenzo Urbani — 1 vol. in-4°, Venezia, Brizechel, 1859.*
- Antonelli Giuseppe, *Collezione dei migliori ornamenti antichi sparsi nella città di Venezia — 1 vol. in-4° obl., Venezia, Antonelli, 1831.*
- Lasinio Carlo, *Logge del Vaticano — 1 atl. in-fol., Roma, De Antoni.*
- A. Wen Jones, *Grammaire de l'ornement.*
- Umé, *L'art décoratif, modèles de décoration et d'ornementation de tous les styles.*

Costruzioni in legno.

- Glabach E., *Les constructions en bois de la Suisse, relevées dans les divers Cantons et comparées aux constructions en bois de l'Allemagne, texte traduit par Schacre architecte et Henri de Suckan — 1 vol. grand in-4°.*
- Michel e Boutereau, *Nouveau Vignole du charpentier — 1 vol. in-8° avec atlas, 1857.*
- Deghen Lois, *Les constructions en bois. Motifs de décoration et d'ornement — Paris, Morel, 1869.*
- Boutereau C., *Construction des escaliers en bois, ou manipulation et posage des escaliers ayant une ou plusieurs rampes — 1 vol. in-8° avec atlas, 1857.*
- Oppermann, *Nouvelles Annales de la construction:*
 Vol. 2°, anno 1856, tav. 7, *Centina in legno a montata depressa della portata di circa 46 metri, della stazione di Filadelfia.*
 Vol. 3°, anno 1857, tav. 13 e 14, *Charpente de la gare du Nord à Paris.*
 Vol. 3°, anno 1857, tav. 27, *Charpente en bois de 16 m. d'ouverture.*
 Vol. 3°, anno 1857, tav. 47-48, *Rotonde à locomotives d'Épernay pour 16 machines.*
 Vol. 3°, anno 1857, tav. 61, *Hangar économique couvert en papier bitumé.*
 Anno 1870, tav. 49-50, *Baraquements de la garde mobile sur les boulevards extérieurs de Paris.*
 Vol. 17, anno 1871, tav. 17, *Baraquements de l'armée régulière et écuries provisoires.*
 Anno 1871, tav. 33, 34, *Halles à marchandises en bois.*
 Anno 1877, tav. 9 e 10, *Maison mobile en bois.* Piante ed elevazioni.
- Sacheri Giovanni, *L'Ingegneria civile e le arti industriali — anno 1877, tav. XI. Consolidamento dei fabbricati in Calabria contro i danni dei terremoti.*

Costruzioni metalliche per serre e tettoje.

- Klasen Ludwig, *Handbuch der Hochbau. Costructionen in Eisen und anderen Metallen. Für Architekten, Ingenieure etc. — Leipzig, Engelmann, 1876.*
- Sacheri Giovanni, *L'Ingegneria civile e le arti industriali — anno 1879, tav. III, IV, V. Progetto di tettoja conentine a falce per la nuova stazione di*

Ancona. Elevazione d'una centina e particolari di tutte le unioni.

- Oppermann, *Nouvelles Annales de la construction:*
 Vol. 2°, anno 1856, tav. 9 e 10, *Tettoje del palazzo dell'Industria a Parigi, conentine semicircolari della portata di m. 48 e di m. 24.*
 Vol. 3°, anno 1857, tav. 41, 42, *Tour en fonte.*
 Vol. 7, anno 1861, tav. 7-8, *Serre en fer du jardin botanique de Lyon.* Piante, elevazioni e spaccati.
 Vol. 9, anno 1863, *Etude générale sur les charpentes en fer.*
 Vol. 14, anno 1868, *Types de fermes en treillis pour combles à grandes portées. Elevazioni e particolari di due incavallature con puntoni a traliccio per tettoje di metri 15 e 9.60 e di portata.*
 Anno 1870, tav. 23, 24, *Tettoja larga 35 metri con copertura metallica sostenuta da armatura in ferro a traliccio.*
 Vol. 18, anno 1882, tav. 11, 12, 13, 14, *Nouvelle usine en fer de M. Menier (à Noisiel S. Marne).*
 Vol. 18, anno 1872, tav. 45, 46, 47, 48, *Charpente en fer du Dôme du Val-De-Grace.*
 Vol. 19, anno 1873, tav. 19, *Serra in ferro addossata ad un muro.*
 Vol. 19, anno 1873, tav. 28, *Cortili coperti con tettoja a vetro.*
 Vol. 19, anno 1873, 31 e 32, *Grande serre à pavillon central — jardin d'hiver avec serre chaude et serre à multiplication.*
 Vol. 20, anno 1874, tav. 21, 22, *Comble vitré de la grande salle de recette de la Banque de France.*
 Vol. 20, anno 1874, tav. 27, 28, 29, 30, *Grandes serres de la ville de Paris à la Muette; piano generale, piante, spaccati e particolari.*
 Vol. 21, anno 1875, tav. 3, 4, *Marché couvert de Levallois-Perret (Seine).* E completamente di struttura metallica.
 Vol. 21, anno 1875, tav. 47, 48, *Charpente en fer de la gare centrale de Naples.* Presenta un'incavallatura *pouloncau* della portata di circa 35 metri con un sol contraffisso e con puntoni a traliccio.
 Vol. 22, anno 1876, tav. 47, 48, *Charpente en fer à treillis de m. 25 de portée.*
 Vol. 23, anno 1877, tav. 1 e 2, *Charpente en fer de la salle des fêtes, chaussée d'Antin.*
 Vol. 23, anno 1877, tav. 13 e 14, *Gymnase couvert de l'école Monge à Paris.* Presenta delle tettoje della portata di m. 24 con puntoni a traliccio.
 Vol. 24, anno 1878, tav. 5 e 6, *Cour couverte avec lanterne surélevée.*
 Vol. 24, anno 1878, tav. 13, 14, *Charpente en fer des grandes galeries des machines de l'Exposition universelle de 1878 à Paris.* Si ha una tettoja con 35 metri di portata.
 Vol. 24, anno 1878, *Charpente en fer des galeries intermédiaires (portée de 26 m.).*
 Vol. 24, anno 1878, tav. 20, *Charpente en fer des galeries intermédiaires.* Presenta delle incavallature *pouloncau* della portata di 26 metri.
 Vol. 24, anno 1878, tav. 21, *Pavillon d'exposition de la Société centrale de construction de machines.* Presenta delle tettoje in ferro della portata di m. 7. 14.
 Vol. 24, anno 1868, tav. 23, 24, *Pavillon central de la ville de Paris (Exposition universelle de 1878).* Presenta delle incavallature inglesi della portata di 20 metri.
 Vol. 25, anno 1879, *Charpente en fer des annexes aux galeries des machines françaises (Exposition*

universelle de 1878). Presenta delle incavallature di m. 24 di portata con puntoni a traliccio e senza catena.

Anno 1879, tav. 7, 8, *Charpente en fer du théâtre de Reims*.

Anno 1879, tav. 23, 24, *Halle de Lisieux (Calvados)*.

Costruzioni a paramento e costruzioni in terra cotta.

Lacroix J., *Construction en briques. La brique ordinaire au point de vue décoratif, avec texte explicatif par C. Debain* — in-fol., avec 75 planches en couleurs, Paris 1878.

Gruner Lewis, *The terra-cotta architecture of North Italy* — 1 vol. in-fol., London, Murray, 1867.

Palazzi e case di città.

Barqui F., *L'architecture moderne en France. Maisons les plus remarquables des principales villes des départements* — 1 atl. in-fol., Paris, Baudry, 1869.

Castermans Auguste, *Parallèle des maisons de Bruxelles et des principales villes de la Belgique, construites depuis 1830 jusqu'à nos jours, représentées en plans, élévations, coupes, détails intérieurs et extérieurs, par les principaux architectes de la Belgique* — 2 atl. in-fol., Paris, Baudry.

Cicognara Leopoldo, *Le fabbriche più cospicue di Venezia, misurate, illustrate, ed intagliate dai membri della R. Accademia di belle arti* — 2 vol. in-fol., Venezia, Alvisopoli, 1815-20.

Dubut L. A., *Architecture civile. Maisons de ville et de campagne de toutes formes et de tous les genres* — 1 vol. in-fol. Paris, Marie et Bernard, 1847.

Narjoux Félix, *Monuments élevés par la ville 1850-1880*, testo e tav. in-fol. Paris, Morel, 1880.

Normand Fils, *Paris moderne, ou choix de maisons construites dans les nouveaux quartiers de la capitale et dans les environs* — 4 vol. in-fol. Liège, Avanzo.

Oppermann, *Annales de la construction*:

Vol. 13, anno 1867, tav. 42, 43, 44, *Palazzo dell'amministrazione centrale della Compagnie Parisienne d'éclairage et de chauffage*. Pianta, elevazioni e spaccati.

Vol. 14, anno 1868, tav. 15 e 16, *Le Jockey-club et le Grand Café à Paris*. Elevazioni, spaccati e piante.

Vol. 14, anno 1868, *Cercle agricole*. Pianta, elevazioni e spaccati.

Anno 1870, tav. 43, 44, 45, 46, *Palais de l'administration centrale des chemins de fer des Charentes à Paris*. Facciate, pianta, spaccato e particolari di decorazione.

Vol. 17, anno 1871, tav. 18, *Presbytère de la commune de St-Mesmin (Vendée)*. Facciate, pianta e spaccati.

Vol. 18, anno 1872, tav. 49, 50, *Types et plans de maisons de ville, façades à 2 fenêtres*.

Vol. 19, anno 1873, tav. 5, 6, 11, 12, 13, 33, 34, *Idem. Façades de 3 fenêtres*.

Vol. 19, anno 1873, tav. 43, 44, *Idem. Façades à 4 fenêtres*.

Vol. 19, anno 1873, tav. 25, 26, 27, *Hôtel de la Société des ingénieurs civils*. Facciate, pianta, spaccati e particolari.

Vol. 20, anno 1874, tav. 33, 34, *Maison de M. Gramail à Paris*. Elevazioni, spaccati e particolari.

Vol. 22, anno 1876, *Pavillon en fer, fonte et briques du roi de Cambodge*.

Vol. 22, anno 1876, *Maison d'angle avec jardinets*. Elevazione, piante e spaccato.

Maison de MM. Thonet frères à Vienne.

Vol. 25, anno 1879, tav. 9 e 10, *Maison d'employés de la Papeterie de la Haye-des-cartes*. Elevazioni, spaccati e piante.

Vol. 25, anno 1879, tav. 27, 28, 29, 30, *Maison de M. Becquet*. Elevazioni, spaccato e piante.

Vol. 25, anno 1879, tav. 51, 52, *Hôtel de M. Fraissinet à Paris*. Elevazioni, spaccato e piante.

Ville, villini e case di campagna.

Berlin und seine Bauten — Da pag. 419 a pag. 439 si trovano le piante, le elevazioni delle principali ville e villini di Berlino. Berlin, Ernst und Korn, 1877.

Oppermann, *Nouvelles Annales de la construction*:

Vol. 1, anno 1855, tav. 12, *Villa moderna*. Elevazione e pianta.

Vol. 3, anno 1857, tav. 45, *Maison de campagne*. Pianta ed elevazioni.

Vol. 4, anno 1858, tav. 7 e 8, *Maison de campagne et d'artiste*. Pianta ed elevazioni.

Vol. 5, anno 1859, tav. 47, *Maison de campagne, construite au Vésinet*. Pianta, elevazioni e spaccati.

Vol. 6, 1860, tav. 9 e 10, *Maison de campagne du Raincy*. Pianta, elevazioni e spaccati.

Vol. 6, anno 1860, tav. 11 e 12, *Maison de campagne économique*.

Vol. 17, anno 1871, tav. 41 e 42, *Villa du docteur Leo à Berlin*, veduta prospettica. Pianta, spaccati e particolari.

Vol. 20, anno 1874, tav. 19, *Villa de Montmorency*.

Vol. 20, anno 1874, tav. 20, *Maison de campagne à Asnières*.

Vol. 20, anno 1874, tav. 25, *Maison de campagne à Brunoy*.

Vol. 21, anno 1875, tav. 35, *Maison de campagne (style renaissance)*.

Vol. 21, anno 1875, tav. 36, *Type de maison de campagne moderne*.

Vol. 22, anno 1876, tav. 6 e 12, *Maison de 1^{re} et 2^{me} classe dans les villages Alsaciens-Lorrains*. Elevazioni, pianta e spaccati.

Vol. 23, anno 1877, tav. 3, *Maison de campagne (style Louis XIV)*.

Vol. 23, anno 1877, tav. 4, *Maison de campagne (style renaissance)*.

Vol. 23, anno 1877, tav. 37, 38, *Maison de ville et de campagne*.

Vol. 24, anno 1878, tav. 25, 26, *Maison de jardinier et grille, de la propriété de M. Angot*.

Vol. 25, anno 1879, tav. 21, 22, *Villa Surkoff près St-Petersbourg*. Elevazioni, pianta e spaccati.

Vol. 26, anno 1880, tav. 3, 4, *Maison de campagne au Vésinet près Paris*. Elevazioni, pianta, spaccati e particolari di decorazione.

Vol. 26, anno 1880, tav. 51, 52, *Maison de campagne*. Elevazioni, spaccati e piante.

Vol. 27, anno 1881, tav. 27, 28, *Maison de campagne à St-Honoré-les-bains*.

Sacheri Giovanni, *L'Ingegneria civile e le arti industriali* — anno 1878, tav. v e vi. *Studio di Villini, Castelletto feudale*. Elevazioni, pianta e spaccati.

Fabbricati rurali.

Die Stall Gebäude. Bearbeit von Baumeister P. Ghehrlicher, Baumaister E. Sahn und Archit. E. Ingen. I. Klasen — Leipzig, Karl Schltze, 1880. Quest'opera

tratta separatamente e dettagliatamente con disegni di esempi concreti di edifici effettivamente esistenti per scuderie, stalle per bovine, per le pecore, per i majali e per il pollame.

Cantalupi Antonio, *Le costruzioni rurali*; tratta pure diffusamente e dettagliatamente delle case coloniche, delle stalle, dei fienili, delle conigliere, delle colom-baje ecc. — Milano 1876.

Ing. Antonio Leva, fascicolo III e IV del giornale *Il Politecnico di Milano*, anno 1881. Monografia del tenimento in Borgo S. Siro; proprietà dell'Ospedale di Pavia.

Bosc E., *Architecture rurale; Traité des constructions rurales*, porge 576 incisioni. Paris 1875.

Bouchard Huzard, *Traité des constructions rurales et leurs dispositions*. Paris.

Gandy J., *Rural architecture* — Londres 1835.

Petit Victor, *Habitations champêtres*.

id. *Maisons de campagne*.

Scala Andrea, *Compendio delle costruzioni rurali*.

Oppermann, *Annales de la construction*:

Vol. 15, anno 1869, tav. 7, 8, *Terme impérial de St-Germain*. Piante, elevazioni e particolari.

Vol. 15, anno 1869, tav. 11, 12, *Halle aux grains du roi Maximilien de Munich (Bavière)*, veduta prospettica. Pianta, elevazioni, spaccati e particolari.

Vol. 17, anno 1871, tav. 23, 24, *Colonie agricole d'Ostwald près Strasbourg*.

Vol. 23, anno 1877, tav. 51, 52, *Ecurie, remise et maison de garde de la propriété de M. Bertel*.

Saint-Félix, *Architecture rurale, théorique et pratique à l'usage des propriétaires et des ouvriers de la campagne* — Toulouse 1858.

Alberghi.

E. Guier, *Les hôtels modernes*.

Opperman, *Annales de la construction* — volume 16, anno 1870, tavole 51-52, albergo con riscaldamento generale.

Vol. 25, anno 1869, *Hôtel restaurant pour ouvriers*.

Allgemeine Bauzeitung di Vienna — anno 1842, tavola 342, albergo Belle Vue a Wilbaden.

Zeitschrift für Bauwesen di Berlino — anno 1857, tav. 5, *Hôtel Soltghoff in Parigi*.

Case da pigione.

Promis, *Fabbriche moderne*.

Oppermann, *Annales de la construction*:

Anno 1861, tav. 5-6, *Maison à loyer avec planchers en fer*. Piante, elevazioni e spaccati.

Anno 1867, tav. 15-16, *Maisons à loyers économiques du quartier d'Atocha à Madrid*. Piante e vedute prospettiche.

Anno 1867, tav. 26, *Maison avec fondations sur 47 puits maçonnés*.

Anno 1869, tav. 45-46, *Maison à loyer*. Piante, elevazioni e spaccati.

Anno 1870, tav. 15, *Maison d'angle sise 58 Taitbout à Paris*.

Anno 1870, tav. 16, *Maison à l'angle des rues Taitbout et de la Victoire à Paris*. Piante, elevazioni e spaccati.

Vol. 17, anno 1871, tav. 39, *Maison fondée sur 42 puits*. Piante, elevazioni e spaccati.

Vol. 20, anno 1874, tav. 36, *Etude générale sur les maisons de ville*.

Vol. 26, anno 1880, tav. 15-16, *Maison d'angle à Paris*. Elevazione, spaccato e piante.

Sacheri Giovanni, *L'Ingegneria civile e le arti industriali*:

Anno 1879, tav. v e vi, *Case da pigione in Roma*, « *L'impresa dell'Esquilino* ».

Anno 1878, pag. 113-120, *Studi sulle case da pigione*.

Anno 1877, pag. 133-135, *Idem, idem*.

C. Caselli, *Case da pigione della Società « L'impresa dell'Esquilino »* — Torino, tipografia Camilla e Bertolero, 1879.

Case operaje.

E. Muller, *Les habitations ouvrières en tous pays* — 1 vol. in-8°, atl. in-fol., Paris, Baudry éditeur, 1879.

Doct. Pennot, *Rapport sur les habitations de Mulhouse*.

Opperman, *Annales de la construction*.

Vol. 2, 1856, tav. 34 e 35, *Piante, elevazioni e spaccati di case operaje di Vienna e di Mulhouse*.

Vol. 5, 1859, tav. 9 e 10, *Cantine e Dortoir pour ouvrières*.

Vol. 9, 1863, *Cité-ouvrière de 128 logements*. Piante, elevazioni e spaccati.

Anno 1869, tav. 49, *Maisons-ouvrières de Küchen (Württemberg)*. Pianta.

Anno 1870, tav. 11, 12, *Colonie ouvrière des mines de Brandeist*. Elevazioni, piante e spaccati.

Anno 1878, tav. 42, *Maisons-ouvrières du Havre*.

Anno 1878, tav. 43-44, *Maisons-ouvrières de Bolbec*.

Anno 1879, tav. 3, *Cité-Couvrière de Ourtancy à Reims (Marne)*. Elevazioni, piante e spaccati.

Anno 1879, tav. 4, *Maisons-ouvrières de Gaulier près Sedan*. Elevazioni, piante e spaccati.

Anno 1879, tav. 31, 32, *Hôtel Louise à Micheroux (Belgique) pour les ouvrières et employés*. Elevazioni, spaccati e piante.

Anno 1879, tav. 38, *Habitations ouvrières de Paris*. Elevazioni e piante.

Anno 1880, tav. 11, *Cité-ouvrière d'Epernay*. Elevazioni, piante e spaccati.

Anno 1880, tav. 42, *Maisons-ouvrières de Varangville-Dombast*. Elevazioni, spaccati e piante.

Allgemeine Bauzeitung di Vienna — anno 1849, tavole 262-263, *Case operaje*.

Caserno e quartieri militari.

Die Eisenbahn Schweizerische Zeitschrift — anno 1876, pag. 287, *Caserna in Zurigo*.

Promis, *Fabbriche moderne. Caserma di carabinieri a cavallo*. Piante, elevazioni, spaccati e particolari degli arredi di scuderia.

Zeitschrift für Bauwesen di Berlino:

Anno 1851, tav. 27 e 31, *Caserna in Berlino*.

» 1855, tav. 66, *Idem, idem*.

» 1856, tav. 56, *Corpo di guardia in Berlino*.

» 1872, tav. 48, *Caserna a Lubeca*.

Zeitschrift des Architekten di Hannover — anno 1865, tav. 335 a 337, *Caserna ad Hannover*.

Oppermann, *Annales de la construction* — vol. 8, 1862, tav. 47, *Gendarmerie, type n. 1*. Elevazioni, piante e spaccati.

Palazzi di giustizia.

Oppermann, *Annales de la construction*:

Anno 1869, tav. 25, *Palais de justice*.

Moniteur des Architectes. — Anno 1875, tav. 8 e 28, *Palazzo di Giustizia ad Havrais.*

Allgemeine Bauzeitung di Vienna: — Anno 1848, tav. 180, *Palazzo di Giustizia a Cambridge.*

Zeitschrift für Bauwesen di Berlino:

Anno 1852, tav. 45 e 58, *Tribunale a Elberfeld.*

» 1855, tav. 13, *Tribunale Provinciale di Minden.*

Anno 1813, tav. 45, *Tribunale della città di Bonn.*

» 1874, tav. 30, *Tribunale di Hechingen.*

Palazzi Comunali e di altre pubbliche amministrazioni.

Moniteur des Architectes:

Anno 1876, tav. 67, *Hôtel de Ville à Flers.*

» 1876, tav. 57, *Casa comunale per piccola città.*

Anno 1875, tav. 64 a 71, *Progetto di ricostruzione dell'Hôtel de Ville di Parigi.*

Oppermann, Annales de la construction:

Anno 1871, tav. 7, 8, *Hôtel de préfecture de Poitiers (Vienne).* Elevazioni, piante e particolari di decorazione.

Vol. 22, anno 1876, tav. 31, *Type de banque provinciale.* Elevazione e piante.

Vol. 23, anno 1877, tav. 47, 48, *Caisse des dépôts et consignations de Bucarest (Romanie).* Piante, elevazioni, spaccati e particolari.

Vol. 26, anno 1880, tav. 45, 46, *Hôtel du crédit Havrais.*

Allgemeine Bauzeitung di Vienna — anno 1850, tavola 323, *Palazzo di città a Tangermunde.*

Zeitschrift für Bauwesen di Berlino:

Anno 1852, tav. 18, *Rathaus di Elberfeld.*

» 1864, tav. 8, *Idem di Breslau.*

» 1872, in parecchie tavole, *Idem di Berlino.*

Carceri — Penitenziari.

Baltard, *Architectonographie des prisons ou parallèle des divers systèmes de distribution dont les prisons sont susceptibles* — 1 vol. in-fol., Paris 1829.

Die Eisenbahn Schweizerische Zeitschrift — anno 1876, pag. 300, *Penitenziario di Neuchâtel.*

Allgemeine Bauzeitung di Vienna — anno 1848, tavola 217, *Carcere a Devon in Inghilterra.*

Zeitschrift — anno 1872, tav. 1, *Casa di pena ad Achen.*

Oppermann, Annales de la construction — anno 1876, tav. 19, *Les nouveaux pénitenciers de Berlino.* Piante e spaccati.

Carcere cellulare in Torino. Elevazioni, sezioni e particolari — *Giornale del Genio civile*, anno 1876, serie D, tav. 7 e 8.

Ospedali, manicomii, lazzeretti.

Gropius und Schmieden, *Das Städtische Krankenhaus im Friedrichshain bei Berlin* — Berlin, Ernst und Korn, 1876.

Augusto Tamburini, *Il Frenocomio di Regio Emilia* — Regio Emilia, Calderini e figlio, 1880.

Idem, *Il nuovo Manicomio della provincia di Pavia* — Milano, Rechiedei, 1877.

Politecnico di Milano — Volume del 1880, pagina 256.

Carlo Castiglione, *Studi sulla costruzione degli ospedali e delle ambulanze e sui progressi in essa rilevati all'Esposizione di Parigi del 1878* — Politecnico di Milano, 1880.

Politecnico di Milano, 1880, pag. 204. T. V. Pallavicini. Appunti sulla costruzione degli ospedali.

Husson, *Etudes sur les hôpitaux* — Paris, Boillire et fils, 1862.

John Hopkins di Baltimora, *Hospital Plans* — New-York, 1875.

Nuovo ospedale Mauriziano in Torino. Di questo ospedale se ne trovano i piani e la facciata laterale in un opuscolo edito coi tipi dell'*Indicatore Ufficiale delle strade ferrate.*

Cortese Angelo, *Nuovo ospedale per la città di Porto Maurizio* — 1 atl. in fol., Savona, Ricci, 1877.

De Jazio Giuliano, *Sistema generale dell'architettura dei lazzeretti* — 1 fascicolo in-4° (*Encicl. del costr.*), Napoli, Trani, 1862.

Howard John, *An account of the principal lazarettos in Europe* — 1 volume in-4°, London, Johnson and Comp., 1791.

Hesse, *Die Krankenhäuser*, Berlin.

Dott. Paolo Funaioli, *Una visita ai manicomii della Svizzera e della Francia* — Siena 1871, tipografia Dell'Ancora.

Oppermann, Nouvelles annales de la construction:

Vol. 3, anno 1857, tav. 1-4, *Asile impérial de Vincennes pour les ouvriers convalescents.*

Vol. 6, anno 1860, tav. 1 e 2, *Maison Municipale de Santé du Faubourg St-Denis à Paris.* Piante, spaccati ed elevazioni.

Vol. 9, anno 1863, *Hôpital militaire de Vincennes.* Piante, elevazioni e spaccati.

Vol. 13, anno 1867, *Hôpital maritime Clermont-Tonnerre à Brest.*

Vol. 16, anno 1871, tav. 11 e 12, *Grandes ambulances hygiéniques du Luxembourg (Paris).* Veduta a volo d'uccello, piano generale, piante, elevazioni, spaccati e particolari.

Vol. 25, anno 1879, tav. 25 e 26, *Hospice Louis Duftos à Boulogne-sur-mer.* Elevazioni e piante.

Vol. 26, anno 1881, tav. 50, 51, 52, *Hôpital de St-Denis (Seine).* Elevazioni, piante e spaccato.

Allgemeine Bauzeitung di Vienna.

Anno 1841, tav. 397, *Ospedale di Betlemme a Londra.*

Anno 1842, tav. 475, *Ospedale di Kempten.*

Zeitschrift für Bauwesen di Berlino:

Anno 1853, tav. 46, *Ospedale della carità a Berlino.*

Anno 1854, tav. 19, *Ospedale dei pazzi a Schwetz.*

Anno 1873, tav. 20, *Ventilazione di un padiglione nell'ospedale Bethanien in Berlino.*

Anno 1873, tav. 41, *Diverse piante d'ospedali.*

» 1873, tav. 58, *Ospedale di Riga.*

Zeitschrift des architecten di Hannover:

Anno 1859, tav. 128, *Ospedale milit. di Hannover.*

» 1860, tav. 155, *Idem idem di Stade.*

» 1862, tav. 216, *Idem dei pazzi di Göttingen.*

» 1862, tav. 217 a 225, *Altri ospedali per pazzi ad Osnabrück, Bramberg, Frankfür, München.*

Anno 1864, tav. 290 a 302, *Ospedali per puerpere.*

Edifici per bagni e lavatoi.

Stabilimento termale gratuito per gli indigenti presso Acqui. Piante, elevazioni, particolari e note spiegate nel *Giornale del Genio civile*, serie D, tav. IX-X.

Bagni di Montecatini. Raccolta dei disegni dei Bagni di Montecatini nella Valdinievole — 1 atl. in-fol., Firenze 1787.

Établissement de Bains, dans la propriété Mamonoff, près Moscou. Si trova la facciata di questo sta-

- bilimento nel libro: *Motifs d'architecture russe*, pubblicato a Parigi da Ducher et C., 1880.
- Opperman, *Annales de la construction*:
 Anno 1863, *Bains et lavoir publics de la cité Napoléon*. Piante, elevazioni e particolari.
 Anno 1869, tav. 29, 30, *Les bains dans les habitations privées*.
 Anno 1869, tav. 32, *Bains et lavoir publics à plan développable*.
 Anno 1873, tav. 41, 42, *Bains flottants*.
 » 1873, tav. 52, *Lavoir flottant de Neuilly*.
 » 1877, tav. 29, 30, 31, 33, 34, *Le Hammam, Bains turco-romains à Paris*. Piante, elevazione e spaccati.
 Anno 1878, 47, 48, *Bains, lavoir et buanderie de la Papeterie de la Haye-des-cartes*.
 Anno 1878, 49, 50, *Type des Pavillons de secours aux noyés*.
 Anno 1879, tav. 11 e 12, *Bains et lavabos du collège Chaptal à Paris*.
- Sacheri Gio., *L'Ingegneria civile e le arti industriali*:
 Anno 1881, tav. 1, 2, 3, *Stabilimento delle acque albule presso Tivoli*. Pianta generale, piante dei diversi fabbricati, elevazioni e spaccati.
- Allgemeine Bauzeitung di Vienna*:
 Anno 1836, tav. 13, *Stabilimento di bagni a Ischl*.
 » 1843, tav. 510, *Vasca coperta per bagni a Vienna*.
 Anno 1836, tav. 62, *Bagni nell'ospedale di Coblenza*.
 Anno 1836, tav. 63, *Bagni galleggianti*.
 » 1838, tav. 202, *Bagni in Rue des Marais a Parigi*.
- Zeitschrift für Bauwesen di Berlino*:
 Anno 1858, tav. 20, *Stabilimento di bagni a Rehm*.
 » 1874, tav. 22, *Bagni della città di Carlsruhe*.

Edilizi per mercati

- Nuovo mercato centrale di Firenze, nella Raccolta delle migliori fabbriche antiche e moderne di Firenze* di Mazzanti e Del Lungo, Firenze, Giuseppe Ferroni editore, 1882.
- Edifizio per pubblico mercato e lavatojo in via Mazzini a Torino*, progetto dell'ing. Pecco. Quest'edifizio si trova illustrato coi disegni dell'elevazione, delle piante, degli spaccati e dei particolari nel *Giornale del Genio civile* dell'anno 1865.
- Baltar, *Les Halles centrales de Paris*.
Moniteur des Architectes: — Anno 1875, tav. 55, *Mercato di S. Martino a Brest*.
Allgemeine Bauzeitung di Vienna:
 Anno 1838, tav. 246, *Hungerfordmarkt in Londra*.
 » 1839, tav. 286, *Mercato del grano a Mainz*.
 » 1847, tav. 119, *Mercato in Amburgo*.
 » 1837, tav. 148, *Mercato del grano a Strasburgo*.
 » 1838, tav. 184, *Mercato di Saint-Germain a Parigi*.
 Anno 1838, tav. 185, *Mercato della Maddalena a Parigi*.
 Anno 1838, tav. 188, *Halle au blé a Parigi*.
- Oppermann, *Annales de la construction*:
 Vol. 7, 1861, tav. 43, *Marché couvert de Nancy*. Elevazioni, piante, spaccati e particolari.
 Vol. 8, 1862, tav. 41, 42, 45 e 46, *Docks entrepôts de la Villette, Paris*. Piante, elevazioni, spaccati e particolari.

- Vol. 9, 1863, *Poissonnerie de la ville d'Angers*. Piante, elevazioni e spaccati.
 Anno 1869, tav. 26, *Halle couverte*.
 » 1869, tav. 31, *Marché couvert en maçonnerie*. Piante, elevazioni e spaccati.
 Anno 1869, tav. 39, 40, 41, 42, *Marché de Grenelle*. Piante, elevazioni, spaccati e particolari.
 Anno 1875, tav. 3, 4, *Marché couvert de Levallois-Perret (Seine)*. Questo mercato è completamente di struttura metallica.

Borse ed Istituti di credito.

- Quarenghi, *Fabbriche e disegni*. Parte 2^a, tav. 5^a. Mantova, fratelli Negretti, 1844.
- Le Moniteur des Architectes*:
 Anno 1874, tav. 6, *Borsa di Dijon*.
 » 1875, tav. 1^a, *Crédit Havrais*.
- Allgemeine Bauzeitung*:
 Anno 1836, tav. 49, *Borsa di Lipsia*.
 » 1849, tav. 290, *Borsa di Amburgo*.
- Zeitschrift für Bauwesen di Berlino*:
 Anno 1866, tav. 8, *Borsa di Berlino*.
 » 1873, tav. 16, *Banca di Berlino*.
- Zeitschrift des Architecten di Hannover*. — Anno 1863, tav. 265, *Banco Annoverese di Hannover*.

Macelli o amazzatojo.

- Politecnico di Milano*, anno 19. Descrizione del macello pubblico di Milano.
- Arnold Zenetti, *Der Vieh- und Schlachthof in München* — München, Adolf Aekermann, 1880.
- Allgemeine Bauzeitung di Vienna*. — Anno 1846, tav. 7, *Amazzatojo di Rowen*.
- Oppermann, *Annales de la construction*:
 Vol. 7, anno 1861, tav. 31-32, *Abattoir de la ville d'Argentan (Orne)*. Elevazioni, piante e spaccati.
 Vol. 14, anno 1868, tav. 1, 2, 3, 4, *Nouveaux abattoirs et marché aux bestiaux de la Villette (Paris)*. Veduta prospettica, elevazioni, piante e particolari.
 Vol. 14, anno 1868, tav. 9, *Nouveaux abattoirs id.*
 » 14, anno 1868, tav. 13 e 14, *id., id.*
 » 14, anno 1868, tav. 17 e 18, *id., id.*
 » 14, anno 1868, tav. 24, *id., id.*
 Anno 1869, tav. 33, *Abattoir*. Veduta prospettica e pianta.
 Vol. 27, anno 1881, tav. 1, 2, *Abattoir de Saint-Pourçain (Allier)*.

Edilizi per tiro a segno.

- Edifizio per tiro a segno in Torino architettato dal generale Giovanni Castellazzi*. Elevazione, piante e note spiegative nel *Giornale del Genio Civile*, serie D, tav. IV, 1866.
- Allgemeine Bauzeitung di Vienna*. — Anno 1849, tav. 289, *Tiro a segno in Boemia*.
Zeitschrift für Bauwesen di Berlino. — Anno 1855, tav. 52, *Tiro a segno di Monaco*.

Cavallerize.

- Quarenghi, *Fabbriche e disegni*:
 Tav. 14, a 18, *Cavallerizza in piazza Isacco a Pietroburgo*.
 Tav. 37 a 40, *Cavallerizza reale di Monaco*.
- Promis, *Fabbriche moderne*, tav. 24.
- Allgemeine Bauzeitung di Vienna*. — Anno 1840, tav. 358, *Cavallerizza a Lipsia*.
Zeitschrift. — Anno 1855, tav. 55, *Cavallerizza nell'Invaliden Park a Berlino*.

Edifici per scuole elementari e superiori.

- Blankenstein H., *Realschule und Gymnasium zu Berlin*, Berlin, Ernst und Korn, 1876.
- Planat, *Directeur de la Semaine des constructeurs* — Edifici per asili: tratta specialmente del riscaldamento e della ventilazione di detti edifici.
- Blandot, *Maisons et écoles communales de la Belgique* — 1 atl. in fol., Paris et Liège, Baudry, 1869.
- Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* — Rapporto del dott. Kochlin sul tipo da adottarsi pei banchi di scuola.
- Narjoux Félix, *Les écoles publiques en France et en Angleterre. Construction et installation* — un vol. in-8°, Paris, Morel et Comp., 1877.
- Idem, *Les écoles publiques. Construction et installation en Belgique et en Hollande* — 1 volume in-8°, Paris, Morel et Comp., 1878.
- Idem, *Les écoles publiques. Construction et installation en Suisse* — 1 vol. in-8°, Paris, Morel et Compagnie, 1879.
- Weltzien und Lang, *Das chemische Laboratorium an der grossherzoglich-polytechnischen Schule zu Carlsruhe*, ivi, Müller — 1 fase. in fol. con tav., 1853.
- Regia Scuola di medicina in Padova*. Piante e sezioni. *Giornale del Genio civile*, anno 1875, tav. 19 e 20.
- Oppermann, *Annales de la construction*:
 Vol. 8, anno 1862, tav. 9 e 10, *Mairie et maison d'école*. Piante, elevazioni e spaccati.
 Vol. 9, anno 1863, *Collège communal d'Isoudun (Indre)*. Piante, elevazioni e particolari.
- Oppermann, *Nouvelles Annales de la construction*:
 Vol. 15, anno 1869, tav. 1, 2, 21, *Nouvelle salle de lecture de la bibliothèque impériale à Paris*.
 Anno 1869, tav. 47, 48, *Ecole polytechnique de Carlsruhe (Grand Duché de Bade)*. Facciata e piante.
 Anno 1871, tav. 27, 28, 29, *Maison d'éducation pour les enfants pauvres à Berlin*. Facciata, piante, spaccati e particolari.
 Anno 1872, tav. 1, 2, 17, *Université de Königsberg (Prusse Orientale)*. Veduta prospettica, piante e spaccati.
 Anno 1872, tav. 18, *Ecole primaire de St-Pierre à Cologne (Prusse)*. Veduta prospettica, piante.
 Anno 1872, tav. 41, 42, *Ecole communale et asile de la ville de Paris*. Piante, elevazioni, spaccati e particolari.
 Anno 1872, tav. 43-44, *Chauffage et ventilation de l'école primaire de Westerwick (Suède)*.
 Anno 1873, tav. 45, 46, 47, 48, *Mairie et maison d'école*. Diversi tipi.
 Anno 1877, tav. 13, 14, *Gymnase couvert de l'École Monge à Paris*.
 Anno 1879, tav. 5, 6, *Gymnase, universités, instituts et écoles de l'Allemagne*. Presenta le piante di parecchi di questi edifici.
 Anno 1879, tav. 17, 18, *Asile du Vésinet*. Piante.
 Vol. 25, anno 1879, tav. 19, 20, *Ecole supérieure anglaise et lycée des études classiques*. Veduta prospettica, piante.
 Vol. 25, anno 1879, tav. 33, 34, *Mobilier scolaire*.
 » 26, anno 1880, tav. 1, 2, *Ecoles communales de Creteil (Seine)*. Elevazioni, piante e spaccati.
 Vol. 26, anno 1880, tav. 33, 34, *Edifici per scuole*. Elevazioni e piante.
 Vol. 27, anno 1881, tav. 25, 26, *Groupe scolaire de la rue Blanche à Paris*. Elevazioni, piante e spaccati.

C. Caselli, *I Fabbricati per le scuole*. — Roma, Tipog. dell'Opinione, 1879.

Notizie sugli Istituti dell'Università di Roma. — Boma, Tipografia Elzeviriana, 1879.

Allgemeine Bauzeitung:

Anno 1837, tav. 17, *Università di Lipsia*.

» 1839, tav. 303, *Politecnico di Vienna*.

Zeitschrift für Bauwesen di Berlino:

Anno 1861, tav. 23, *Gabinetto di anatomia a Greifswald*.

Anno 1864, tav. 1, *Palazzo dell'Università di Königsberg*.

Anno 1864, tav. 20, 21, 42, *Scuole elementari di Colonia*.

Anno 1864, tav. 37, *Laboratorio di chimica dell'Università di Greifswald*.

Anno 1866, tav. 22, *Gabinetto d'anatomia di Berlino*.

Anno 1867, tav. 1, *Laboratorio di chimica di Berlino*.

Anno 1871, tav. 1 e 9, *Politecnico di Achen*.

Zeitschrift des Architekten di Hannover:

Anno 1855, tav. 9, *Gymnasium und Bürgerschule ad Hannover*.

Anno 1857, tav. 68, *Politecnico di Hannover*.

F. Bongiovanni, *Gli edifici per le scuole primarie*. — Roma, Tip. Artero, 1879.

Acquarii.

Oppermann, *Annales de la construction*:

Anno 1878, tav. 17, 18, *Grand Aquarium d'Eau douce du Trocadero (Exposition universelle de 1878 à Paris)*.

Anno 1878, tav. 19, *Aquarium marin du Quai d'Orsay (Exposition universelle 1878 à Paris)*.

Anno 1878, tav. 27, *Aquarium du Trocadero*.

Teatri

C. Contant, *Parallèle des principaux théâtres modernes de l'Europe* — Paris, Lévy, 1860.

Ernst Fleischer, *Der Königl. Hoftheater zu Dresden* — Dresden, George Gilbers, 1879.

Ribalta per teatro a fiamma discendente attuata nel Regio teatro della Scala in Milano. Nel *Giornale del Genio civile*, Serie E, tav. 16, anno 1868.

Berlin und seine Bauten. Da pag. 325 a pag. 340, contiene le piante, le elevazioni e gli spaccati di parecchi teatri, circhi ed arene. — Berlin, und Korn, 1877.

Barabino Carlo, *Teatro Carlo Felice di Genova*. Piante e prospetti con illustrazione. 1 vol. in fogl. — Genova, Pagano, 1827.

Patte M., *Storia e descrizione dei principali teatri antichi e moderni con erudite osservazioni dell'arch. Paolo Landriani*. — 1 vol. in-8°. Milano, Ferrario, 1830.

Riccati Francesco, *Della costruzione dei teatri secondo il costume d'Italia*. — 1 fasc. in-4°. Bassano, Remondini, 1790.

Vol. 13, anno 1867, tav. 11 e 12, *Théâtre international de l'Exposition universelle de 1867 à Paris*. Piante, elevazioni e spaccato. Questo teatro può contenere 1200 spettatori.

Vol. 13, anno 1867, tav. 47, 48, 49, 50, *Cercle international du champ de Mars à l'Exposition universelle de 1867 à Paris*.

Vol. 14, anno 1868, tav. 5, 6, *Nouvel Opéra à Paris*. Piccola veduta prospettica.

Vol. 17, anno 1871, tav. 1, 2, 3, 4, *Nouvel Opéra à*

Paris, sezione longitudinale, pianta e particolari delle statue che decorano la facciata.

Vol. 19, anno 1873, tav. 39, 40, *Théâtre de la ville de Reims (Marne)*. Facciata, piante e spaccato.

Trovansi due altri spaccati e i particolari della copertura in ferro nelle tavole 7, 8, dell'anno 1879.

Vol. 20, anno 1874, tav. 3, 4, *Le nouveau théâtre de la porte St-Martin à Paris*. Elevazioni, piante, spaccati e particolari.

Anno 1874, tav. 47-52, *Ancien Opéra de Paris; Grand théâtre de Mayence; théâtre Covent Garden à Londres; Opéra de Munich; Comédie à Berlin; Scala à Milan*. Facciate, piante e spaccati.

Vol. 22, anno 1876, *Le nouveau cirque Fernando à Paris*. Elevazioni, piante, spaccati e particolari.

Vol. 24, anno 1878, tav. 39, 40, 41, *Cercle Franklin du Havre*.

Vol. 27, anno 1881, tav. 11, 12, *Nouveau théâtre de la ville de Bastia*. Elevazioni, spaccati.

Vol. 27, anno 1881, tav. 14, *Chauffage et ventilation de l'Opéra de Vienne*.

Le Moniteur des Architectes. — Anno 1876, tav. 33, *Teatro di Reims*.

Die Eisenbahn Schweizer. Zeitschrift ecc. di Zurigo:

Anno 1876, pag. 220, *Teatro della città di Basilea*.

» 1876, pag. 134, *Progetto di un teatro dell'Opera per 9000 spettatori*.

Allgemeine Bauzeitung di Vienna:

Anno 1841, tav. 420, *Teatro nazionale di Monaco*.

» 1842, tav. 488, *Teatro della Fenice a Venezia*.

Zeitschrift:

Anno 1853, tav. 36, *Circo in Friedrichs-strasse in Berlino*.

Anno 1854, tav. 1, *Circo Napoleone a Parigi*.

» 1860, tav. 19, *Teatro dell'Opera a Filadelfia*.

» 1860, tav. 1, *Der Ottosche Circus in Berlino*.

» 1860, tav. 39, *Teatro della Vittoria a Berlino*.

» 1870, tav. 17, *Teatro di Lipsia*.

Chiese.

Knight's Ecclesiastical Architecture in Italy.

Berlin und seine Bauten. Da pag. 115 a pag. 146 contiene le piante, le elevazioni e gli spaccati delle principali chiese e sinagoghe di quella città — Berlin, Ernst und Korn, 1877.

Annali della fabbrica del Duomo di Milano dall'origine fino al presente — 3 volumi in-4°, Milano, Brigola, 1877-80.

Gonzati Bernardo, *La basilica di Sant'Antonio da Padova descritta ed illustrata* — 1 volume in-fol., Padova, Bianchi, 1852.

Gravina D. B., *Il Duomo di Monreale illustrato e riportato in tavole cromolitografate* — 2 vol. e 2 atl. in-fol. gr., Palermo, Lao, 1859.

Serra di Falco, *Del Duomo di Monreale e di altre chiese siciliane* — un volume in-fol., Palermo, Roberti, 1838.

Fabbrica di S. Pietro a Roma e suoi monumenti — 1 atl. in-fol.

Fontana Giacomo, *Raccolta delle migliori chiese di Roma e suburbane* — 1 vol. in-fol., Roma, 1855.

Chiese principali d'Europa — 1 volume in-fol. grande, Milano, Artaria.

Demanet A., *Mémoire sur l'architecture des églises* — 1 vol. in-4° (*Encicl. del costr.*), Bruxelles, Delevie et Comp., 1847.

Tabernacolo della Madonna d'Orsammichele. Lavoro

insigne dell'Orcagna disegnato dal Pieraccini e inciso da Lasinio — 1 fasc. in fol., Firenze, Passigli, 1851.

Oppermann, *Annales de la construction*:

Vol. 2, anno 1856, tav. 49 e 50, *Chiesa di S. Eugenio a Parigi*. Questa chiesa è di stile gotico, l'armatura del tetto è in ferro.

Anno 1867, tav. 7, 8, 9, 10, *Eglise de la Trinité à Paris*. Pianta, elevazione, spaccato e particolari. La navata centrale è coperta conentine circolari in ferro.

Vol. 14, anno 1868, *Facciata delle chiese della Trinité e di S. Agostino a Parigi; Nuova facciata della Cattedrale di Firenze; Facciata della nuova chiesa di S. Ambrogio a Parigi*.

Vol. 18, anno 1872, *Eglise St-Augustin à Paris*. Facciata, pianta, spaccato e particolari della copertura metallica della cupola.

Vol. 19, anno 1873, tav. 7, 8, *Échafaudages du Panthéon à Paris*.

Vol. 19, anno 1873, tav. 9, *Échafaudages de l'Église de la Trinité*.

Sacheri Giovanni. *L'Ingegneria civile e le arti industriali*:

Anno 1877, tav. 1, 2, *Chiesa di N. Signora del Suffragio in Torino*. Architettura del conte Edoardo Mella. Elevazioni, spaccati e piante.

Anno 1877, tav. 13, 14, *Cupola della Basilica di S. Gaudenzio in Novara*. Architettura del prof. commend. Antonelli Alessandro. Spaccati, piante e particolari.

C. Caselli, *Il Tempio israelitico di Torino*. — Torino, Stamperia Reale di G. B. Paravia, 1875.

L. Caselli. *La cupola di S. Gaudenzio di Novara*. — Torino, Tip. Camilla e Bertolero, 1877.

Allgemeine Bauzeitung di Vienna:

Anno 1847, tav. 106, *Sinagoga di Dresda*.

» 1847, tav. 111, *Progetti della facciata di S. Maria del Fiore di Firenze*.

Anno 1847, tav. 119, *Chiesa della Gran Madre di Dio di Torino*.

Zeitschrift für Bauwesen di Berlino:

Anno 1861, tav. 1, *Cappella del Palazzo pubblico di Siena*.

Anno 1866, tav. 1-4, *Sinagoga di Berlino*.

» 1868, tav. 1, *id., id.*

» 1871, *Chiesa di S. Tommaso a Berlino* (stile lombardo moderno).

Durelli Francesco e Gaetano, *La Certosa di Pavia designata ed incisa in 72 tavole in rame col relativo testo*. — 1 vol. in-fol. e atlante. Milano 1863.

Franchetti Gaetano, *Storia e descrizione del Duomo di Milano, corredate di 30 tavole incise*. — Milano, 1821.

Cimiteri e monumenti sepolcrali.

Giornale del Genio civile: Anno 1869, Cimitero monumentale di Milano.

Cicognara, Selva e Diego, *Monumenti sepolcrali di Venezia* — 1 vol. in-fol., Torino, Basadonna, 1858.

Salvardi Natale, *Collezione scelta dei monumenti sepolcrali di Bologna* — 1 vol. in-fol., Bologna, Salvardi, 1823.

Allgemeine Bauzeitung di Vienna — Anno 1840, tav. 356, *Nuovo camposanto a Mannheim*.

Oppermann, *Annales de la construction* — vol. 21, anno 1875, tav. 11, 14, *Nouvel établissement des Pompes funèbres*. Facciate, piante e spaccati.

Stabilimenti industriali.

Berlin und seine Bauten. Da pag. 115 a pag. 240 contiene le piante, le facciate e gli spaccati di parecchi edifici industriali, *Berlin Eigenthum des Vereins für Ernst und Korn.*

Die Bauten technischen u. industriellen Anlagen von Dresden. Dresden 1878.

Cossa Alfonso, *Descrizione del laboratorio di chimica agraria della stazione sperimentale agraria di Torino* — 1 fase. in-8°, Favale e C., 1871.

Oppermann, *Annales de la construction:*

Vol. 4°, anno 1858, tav. 9 e 10, *Blanchisserie économique.* Piante, elevazione e spaccati.

Vol. 4°, anno 1858, tav. 23 e 24, *Blanchisserie perfectionnée système René Duvoir.* Piante e spaccati.

Vol. 5°, anno 1859, tav. 7 e 8, *Lavoir public.* Piante, spaccati ed elevazioni.

Vol. 5°, anno 1859, tav. 27, *Lavoir, Bain et buanderie économique.* Piante, elevazioni e spaccati.

Vol. 5°, anno 1859, tav. 35, *Ateliers de construction de machines.*

Vol. 6°, anno 1860, tav. 5 e 6, *Usine à gaz de la ville de Meaux.*

Vol. 6°, anno 1860, tav. 45 e 46, *Blanchisserie économique pour 200 personnes.*

Vol. 6°, anno 1860, tav. 55 e 56, *Usine à gaz de la Vilette à Paris* — Relazione della Commissione amministrativa dei tabacchi a S. E. il Ministro delle Finanze. Contiene le piante di tutte le fabbriche di tabacco del Regno. Roma, tipografia Elzeviriana, 1879.

Vol. 7°, anno 1861, tav. 15 e 16, *Usine d'acier fondu d'Essen (Prusse Rhénane).* Piano generale a volo d'uccello.

Vol. 7°, anno 1861, tav. 45 e 46, *Etude générale sur les cheminées d'usines.*

Vol. 7°, anno 1881, tav. 55, *Hangar et Atelier de machines agricoles.*

Vol. 8°, anno 1862, tav. 7 e 8, *Tréfilerie de M. Troost à la Louisenthal (Prusse Rhénane).* Piani generali, spaccati e particolari delle tettoje a denti di sega.

Vol. 8°, anno 1862, tav. 11, 12, 13 e 14, *Établissement de la Pharmacie centrale à Paris.* Piante, elevazioni, spaccati e particolari della copertura in ferro.

Vol. 8°, anno 1862, tav. 19 e 20, *Papeterie de M. Hoersh à Krauthausen près Duren.* Piano generale, elevazioni, spaccati e particolari.

Vol. 9°, anno 1863, tav. 11 e 12, *Atelier de construction de machines.* Piante, elevazioni e particolari; tav. 27, *Fours à chaux, à plâtre et à pouzzolane;* tav. 28, *Fours à plâtre système Dunneil;* tav. 29, *Fours à chaux à 2 foyers et à longue flamme;* tav. 30, *Fours à chaux à 3 foyers système Perrier et Possoz;* tav. 31, *Fours à chaux à feu continu système Simoneau.*

Vol. 9°, anno 1863, tav. 33 e 34, *Verrerie de M. Ressegur à Carmaux près Albi (Tarn).*

Vol. 9°, anno 1863, tav. 51 e 52, *Établissement de tissage de MM. B. Baruch et fils à Hechingen.* Piante, elevazioni, spaccati e particolari.

Arsenali

Oppermann, *Nouvelles Annales de la construction:*

Anno 1859, tav. 17 e 18, *Arsenal du Lloyd autrichien à Trieste.* Piante ed elevazione.

Anno 1870, tav. 27, 28, 29, 30, *Grand arsenal de Vienne (Autriche).* Veduta a volo d'uccello e piante.

Anno 1870, tav. 37, 38, 39, *Arsenal de Vienne — Musée des armes.* Facciate, piante, spaccati e particolari di decorazione.

Edifici per stazioni ferroviarie.

Ratti G., *Stazione di Bologna, fabbricati per la sua ampliamento* — 1 fascicolo in-4° e atl. in fol., Milano, Hoepli, 1878.

Berlin und seine Bauten — Da pag. 65 a pag. 100 si trovano i piani, le facciate e gli spaccati delle stazioni ferroviarie: Berlino-Potsdam-Magdeburger; Berlino-Gorlitzer-Niederschlesisch-Märkischen; Ostbahn; Berlin-Hamberger; Berlin-Lehrter, Berlin, Eigenthum des Vereins für den Buchhandel, Ernst und Korn, 1877.

Wilhelm Flattich, *Der Eisenbahn-Hochbau in seiner Durchführung auf den Linien der KK. Priv. Südbahn-Gesellschaft.* Wien, Lehmann et Wentzel, 1882. In questo libro si trovano parecchi esempi di facciate, piante e spaccati di stazioni ferroviarie in muratura ed in legno.

Bahnhöfe und Hochbauten auf Locomotiv-Eisenbahnen. Nach den an der Universität Giessen gehaltenen Vorlesungen bearbeitet und ergänzt von Dr. Eduard Schmitt, Leipzig, Verlag von Arthur Félix, 1882.

Giornale del Genio Civile:

Anno 1864, *Stazione dei viaggiatori e tetto per convoglio in Alessandria.*

Anno 1865, tav. 14 e 15, serie B, *Stazione centrale di Napoli.* Prospetto, piante e sezioni.

Anno 1866, serie B, tav. 19, *Tipo di fabbricati per viaggiatori in stazioni secondarie.* Piante, elevazioni e spaccati.

Anno 1867, serie B, tav. 29, 30, 31, 32, *Stazione centrale di Torino.* Piano generale, piante, elevazioni, spaccati, particolari di decorazione e delle centine.

Anno 1867, serie B, tav. 33, *Tipo delle stazioni intermedie nelle strade ferrate economiche d'Europa.* Facciate, piante e spaccati.

Anno 1875, tav. 6, 7, 8, 9, *Tettoja della stazione d'Arezzo.* Pianta, elevazione, particolari e verifica della stabilità.

Oppermann, *Nouvelles Annales de la construction:* Anno 1855, tav. 2, 6, *Halle aux marchandises couverte en zinc et en ardoises.*

Anno 1855, tav. 8, *Type de guérite de garde. Chemins de fer du Nord.*

Palazzi e tettoje per esposizioni.

Exposition Universelle de Paris 1878. Monographie des palais et constructions diverses exécutées par l'administration, publiée sous les auspices du Ministère de l'agriculture et du commerce — Paris, Ducher et Comp. éditeurs de la Société centrale des architectes, 1880.

L'ingegneria alla Esposizione industriale in Milano (1881) — Milano, Tipografia degli Ingegneri.

Sacheri G., *Le costruzioni moderne di tutte le nazioni alla Esposizione Universale di Parigi del 1878.*

Esposizione Universale di Parigi del 1855, di Londra nel 1851, piante con note spiegate, notizie sulle esposizioni di Parigi dalla loro origine 1798 — Nel Daly Cesar, *Revue générale de l'architecture;* anno 1855.

Ing. S. CERIANA.

FALCE. — Franc. *Faux* o *Faulx*. Ingl. *Scythe*. Ted. *Sense*. Spagn. *Falce*.

La falce, dal latino *falce*, strumento tagliente che una volta armava i carri dei nostri antichi nelle guerre, che servì potentemente da difesa presso i popoli della Polonia, dell'Ungheria, della Cina, compie un noto ed importante ufficio nell'agricoltura. Secondo la sua forma varia di scopo, e può essere adatta alla falciatura dei prati od alla mietitura delle messi.

Nell'articolo ATTREZZI E STRUMENTI AGRARI si descrissero diffusamente le diverse specie di falci, corredandone la descrizione con figure, come si vede alle pagine 782, 783, 784, 785 del primo volume di questa *Enciclopedia*.

A noi qui resta solo a dire del modo di fabbricazione delle medesime, come giusto complemento di quanto si espose nell'articolo più sopra citato.

FABBRICAZIONE DELLE FALCI.

Le falci sono fabbricate con acciaio naturale o con acciaio di cementazione. Il primo, detto anche acciaio da fucina, acciaio di fusione ed acciaio di Germania, si ottiene trattando il minerale di ferro in forni alla catalana, od affinando la ghisa; il secondo risulta dalla combinazione del carbonio col ferro puro, e lo si ha tenendo per un dato tempo il ferro a contatto col carbone ad una temperatura molto elevata (vedi ACCIAJO). In Vestfalia ed in Stiria si fa una buona qualità di acciaio naturale che si può ridurre con poca difficoltà a lamine malleabili, dure, elastiche, molto adatte per formare delle falci.

Metodi di fabbricazione. — Si sa che varie sono le sorta di falci; qualunque però sieno le loro dimensioni, il metodo che si segue per fabbricarle è lo stesso per tutte, ed in generale si distingue in due specie: *metodo d'Allemagna* che consiste nel dare il taglio alle falci battendole a martello; *metodo inglese*, secondo il quale si fa l'affilatura alle falci col mezzo di una cote.

Preparazione dell'acciajo. — Di tutte le bisogna che occorrono per fare una falce, la prima e la più importante è la preparazione dell'acciajo.

Tanto l'acciajo naturale, quanto l'acciajo di cementazione sono forniti ai fabbricanti di falci in barre semipiate con sezione rettangolare di 25^{mm} × 50^{mm}.

Le barre sono tagliate in pezzi della lunghezza di 24 o 25 centimetri, ed i pezzi classificati in diverse categorie a seconda dell'aspetto della frattura. Se questa dà indizio che il metallo è di natura ferruginosa, allora i pezzi tagliati servono a fare il così detto dorso della falce, ossia quella parte dalla quale vi ha la nervatura o costola di rinforzo, per cui lo strumento, benchè non raggiunga il millimetro in spessore, pure risulta robustissimo. Se invece la frattura indica acciaio fine, i pezzi tagliati sono serbati per la parte da cui havvi il filo tagliente.

Raffinatura delle barre d'acciajo. — I pezzi d'acciajo di natura ferruginosa, pel dorso delle falci, vengono tirati al martello in barre di 30^{mm} di larghezza e di 8^{mm} o 10^{mm} di spessore e poscia queste tagliate in pezzi lunghi 65 centimetri.

Si fa una specie di pacco con 16 di essi, ponendoli uno sull'altro, indi un operajo li lavora battendoli a caldo e li riduce ad avere una sezione quadrata di 20^{mm} di lato.

I pezzi di acciaio fino destinati alla parte del tagliente delle falci sono tirati nella stessa maniera, in barre che hanno la sezione di 20^{mm} × 10^{mm}, le quali poscia vengono saldate in piano su quelle di natura ferruginosa, e tirate

in modo da avere una larghezza di 25 ed uno spessore di circa 8 millimetri.

In queste ultime così composte vi ha un terzo d'acciajo fino e due terzi di ferruginoso.

La tiratura che abbiamo descritta costituisce l'operazione detta *raffinatura*. Due operai in dieci ore di lavoro possono raffinare circa 200 chilogrammi d'acciajo, ed il consumo di poco supera il 7 per 100.

Sbozzatura, fucinata e martellatura delle falci. — Il raffinatore consegna le lame che ha preparate al battitore. Questi con due riscaldature sbozza grossolanamente la falce, ne forma la punta, il calcio, e ricurva ad angolo retto la parte di questo che deve servire a fare la coda od appendice, che è poi il mezzo di unione della falce col manico.

Per eseguire queste varie parti dello strumento, il battitore pone in azione un martello meccanico del peso di 50 chilogrammi, il quale batte circa 300 colpi al minuto primo.

In capo alle dette operazioni si ottiene una specie di falce che misura 80 centimetri in lunghezza, ed è larga 22^{mm} presso il calcio, 16^{mm} presso la metà e 10^{mm} all'estremo verso la punta. Lo spessore poi risulta di 5^{mm} presso il calcio e di 4^{mm} alla parte opposta. L'appendice o coda ha 80^{mm} in lunghezza, 30^{mm} in larghezza, e 4^{mm} di spessore.

In seguito si porta la falce alla fucina, la si scalda al calor bianco, le si dà la curvatura conveniente e si termina la coda rialzandola all'estremo per potere poi bene immanicare lo strumento.

Ciò eseguito, si allarga la lama sottoponendola ai colpi di un martello che pesa 30 chilogrammi.

Il martellatore riscalda la falce verso la punta, ne prende il calcio colla mano sinistra e la punta colla destra munita di una tanaglia. Poi colloca quella, rovesciata, sull'incudine su cui batte il martello e la fa scorrere prima nel senso della lunghezza per fare la nervatura o costola di rinforzo, poi in quello della larghezza per distendere od allargare la lama.

Questa operazione per essere compiuta a dovere richiede nel frattempo tre riscaldature durante le quali non si cambia la disposizione dello strumento.

Con una quarta riscaldatura si finisce il calcio.

Tutte le martellature finora descritte, pel peso dei martelli, sono eseguite coll'ajuto di semplici congegni che sollevano le mazze di ferro e le lasciano ricadere regolarmente fra due guide, cosicchè oltre al risparmio in braccia d'uomo si eseguono le battiture a colpi uguali e successivi, per cui tutta l'attenzione dell'operajo è rivolta a bene sottoporre alla percussione le parti da lavorare.

La falce, allargata come abbiamo detto, è sottoposta ad una nuova martellatura. Questa però è eseguita con un forte martello, a mano. Un operajo, munito di esso, raddrizza in parte la lama tenendola sur un tasso di ferro dopo averla però prima riscaldata dolcemente ad un fuoco di carbone.

La raddrizzatura parziale poi è compiuta da un martello meccanico del peso di 15 chilogrammi il quale batte dai 300 ai 400 colpi al minuto primo.

Si finisce la nervatura battendola a forti colpi e continui con un martello avente la penna leggermente arrotondata.

Questo lavoro, al pari dei due precedenti, esige una grande abilità per parte dell'operajo.

Non rimane più che a dare alla coda la direzione conveniente e per lo più si imprime subito sulla lama della falce il nome del fabbricante o la marca di fabbrica.

Tempera e arrotatura delle falci. — Le falci così finite e bollate richiedono ancora due operazioni, la *tempera* cioè e l'*arrotatura*.

La *tempera* si eseguisce in questo modo: si scaldano le lame uniformemente al calore bianco tenendole ad un fuoco di carbone colla nervatura al basso ed il taglio in alto; poi si tuffano in un bagno composto di grasso di bue, di vitello, di castrato, in proporzioni uguali, e tenendo sempre la lama col taglio all'insù.

Si tolgono dal bagno, si nettano strofinandole con corteccia di ciliegio o scopa di betulla, e passandole alla fiamma per bruciare il grasso che per caso vi fosse rimasto aderente; indi si fanno rapidamente scorrere in un mucchio di terra in polvere preparata a tale uopo; poscia si immergono nell'acqua fredda.

Se per caso dopo l'immersione rimangono delle macchie sulle facce delle falci, esse sono levate con raschiatoi, quindi gli strumenti sono ancora passati alla fiamma, la quale finisce la politura. Questa ricucitura è giudicata giunta al punto conveniente allorché la lama si copri dappertutto ed uniformemente di una tinta azzurrina.

Terminata la ricucitura, le falci saranno raddrizzate per ricevere di nuovo la forma che avevano prima della tempera.

L'*arrotatura* è l'ultima operazione che è necessaria alle falci. Secondo il *metodo* detto di *Allemagna* si limita ad una semplice ugnatura, ed il taglio si affila battendolo col *martello* sull'*incudinello* ed usando anche una *cote*, cose tutte descritte nell'articolo ATTREZZI E STRUMENTI AGRARI.

Secondo il *metodo inglese* le falci che risultano non sono nè curve, nè convesse, hanno la costola poco rilevata, ma per farle si seguono le martellature che abbiamo enunciate; l'*arrotatura* poi si compie solo sopra grandi coti.

Falcuola. — Della famiglia della falce è la *falcuola*, di diverse dimensioni, che serve per falciare certe erbe o per mieterle a mano il frumento e tutti quei cereali, i cui grani non troppo bene attaccati alla spiga cadrebbero se si tagliassero colla falce (V. ATTREZZI E STRUMENTI AGRARI).

La *falcuola* viene fabbricata mediante fucinature e martellature, con una lamina sottile d'acciaio ricurva a semicerchio, di raggio dai metri 0.20 ai 0.25, larga per lo più 25 millimetri, finiente ad un estremo a punta, dall'altra a *coda* per poter essere fatto entrare in un piccolo manico di legno, che talvolta si trova nel piano stesso della lama, tal'altra se ne eleva un poco al di sopra, per maggiore comodità del mietitore.

Il *taglio* della *falcuola* si può eseguire in tre modi: 1° col *metodo* detto all'*inglese* e si fa semplicemente sulla mola come si pratica pei coltelli; 2° col *metodo* dell'*Allemagna* ossia colla martellatura; 3° tagliandolo a lima da un solo lato ed un po' obliquamente, rapporto alla linea di curvatura e non affilandolo mai che sul lato opposto, in modo che il taglio viene ad essere formato da una quantità di piccoli denti che segano più che non tagliano.

Conclusione. — Per la arrotatura delle falci in genere dobbiamo avvertire che allorché si hanno da falciare erbe forti il *tagliante* deve essere breve; lungo ed appiattito invece trattandosi di *erba fina*.

Una buona qualità di *cote* per l'*arrotatura* delle falci e delle *falcuole* l'abbiamo in Italia presso Bergamo, ed il proprietario della cava signor Cuminetti ne fa un importante commercio coll'estero e principalmente colla Germania.

Le falci più rinomate sono quelle della *Stiria* che pe-

sano solo 500 grammi. A questa regione fu per lungo tempo riservato il merito della fabbricazione di buone falci. Ora però ne esistono diverse fabbriche in tutti i paesi d'Europa e di America; alcune importanti principalmente nel mezzodì della Francia e dell'Inghilterra. Da noi pure ve ne hanno parecchie, le quali col tempo potranno dare delle falci che possano gareggiare colle straniere. Il loro peso però, al pari di quello delle francesi, non è inferiore ai 700 od 800 grammi.

BIBLIOGRAFIA. — Laboulaye, *Dictionnaire des Arts et Manufactures* — Nuova Enciclopedia popolare italiana (Torino, Unione-Tip-Editrice).

Ing. V. BELTRANDI.

FARI — Franc. *Phares*. Ingl. *Lights*. Ted. *Seeleuchten* Spagn. *Faros*.

DEFINIZIONE. — *Faro* è una torre sormontata da un lume che si stabilisce lungo le coste per avvertire i naviganti della vicinanza della terra o della situazione di qualche ricovero o pericolo.

I fari si distinguono perciò in due grandi classi:

Principali o *di scoperta* quelli che servono per segnalare la terra a chi viene dal largo mare; *secondarii* o *di direzione* gli altri che, una volta riconosciuta la costa, indicano la posizione di un determinato suo punto.

STORIA. — L'usanza di segnalare le coste alla navigazione durante la notte mediante fuochi, si perde nella caligine dei tempi: interpretando casuali ed oscure allusioni di scrittori antichi, taluni spinsero l'immaginazione al punto da far risalire tale usanza ai tempi mitologici. Certo è ch'essa vi era già ai tempi di Omero, imperocchè l'*Iliade*, parlando della difesa di Achille, descrive gli splendori che i marinai nel lasciare i loro fratelli vedevano su taluni punti solitarii.

Anzi quell'uso fu talora volto ad inganno nello scopo di trarre le navi a perdersi, o per semplice vendetta, come sarebbe succeduto ai Greci reduci dalla guerra di Troja, 930 anni avanti l'era volgare; o per approfittare dei naufragi, come praticavano i barbari.

Il primo faro, che abbia funzionato regolarmente, sembra essere stato quello posto da Lechete sul promontorio Sigeo nella Troade, 650 anni prima dell'era volgare.

Il più famoso faro però che si conosca fu quello costruito sull'isolotto di Faro all'ingresso del porto d'Alessandria, ed era annoverato fra le sette meraviglie del mondo.

Quel faro avrebbe perciò avuto l'onore di dare il proprio nome agli stabilimenti di questo genere ed avrebbe per un certo tempo loro servito di modello.

Altri fanno invece derivare il nome di faro dalla voce greca φαεινός (risplendere); altri ancora dalla voce egiziana phrah (sole); ma è più generalmente ammessa la prima versione. Strabone, Plinio ed altri attribuiscono l'onore del faro d'Alessandria a Tolomeo Filadelfo, che regnò dall'anno 285 al 247 avanti l'era nostra. Sostrato ne fu l'architetto, come risultò dall'iscrizione incisa sul faro: « Sostrato di Gnido, figlio di Dessifane, agli Dei conservatori, per chi naviga sul mare ».

Edrisi, geografo arabo sul principio del x secolo dell'era nostra, dice che ai suoi tempi la torre misurava esattamente 70 braccia dal suolo alla prima galleria, e 26 a partire da questo punto fino alla sommità.

La torre era costrutta in conci di pietra detta *kedan*, suggellati con piombo fuso, e coi giunti talmente aderenti da formare un tutto indistruttibile.

A partire dalla galleria, il faro andava ognor più re-

stringendosi sui suoi quattro lati fino a poter ciascuno di essi venire abbracciato da un uomo.

Secondo le descrizioni che ci furono lasciate il faro era a diversi piani coperti da volte, all'incirca come la torre di Babilonia, la quale ne aveva otto, ossia, come dice Erodoto, otto torri l'una sull'altra.

Plinio assicura che le spese di costruzione ammontarono ad ottocento talenti; locchè corrisponderebbe a quattro milioni e mezzo circa di lire se si tratta di talenti attici, e al doppio se si tratta di talenti alessandrini.

Un'altra delle sette meraviglie del mondo, la quale da taluni fu pure creduta un faro, è il Colosso di Rodi, celebre statua di Apollo.

Dalla descrizione che se ne dà, il colosso poggiava i piedi sugli avanzi di due torri all'imboccatura del porto, e tra le sue gambe aperte passavano le navi a gonfie vele. Si aggiunge che in mano il colosso portasse una specie di coppa in cui si teneva acceso il fuoco. Ma degli autori antichi nessuno menziona che il colosso servisse da faro.

Una vaga allusione soltanto se ne ha in quel passo di Filone di Bisanzio, meccanico, alla fine del III secolo avanti Cristo, laddove attribuisce a Carete di Lindo (città dell'isola di Rodi) ed allievo di Lisippo, la gloria « d'aver fatto un Dio simile ad un Dio e dato un secondo sole al mondo ».

L'illustre geografo Strabone cita un frammento di un epigramma in versi jambici in cui si trova citato il nome di Carete come autore, e le dimensioni del suo capolavoro di 70 cubiti d'altezza, ossia non meno di 34 metri; e soggiunge che il colosso giaceva a terra rotto alle ginocchia.

Plinio, dopo aver confermato quanto dice Strabone, fissa la data della caduta della statua a 56 anni dopo la sua erezione, avvenuta verso l'anno 285 avanti l'era volgare; dice che dentro si vedevano delle pietre enormi colle quali si era dato stabilità alla statua e riporta la voce che avesse costato 300 talenti. Il colosso giacque a terra 900 anni circa, e fu dagli Arabi ridotto in pezzi e venduto nel 672 ad un ebreo, il quale, secondo le cronache bizantine, ne avrebbe caricato mille camelli.

Il filosofo Sesto Empirico racconta che Carete, disperato di essersi sbagliato della metà della somma necessaria all'esecuzione di quell'opera grandiosa, e, secondo altri, dal timore di non riuscire, si sarebbe suicidato; e gli sarebbe succeduto Lachete, il quale portò a compimento il colosso.

La celebre Torre d'Ordre o meglio d'Orde (*Turris ardens*) di Bologna marittima in Francia, rimonta ai tempi di Caligola, il quale imperò dall'anno 38 al 41 prima di Cristo.

Egli l'avrebbe costrutta quando di ritorno dal Reno pensava d'invadere la Bretagna. Non si sa se la torre servisse fin da principio da faro: è certo però che nel 191 dell'era volgare un lume vi era acceso sulla sommità, come lo dimostra una medaglia di bronzo, la quale rappresenta questo faro e la partenza di una flotta romana.

La torre fu riparata nell'anno 811 da Carlo Magno nell'occasione di una spedizione contro i pirati normanni. Dessa era ottagonale, aveva 192 piedi di circonferenza, ed era costrutta a corsi alternati di pietra grigia, pietra gialla e mattoni rossi. Si pretende che in altezza avesse altrettanto che in circonferenza. Essa cadde in due o tre volte dal 1640 al 1645 assieme al monte su cui trovavasi eretta.

A Dover, dall'altra parte della Manica esisteva pure un faro romano, detto *Altare di Cesare*; mancano però sul medesimo notizie circostanziate abbastanza sicure.

Il faro d'Ostia, costruito da Claudio, imperatore dall'anno 41 al 54 dell'era volgare, pare sia stato il più ammirabile di quanti illuminarono le coste latine.

Secondo Svetonio, il quale lo dice espressamente, il faro Claudio era fatto a similitudine di quello d'Alessandria.

Ora da un bassorilievo portuense di pertinenza del principe Torlonia, apparisce che il faro Claudio era a tre piani, a pianta quadrata, in ritirata fra loro, sormontati da una colonna rotonda. Ciò confermerebbe che il restringimento della torre d'Alessandria avesse luogo per successive ampie riseghe.

Oltre al faro Claudio, l'Italia ebbe altri bellissimi fari, come quelli di Ravenna nell'originario porto d'Augusto e di Pozzuoli, entrambi citati da Plinio; gli altri di Messina, di Capri, rovesciato da un terremoto pochi giorni prima della morte di Tiberio, e di Civitavecchia, costruito da Traiano sui disegni di Apollodoro.

Erodoto dice che i fari latini rassomigliavano ai catafalchi di forma quadrata degli imperatori. Di tale forma era, come si disse, il faro Claudio. Le torri per fari non erano però sempre di forma quadrata. Una medaglia della collezione del maresciallo D'Estrées, rappresenta un porto romano con un faro rotondo a quattro piani.

Un'altra medaglia, trovata nell'Apamea in Bitinia, presenta pure una forma rotonda pel faro a tre piani che vi rappresenta.

All'estero esistettero pure dei fari antichissimi passati alla storia.

In Ispagna, all'imboccatura del porto di Corogna sull'Oceano atlantico, vi ha l'antichissima Torre d'Ercole, che taluni credono eretta dai Cartaginesi ed altri da Cajo Servio Lupo, da Traiano e perfino dai re di Spagna nei tempi eroici.

Venendo ai tempi più vicini a noi si ha da citare prima di tutti il faro di Cordouan sopra una secca ricoperta da 3 metri d'acqua all'alta marea; ed era isolata in mare, davanti all'imboccatura della Gironda in Francia nel terribile golfo di Guascogna.

Ciò che s'incomincia ad avere di storico al riguardo si è che il secondo faro fu costruito sotto il Principe Nero dal 1362 al 1370.

Un nuovo faro nelle vicinanze del precedente fu incominciato sotto Enrico III nel 1584 dall'architetto Luigi De Foix e terminato da suo figlio nel 1610.

La lanterna era in pietra da taglio e si componeva di otto archi con pilastri decorati da colonne e sormontati da una cupola col camino da fuoco.

Nel 1727, siccome le pietre della lanterna erano cotte dal fuoco ed i pilastri presentavano l'inconveniente di mascherare una gran parte della luce, vi si sostitua una lanterna in ferro.

L'ingegnere Teuler nel 1789 rialzò la torre e la portò alla mirabile forma attuale, la quale rappresenta una gran colonna rotonda e fortemente rastremata a guisa di tronco di cono, sopra un basamento ottagonale decorato da parastre.

Il focolo del faro trovavasi a metri 63 sopra il piano della piattaforma.

Una particolarità del faro di Cordouan, si è che fu sempre il primo dei fari francesi in cui si siano provati i successivi miglioramenti nel sistema d'illuminazione.

La lanterna di Genova, eretta sul capo di faro all'estremità occidentale del porto nel 1139, fu illuminata soltanto nel 1326. Guasta nel 1512, fu ricostrutta nel 1543.

D'un bellissimo effetto architettonico nel suo assieme, la torre si compone di due torri sovrapposte a base quadrata; l'inferiore di metri 9 di lato, la superiore di m. 7,

entrambe coronate da cornici a doppia fila di mensole. L'altezza totale della torre è di metri 63 circa, ed il piano focale trovasi a metri 114 sul livello del mare.

Il faro della Meloria fu eretto nel 1154 dai Pisani per segnalare ad un tempo le secche di quel nome e la direzione del porto pisano.

La torre soggiacque a grandi vicende, sicchè fu più volte abbattuta e ricostruita. Nel 1267 fu distrutta da Carlo d'Angiò; nel 1287 dai Genovesi e nel 1290 dai Guelfi.

Abbandonata la Meloria, i Pisani determinarono, verso il 1304, di costruire l'attuale torre a sud del porto di Livorno, costituita da due cilindri sovrapposti.

L'altezza del piano focale è di metri 47 sul livello del mare.

Il più celebre dei fari moderni è quello costruito sulla secca di Eddystone a 9 $\frac{1}{4}$ miglia dal Capo Ram, presso la rada di Plymouth.

La secca presenta in sommità una piccola estensione, la quale, scoperta a bassa marea, affiora appena in un punto il livello dell'alta marea; tutto all'intorno l'acqua vi è profonda da 130 a 65 metri; ed alla base stessa della sommità della secca vi ha ancora una profondità di metri 50. Quella secca è il primo ostacolo in cui urtano i marosi del largo e profondo oceano da sud: perciò l'urto vi è tale che i flutti si slanciano ad oltre 50 metri sul livello del mare, formando una colonna di acqua di 2 o 3000 metri cubi che avviluppa e seppellisce il faro. Dopo i fortunali, l'agitazione del mare d'attorno si mantiene ancor forte per parecchi giorni.

Questo è il motivo del nome della secca, derivato dal sassone e composto di *ed* (indietro), *ea*, che pronunciasi *y* (acqua) e *stone* (pietra); cioè scoglio che rimbalza l'acqua indietro, ossia genera risacca.

In queste condizioni si comprende come la costruzione d'un faro sia un problema oltremodo arduo.

Il primo faro, costruito da Wistandey, era in legname con base in muratura, e rassomigliava abbastanza ad una pagoda cinese, ed a quei belvedere che dei giorni nostri si vedono nei giardini dei sobborghi di Londra.

Quel faro, acceso nella notte del 14 novembre 1698, fu completamente portato via assieme al suo autore, agli operai ed ai fanalisti nella terribile burrasca del 26 novembre 1703.

Il secondo faro, costruito da Rudyerd, era pure in legname con imbasamento in muratura, la quale si prolungava all'interno fino ad una certa altezza: all'esterno la torre presentava una superficie unita a guisa di tronco di cono, onde presentasse la minima resistenza ai flutti.

Illuminato addì 28 luglio 1708, perì in poche ore preda alle fiamme nella notte del 1° novembre 1755.

L'attuale faro è opera dell'ing. Giovanni Smeaton.

La torre è rotonda a generatrice curva, che va aprendosi verso il piede onde l'edificio avesse una base più ampia e meglio secondasse l'andamento dei flutti che lo investono. Anzi, per far rovesciare indietro i flutti, la torre è coronata da una cornice a guisa di labbro ricurvo.

La torre è fabbricata in conci di calcare di Portland con rivestimento in granito; ha l'altezza di metri 20.74 ed è massiccio fino a metri 3.66 al di sopra del primo corso di conci intero: il diametro di tale corso è di metri 7.93; sotto la cornice il diametro si riduce a metri 4.58.

I conci, del peso di circa una tonnellata ciascuno, sono solidamente incastrati a coda di rondine nello scoglio e tra loro.

Ad ogni corso di conci si disposero ad incastratura otto dadi in pietra onde impedire lo scorrimento d'un corso sull'altro.

I materiali si preparavano sul cantiere a Plymouth. La prima pietra di quel monumento fu posata al 12 giugno 1757, l'ultima addì 24 agosto 1759.

Il faro venne acceso al 16 ottobre 1759.

In condizioni non molto differenti da quelle di Eddystone, e seguendone il sistema di costruzione, furono eretti i fari di Bell-Rock e di Skerryvore.

Il faro di Bell-Rock è opera dell'ingegnere Roberto Stevenson.

La torre ha l'altezza di metri 30.50.

Il faro costò lire 1,533,286, 46, e fu illuminato al 1° febbraio 1811.

Alan Stevenson, figlio di Roberto, è l'autore del faro sullo scoglio di Skerryvore.

Incominciati i lavori preparatorii nell'estate del 1838, essi furono completamente portati via dal mare nel successivo inverno.

Dal 6 maggio al 3 settembre 1839 si preparò il piano di fondazione; al 20 giugno 1840 si sbarcarono i primi conci; al 21 luglio 1841 si sbarcò l'ultimo; ed al 1° febbraio 1844 s'incominciò l'accensione del faro.

La torre è alta m. 42.24, ha il diametro di m. 12.81 alla base e m. 4.58 alla sommità.

Il faro costò lire 2,174,446. 98.

La torre di Skerryvore è così molto più alta di quella di Eddystone e Bell-Rock, perchè, coll'invenzione degli apparecchi lenticolari, essendosi venuto ad avere dei mezzi d'illuminazione molto più potenti, i fari sono visibili da più lontano e quindi si fu condotti a tenerli più alti.

PORTATA. — Di fatti un faro incomincia ad essere visibile da un osservatore in mare allorché egli entra nel campo dei raggi luminosi del faro, e questi hanno intensità sufficiente di giungere sino a lui.

Ora i primi raggi, che l'osservatore arriva ad attraversare venendo dal largo mare, sono quelli che lambiscono l'orizzonte; epperò la distanza alla quale si può scorgere un faro, cioè la sua portata, dipende e dalla forma del nostro globo terraqueo e dall'intensità dei raggi luminosi.

Si ha perciò da distinguere nei fari la portata *geografica* e la *luminosa*, e l'*effettiva portata* sarà la più piccola delle due.

Intanto si scorge già la convenienza di dirigere all'orizzonte del mare i raggi luminosi d'un faro, appunto perchè così riesca visibile dalla più gran distanza nell'interesse della navigazione.

Per calcolare la portata geografica, si consideri un raggio luminoso, il quale, emanando dal faro in F (fig. 457), vada a lambire l'orizzonte del mare. Siccome quel raggio così inclinato attraversa degli strati di atmosfera sempre più bassi, epperò più pesanti, ne viene, che nel passare da uno strato a quello immediatamente inferiore, il raggio, per l'effetto della rifrazione, s'infilette e si avvicina alla verticale, descrivendo così una traiettoria curva F T, la cui concavità è rivolta verso la terra.

L'osservatore in mare, in Q, quantunque al di là dell'orizzonte T, scorgerà il faro, purchè si elevi in G ad un'altezza tale sovra Q da toccare la traiettoria F T.

La portata geografica del faro sarà quindi la distanza Q T + T P.

Ora tale distanza varia secondo lo stato dell'atmosfera, cioè secondo la sua densità, epperò secondo il suo grado di rifrazione.

In media la portata geografica *y* è data dalla relazione:

$$y = \sqrt{\frac{R A}{0.42}} + \sqrt{\frac{R a}{0.42}}$$

in cui: R è la lunghezza del raggio terrestre alla latitudine del faro, di m. 6,362,896 mediamente per l'Italia;

A ed a sono le altezze del faro e dell'osservatore sul livello del mare.

La tabella a pag. 355 presenta, espresse in chilometri, le portate geografiche dei fari corrispondenti ad altezze ordinarie A ed a .

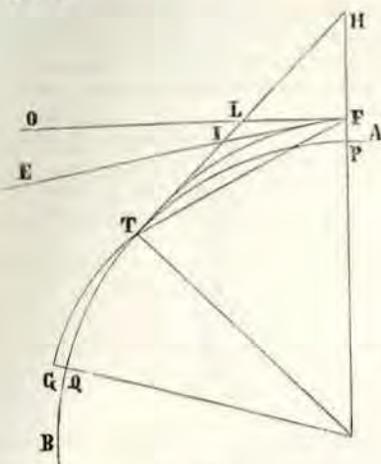


Fig. 457.

Per andare poi a lambire l'orizzonte, i raggi luminosi FE , tangenti alla traiettoria in F , devono emanare dal faro sotto un angolo $EFO = \beta$ coll'orizzontale FO , tale da essere:

$$\tan \beta = \sqrt{\frac{0.42 A}{R}}$$

Quanto alla portata luminosa x , se si trattasse di un'atmosfera di trasparenza perfetta, denominando con:

L , l'intensità luminosa del faro, ossia la quantità di luce ricevuta sull'unità di superficie all'unità di distanza;

λ , la più piccola quantità di luce che possa percepire l'osservatore all'unità di distanza; si avrebbe:

$$\lambda = \frac{L}{x^2}$$

Ma siccome l'atmosfera non è mai perfettamente trasparente, denotando con e la frazione di luce che lascia passare uno strato di atmosfera d'uno spessore uguale all'unità di distanza, bisognerà moltiplicare la espressione precedente tante volte per e quante volte x contiene l'unità di distanza; epperò si avrà:

$$\lambda = \frac{L}{x^2} e^x$$

La quantità rappresentata da λ , varia colla finezza di percezione dell'osservatore; si ammette generalmente che per un individuo dotato di vista ordinaria sia

$$\lambda = 0.010,$$

essendo il chilometro l'unità di distanza, e l'unità di luce quella di una lampada Carcel, il cui becco, di m. 0.020 di diametro, consumi 40 grammi d'olio di colza all'ora. La luce del becco Carcel equivale a quella di dieci candele steariche circa.

Lo stato dell'atmosfera rappresentato da e varia entro limiti molto estesi: per determinarlo si è cercata la portata dell'unità di luce, pel che basta, nella relazione precedente, fare $L = 1$, $\lambda = 0.010$.

Le osservazioni eseguite in Francia, onde riconoscere le intensità luminose sulle quali è permesso di contare in pratica, tendono a stabilire che la trasparenza media dell'atmosfera sul litorale francese dell'oceano è più grande dello stato rappresentato dai seguenti valori di x , cioè: durante un mese, da x un poco superiore a chilom. 8.5; durante sei mesi, uguale a chilom. 7.00; durante undici mesi, un poco minore di chilom. 5.00; che corrispondono rispettivamente ai valori della tabella qui sotto.

Si è osservato inoltre colà che qualche volta e discende a 0.309 e perfino a 0.025 senza che questo sia ancora un limite minimo, essendovi talune nebbie fitte le quali intercettano quasi completamente la luce a brevissima distanza.

In mezzo a queste grandi variazioni, si ritiene in quei climi che la trasparenza media dell'atmosfera corrisponda ad $e = 0.903$; in Italia simile media è evidentemente più grande, e generalmente deve essere di poco al di sotto dello stato rappresentato da $e = 0.962$, corrispondente poco presso ad un'atmosfera serena, se pur non la supera.

Facendo diverse ipotesi sui valori di e , si trovano le seguenti portate luminose X , per le intensità delle luci rappresentate da $L = 440$ e 5015.

Num. progress.	x Chilometri	e	X corrispondente ad	
			$L = 440$	$L = 5015$
1	8.5	0.962	64.4	102
2	7.0	0.903	35.6	52
3	5.00	0.758	18.0	25
4	2.00	0.200	4.8	6

L'ispezione di questi risultati mostra che quando e è molto piccolo, cioè l'atmosfera è poco trasparente, le portate luminose di due fari poco differiscono fra loro quand'anche sieno d'intensità molto differenti: quindi è che in questi casi non vi è interesse ad accrescere oltre un certo limite le intensità luminose medesime.

Inoltre, il confronto delle portate luminose medesime colle geografiche date nella tabella a pag. 355, mostra che per un'atmosfera sufficientemente trasparente, la portata luminosa è di molto superiore alla geografica.

Per portata effettiva quindi dei fari, se ne suole prendere la geografica.

COLORE DEI FUOCHI. — Un'altra circostanza che influisce notevolmente sulla portata luminosa dei fari si è il colore dei fuochi, sia esso prodotto da vetri colorati o provenga dalla composizione della luce.

L'atmosfera assorbe più o meno, secondo i loro diversi colori, i raggi elementari di cui si compone la luce bianca. Il turchino ed il verde sono più assorbiti che non l'arancio ed il rosso, che sono complementari dei primi. Più di tutti è assorbito il turchino (ragione del colore del cielo) e meno il rosso.

L'assorbimento è anche maggiore nelle nebbie, le quali non lasciano passare che i raggi rossi; ed estinguono ad una certa distanza le luci bianche dopo averle ricondotte al rosso, ed a breve distanza le luci verdi dopo averle fatte comparire bianche.

Questo è il motivo pel quale le potentissime luci elettriche cessano in talune circostanze d'essere visibili a brevissima distanza.

Per lo stesso motivo i fuochi rossi, i quali a breve distanza appajono di uguale intensità di altri fuochi bianchi, a grande distanza invece ci guadagnano, e talor anche molto: l'opposto tutt'affatto succede pei fuochi verdi in confronto dei bianchi. Così, operando sopra luci a riverberi parabolici di 60 becchi diversamente colorate, e ricondotte ancora ad avere la stessa intensità a breve distanza mediante cristalli addizionali (con passata al bianco di Spagna per la luce bianca); si osservarono i fatti seguenti:

Con atmosfera trasparente:

ad 800 metri di distanza la luce bianca e la rossa erano sensibilmente ancora ugualmente intense;

a 1400 metri vi era già una differenza sensibile in favore della rossa;

a 3300 metri la rossa la vinceva di molto sulla bianca.

Per tempo di nebbia le luci cessarono di essere visibili:

fra i 1500 e 1600 metri la bianca e la rossa;

a metri 1000 la verde;

a metri 530 la turchina.

A breve distanza il cristallo rosso riduceva l'intensità della luce bianca fra $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$.

SISTEMI D'ILLUMINAZIONE. — Il primo combustibile impiegato nei fari fu la legna forte.

Come si alimentasse il fuoco, come fosse protetto contro i venti forti, non ne pervennero a noi notizie sicure.

Si è visto che al faro di Cordouan vi era la camera pel fuoco, la quale fu poi sostituita da una specie di gabbia in ferro. È probabile che i due sistemi fossero in uso in antico, giacchè delle citate medaglie l'una rappresenta la camera da fuoco con tetto e finestre, l'altra presenta invece il fuoco all'aria libera.

Chechè ne sia, fu già un gran progresso l'aver sostituito il carbone di terra alla legna.

Non si sa positivamente se gli antichi usassero pure delle lucerne ad olio: si è certi però che simili lucerne erano impiegate alla Meloria fin dal 1284, giacchè le cronache danno notizie di un contratto per l'illuminazione di quel faro per cinque anni con 24 staja d'olio all'anno.

Furono pure impiegate candele comuni. Ma i primi grandi progressi nel sistema d'illuminazione dei fari non datano che dalla fine del secolo scorso.

In una rimarchevole memoria in data 26 maggio 1783 l'ingegnere Teulère, per migliorare l'illuminazione del faro di Cordouan, propose di dare ai riverberi la forma parabolica; di mettervi nel foco una lampada a doppia corrente d'aria; di dirigere nello stesso senso diversi riverberi, e d'imprimere all'apparecchio un movimento di rotazione. Era un sistema completo, il quale posava per di più il principio dei fari ad eclissi.

Generalmente però si attribuisce a Borda l'invenzione dei riverberi parabolici; e ad Argand quella delle lampade a doppia corrente d'aria; queste due scoperte rimontano poco presso alla stessa epoca.

FARI LENTICOLARI. — Ma la più grande scoperta nel sistema d'illuminazione dei fari data dall'applicazione delle lenti fatta da Agostino Fresnel nel 1822.

La proprietà di cui godono le lenti convesse di rifrangere poco presso in direzione parallela al loro asse tutti i raggi emanati dal loro foco principale (fig. 458); gli fece concepire l'idea di sostituirle ai riverberi parabolici i quali possiedono una proprietà analoga.

Se non che alcune difficoltà s'opponavano nell'applicare le lenti ai fari, volendone conservare l'ordinaria forma sferica continua; poichè in questo caso per le

grandi dimensioni che era d'uopo assegnare alle lenti, esse sarebbero riuscite di forte spessore, dal che conseguivano i gravi inconvenienti seguenti:

1° Assorbimento considerevole di luce per parte della lente.

2° Aberrazione dei raggi luminosi per effetto della sfericità della lente; inconveniente tanto maggiore quanto più crescono le sue dimensioni.

3° Gran peso degli apparecchi, sicchè sarebbe riuscito difficile di giungere ad una buona disposizione e funzionamento dei medesimi.

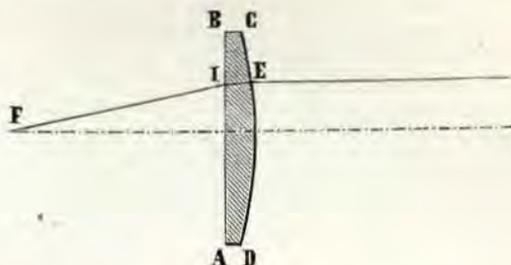


Fig. 458.

Affine di correggere tali difetti, Fresnel immaginò lenti a scaglioni o denti, composte di diversi elementi fusi e lavorati a parte, poscia fra loro solidamente connessi. Il profilo di tali elementi, per la facilità di fabbricazione, fu formato verso l'interno dell'apparecchio da una retta verticale; e dalla parte opposta da convenienti curve, per guisa che il fuoco degli elementi coincidesse col fuoco della fiamma della lampada collocata nell'interno dell'apparecchio.

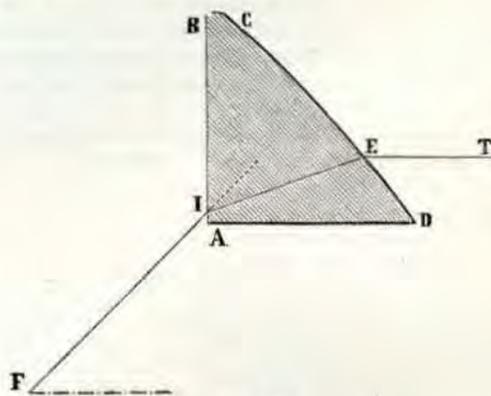


Fig. 459.

Per un elemento qualunque ABCD (fig. 459) il raggio emanato da F ed incidente in I sulla faccia AB, quivi giunto si rifrange nell'interno dell'elemento secondo la direzione IE per rifrangere poi di nuovo in E fuori dell'elemento, secondo la direzione ET.

Così si formarono le lenti del tamburo centrale, le quali agiscono per sola rifrazione, e si denominano perciò *diottriche*.

Siccome però nell'angolo d'incidenza vi ha un limite, oltre il quale invece di rifrangersi nell'interno dell'elemento, il raggio si riflette al di fuori; così mentre il tamburo diottrico non può avere che un'altezza limitata; occorre di provvedere all'utilizzazione dei raggi luminosi che altrimenti sarebbero andati perduti nell'atmosfera superiormente ed inferiormente al tamburo.

Perciò vi si disposero degli specchi *catottrici*, cioè riflettenti semplicemente la luce della fiamma. Se non che il potere riflettore di tali specchi scemando notevolmente coll'alterarsi della loro pulitura, o per non essere tenuti colla più grande nettezza, li fece poco dopo sostituire da anelli di vetro *catadiottrici*, cioè che agiscono per rifrazione combinata colla riflessione.

Il raggio luminoso FI incidente in I sulla faccia AB (fig. 460), quivi si rifrange nell'interno dell'elemento secondo la direzione IK; in K si riflette secondo KE; e finalmente in E si rifrange fuori dell'elemento secondo la direzione ET.

Il lato BC è convenientemente curvo; gli altri due rettilinei secondo la direzione del raggio, incidente l'uno

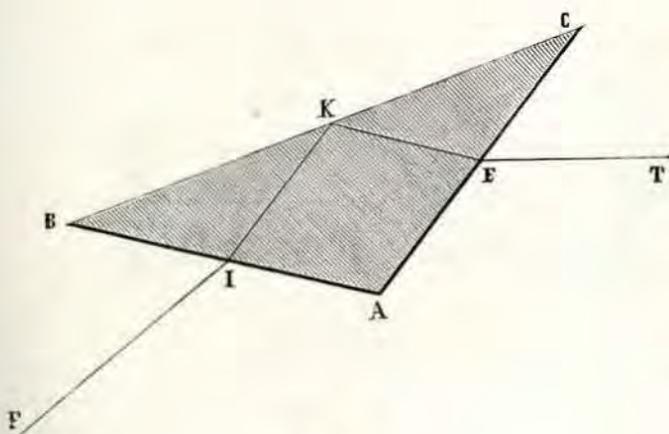


Fig. 460.

e del raggio emergente l'altro. Per tal modo si giunse al profilo attuale del sistema ottico degli apparecchi lenticolari (fig. 461), i quali si compongono così di tre parti distinte; cioè: 1° tamburo diottrico centrale; 2° cupola catadiottrica superiore; 3° falda inferiore catadiottrica: aventi tutte per iscopo di far emergere secondo una data direzione i raggi luminosi i quali emanati dal fuoco vengono a cadere sopra esse.

Queste diverse parti formano nel loro assieme un involuppo continuo della fiamma della lampada situata nel centro dell'apparecchio; involuppo che si estende inferiormente fin contro il cono d'ombra proiettato dal becco della lampada; e lascia superiormente un semplice vano pel passaggio del fumivoro della medesima.

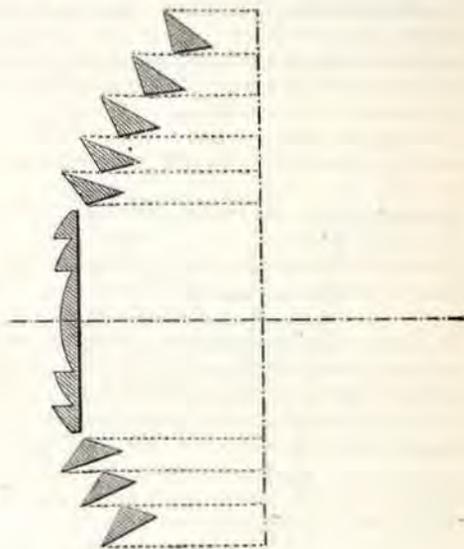


Fig. 461.

CARATTERI DELLE LUCI. — Determinato il profilo delle lenti degli apparecchi per fari, due modi di generazione distinti si presentano per le medesime; imprimendo cioè al profilo generatore un movimento di rotazione: 1° attorno l'asse verticale di simmetria dell'apparecchio; 2° attorno l'asse orizzontale condotto pel foco teorico delle lenti.

Nel primo modo si ottengono le lenti cilindriche per *luce fissa*; nel secondo le annulari per *luce a lampi*, le quali rese girevoli attorno l'asse verticale dell'apparecchio, producono quell'alternarsi di lampi e di eclissi che vengono successivamente a spazzare la superficie del mare e caratterizzano gli apparecchi per fari così detti anche ad eclissi.

Combinando assieme le lenti dei due anzidetti tipi si compongono poi gli apparecchi a *luce fissa variata da lampi*, preceduti e seguiti da brevi eclissi, che costituisce l'altro dei tre caratteri principali della luce dei fari.

Quest'ultimo carattere si ottiene però ancora in un altro modo; cioè coll'aggiunta di lenti piane ad elementi verticali, girevoli attorno ad apparecchio lenticolare a luce fissa. Queste lenti addizionali la cui sezione retta ha un profilo analogo a quello del tamburo diottrico, sono perciò diottriche, ed hanno per effetto di riunire in un fascio, secondo la normale condotta del centro dell'apparecchio sulla loro faccia piana interna, i raggi luminosi sparsi secondo i meridiani dell'appa-

recchio a luce fissa nel settore sotteso dalle lenti addizionali.

Abbastanza rari sono i casi in cui gli scompartimenti catadiottrici della cupola superiore o della falda inferiore siano a lampi; poichè avendosi interesse a che il navigante nell'intervallo delle eclissi non perda più di vista il faro, quando gli è già abbastanza vicino, si riservano appunto per tale luce fissa le parti catadiottriche, la cui luce comparativamente a quella del tamburo è molto più debole.

FABBRICAZIONE. — Gli apparecchi lenticolari del nostro paese provengono generalmente dagli opificii francesi, i quali impiegano in tali lavori il vetro di Saint-Gobain, il cui indice di rifrazione era altra volta di 1.51, ed ora è, secondo le ultime esperienze, di 1.54: cioè il vetro è ora più denso.

Il vetro si cola in modelli le cui dimensioni eccedono di circa $\frac{1}{3}$, quelle definitive degli elementi; e quest'eccedenza è necessaria, sia per produrre delle fondite regolari, come per compensare gli accidenti frequenti che arrivano nella prima applicazione dei fregatori sulla ineguaglianza delle faccie.

I pezzi di vetro fuso, dopo la fondita, sono ricotti lentamente in un forno, la cui temperatura va gradatamente scemando, onde rendere il vetro meno fragile sotto l'azione dei fregatori.

Arrivati così ricotti i pezzi di fondita all'opificio, la prima operazione da farsi si è di levarne le bave agli

spigoli; e poscia, se gli elementi sono composti di più pezzi, si è di tagliarne le estremità per modo che, collocati capo a capo sul tornio, formino un intero anello circolare; lasciando però fra loro un intervallo di due millimetri circa, onde impedire che, sotto l'azione dei fregatori, che riscaldano i pezzi, questi, allungandosi, vengano a premere troppo fortemente gli uni contro gli altri, ed a determinare la fratturazione, o quanto meno lo scagliamento delle loro estremità, o lo spostamento dell'elemento sul tornio.

La regolarizzazione e lo spianamento delle estremità dei pezzi si fa a mano, sopra un disco piano circolare che gira rapidamente; epperò funziona come un tornio d'usura mediante le polveri, di cui sarà tenuto più sotto parola.

I pezzi formanti l'elemento sono poscia portati ad una temperatura di circa 120 gradi in un forno scaldato a vapore; dopo del che si dispongono sovra un piano

ben orizzontale nella posizione precisa che devono occupare sul tornio; e si riempie lo spazio fra esso piano ed il pezzo mediante mastice impiegato allo stato quasi d'ebollizione, ben mescolato e composto di 8 parti di pece di Svezia ed 1 di cenere di legna.

Così preparati, i pezzi di vetro si adagiano sulla tavola del tornio preventivamente riscaldata, per quanto possibile in modo uniforme, mediante scaldarini, fino ad una temperatura che è giudicata conveniente dall'ebollizione di gocce d'acqua lasciate cadere sovr'essa. Per effetto del riscaldamento della tavola del tornio, si molifica la superficie del mastice attaccato al pezzo dell'elemento, il quale vi rimane così aderente e fissato.

La tavola del tornio è un cerchio, ossia corona circolare in ferro, solidamente fissato alla piattaforma del medesimo in guisa che riesca ben orizzontale, poichè altrimenti le successive operazioni di pulitura fallirebbero (fig. 462 e 463).

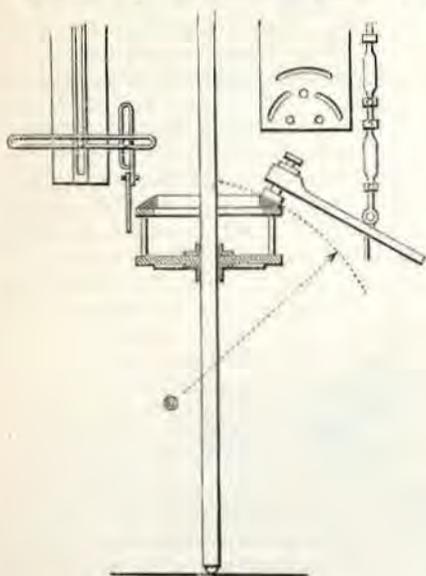


Fig. 462.

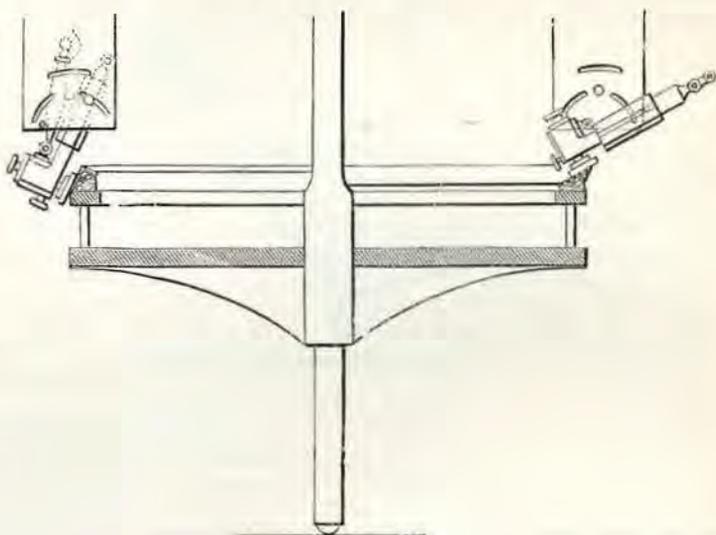


Fig. 463.

Acciocchè i pezzi, per la rapida rotazione del tornio, non si distacchino da esso, devono essere accuratamente incollati sulla tavola, e disposti colla debita inclinazione ed esattamente in circolo concentrico colla tavola medesima per rispetto all'asse di rotazione del tornio, in guisa che il loro peso sia ripartito per quanto si può uniformemente all'ingiro ed in equilibrio.

Pel libero movimento poi di va e vieni dei fregatori è necessario ancora che lo spigolo della faccia dell'elemento che si pulisce sporga alquanto su quello della tavola.

L'intervallo fra i pezzi di vetro, disposti così sul tornio, sono riempiti di plastica statuaria.

Segue l'operazione del taglio e della pulitura delle facce dell'elemento sul tornio, il quale ha un rapido movimento di rotazione.

S'incomincia perciò mediante fregatori fissi di m. 0.15 di larghezza per m. 0.20 di lunghezza, disposti come nelle figure, a togliere le parti scabre dei pezzi coll'impiego di sabbia silicea, o di polvere proveniente dalla segatura delle pietre, la quale logora meno gli utensili.

Questi fregatori sono almeno in numero di due, ad intervalli uguali fra loro, onde, sotto la loro pressione, l'elemento in lavorazione stia in equilibrio; e sono alter-

nati da rotondatori in lamiera di ferro (fig. 463), così disposti da premere ed usare gli spigoli delle facce sotto lavorazione, onde impedire che, riescendo troppo vivi gli spigoli medesimi, non sieno soggetti a scagliarsi sotto l'azione dei fregatori.

Tanto i fregatori fissi come i rotondatori sono assicurati a piastre in ferro verticali, munite d'intagli, e disposte in modo da permettere ad essi la conveniente posizione ed inclinazione qualunque abbia da essere.

All'azione dei fregatori fissi succede quella dei mobili con movimento alternato, ossia di va e vieni, determinato, mediante piccole teste di cavallo e bielle, dal movimento stesso di rotazione del tornio: i fregatori mobili agiscono, secondo le linee rette o curve preventivamente stabilite per l'elemento, in direzione normale al movimento di rotazione del tornio che porta l'elemento. Coi fregatori mobili si tolgono le righe lasciate in direzione circolare dai fregatori fissi sulla faccia dell'elemento in lavorazione. Il taglio della faccia, dopo l'impiego della sabbia, dovrebbe quindi essere pressochè perfetto.

Viene in seguito l'arrotatura dell'elemento mediante lo smeriglio. Perciò si lava accuratamente l'elemento ed il tornio onde non vi rimanga più alcun granello di sabbia, che potrebbe poi rigare l'elemento e renderne

la lavorazione pressochè interminabile o quanto meno difettosa.

Si verifica di nuovo l'inclinazione e la curvatura, secondo cui si ha da tagliare la faccia dell'elemento; e quindi s'impiegano successivamente cinque qualità di smeriglio ognor più fino; di cui il primo, cioè del N. 1, è ricavato dietro una sospensione di 1 minuto nell'acqua; e l'ultimo, cioè il dolce, lo è ricavato dopo una sospensione per 10 minuti. Lo smeriglio è sparso mediante spazzole e dev'essere sempre in quantità sufficiente da impedire il contatto diretto del fregatore, che è in ghisa, col vetro, onde evitare le rotture e le righe nell'elemento.

La pratica solamente ed un occhio abituato ad una lunga esperienza può decidere sul momento opportuno di cangiare la qualità dello smeriglio, e sulla pressione dei fregatori; le quali, fatte fuori proposito, possono rendere lunghissima l'operazione del taglio.

A ciascun cangiamento di smeriglio si verificano l'inclinazione e la curvatura della faccia: lo smeriglio successivo ha per iscopo di correggere i difetti lasciati dal precedente, e rende sempre più fina la grana della superficie del vetro; ed acciocchè ogni cambiamento di smeriglio abbia il suo pieno effetto, si richiede che ad ogni volta sieno accuratissimamente lavati l'elemento ed il tornio, come pel passaggio della sabbia allo smeriglio.

Infine viene la pulitura al panno. A questo punto la forma della faccia dell'elemento dev'essere esatta; poichè tale pulitura, così detta ottica, ha per solo scopo di renderle il lucido.

I fregatori in questo caso non hanno più che 50 millimetri di larghezza; e sono ricoperti da un pezzo di panno in lana molto flessibile, e convenientemente scelto, il quale si distende e si attacca sulla faccia del fregatore fissandovelo per le sue estremità con due lastrette in ferro serrate a vite.

Il panno dev'essere anch'esso accuratissimamente lavato, poichè qualche granello di polvere solamente può determinare delle righe sull'elemento. Ciò spiega la somma importanza che si deve dare ai successivi lavamenti.

L'operazione del lucido al panno deve farsi da principio adagio e di mano in mano che si riscalda il vetro accelerare l'operazione.

Allestita la lavorazione dell'elemento nella sua prima posizione sul tornio, lo si distacca dalla tavola mediante un semplice colpo di mazzuola in legno sul suo interno; lo si capovolge e si fissa nuovamente collo stesso metodo di sopra esposto sopra un'altra tavola di tornio di conveniente grandezza, per la lavorazione delle altre faccie.

Compiuta la lavorazione dell'elemento, si leva dal tornio e si pulisce dal mastice coll'ajuto dell'essenza di terebentina; quindi, se ciascun pezzo dell'elemento è troppo lungo, lo si taglia mediante una sega circolare in rame col mezzo dello smeriglio.

Le faccie piane degli elementi sono eseguite a mano, prendendoli contro una tavola in forma di disco, piana, unita, orizzontale, e con un rapido movimento di rotazione, e facendoli muovere continuamente in posizione eccentrica ad essa.

Quanto alle faccie curve, esse si tagliano mediante fregatori animati da movimento alternato rettilineo, se si tratta di faccie cilindriche semplicemente; ed invece da movimento alternato curvilineo negli altri casi.

Per la facilità d'esecuzione di queste ultime, alle curve teoriche dei profili degli elementi, si sono sostituiti

tutti degli archi di circolo, di cui si calcolarono il raggio e le coordinate del centro.

Con questi dati si fissa la posizione del centro di rotazione dei fregatori e la loro distanza da esso centro; acciocchè nel loro movimento i fregatori descrivano la curva, secondo cui l'elemento dev'essere tagliato (fig. 462).

Siffatti raggi di curvatura sono talvolta molto grandi, come avviene per le parti catadiottriche degli apparecchi di primo ordine, dove raggiungono metri 9.036. In tal caso, invece di attaccare i fregatori all'estremità di travi armate come si usava una volta, si fa scorrere il gambo dei fregatori entro guide in acciaio fuso incurvate e disposte secondo le convenienti curve (fig. 463).

La guida entro cui si fa scorrere il gambo dei fregatori è rettilinea nel caso delle faccie cilindriche sovradette.

In modo analogo si taglia la faccia curva degli elementi a generatrice verticale per gli apparecchi a luce fissa variata da lampi; solamente che in questo caso, l'elemento, invece di essere fissato sovra un tornio, lo si fissa sovra una tavola, la quale riceve un movimento rettilineo alternato.

Gli elementi centrali del tamburo diottrico richiedono delle disposizioni speciali.

Negli apparecchi a luce fissa essi presentano la forma di anelli. Perciò la tavola del tornio, su cui si applica l'elemento, invece di essere piana, in questo caso è cilindrica, è di altezza alquanto minore dell'elemento.

Negli apparecchi a lampi invece gli elementi in questione hanno la forma di vere lenti convesse (fig. 458). Perciò se ne taglia la faccia curva mediante una calotta sferica in ferro fuso di conveniente curvatura, la quale, con un movimento di rotazione eccentrico rispetto all'asse verticale del tornio, da cui riceve il movimento, frega sotto una conveniente pressione contro la faccia curva dell'elemento.

L'ordine d'esecuzione delle faccie degli elementi ha una grand'influenza sulla loro buona riuscita.

Trattandosi di elementi di tamburo diottrico si ha sempre ad incominciare per la lavorazione delle faccie piane AB, AD (fig. 459), sulle quali poggiando poi gli elementi nelle operazioni successive del taglio, l'inclinazione delle faccie a profilo curvo riesce più precisa.

Nell'elemento centrale per apparecchi a luce fissa, si taglia dapprima la faccia interna cilindrica, e poscia l'esterna anulare convessa.

Per gli elementi catadiottrici poi, sia della cupola superiore che della falda inferiore, i quali presentano nessun piano, si devono lasciar per ultimo le faccie di riflessione BC (fig. 460) a profilo curvo, lavorando prima quelle di rifrazione AB, AC a profilo rettilineo.

I diversi elementi componenti le lenti sono poi fra loro connessi con mastice semiliquido composto di 12 parti di biacca, 1 di minio e 5 d'olio di lino cotto.

Le faccie minori di connessione BC degli elementi si lavorano semplicemente ai rotondatori, cioè senza levigarle, per una migliore aderenza del mastice.

Il mastice per riempire i vani e fissare gli elementi nei telai è invece composto di 12 parti di biacca, 3 di creta, 1 di minio e 4 d'olio di lino cotto per dargli più corpo e prevenire le screpolature.

VERIFICAZIONE. — Così fabbricati gli elementi di un apparecchio lenticolare, si tratta di verificare se sieno convenientemente eseguiti.

Gli elementi debbono essere costrutti dietro il principio che i raggi emanati del foco emergano in una data direzione.

Perciò la verifica degli elementi può farsi:

- 1° Coll'osservazione diretta della posizione del foco;
- 2° Coll'osservazione del cammino dei raggi emanati dal punto in cui dovrebbe trovarsi il foco.

E siccome la posizione del foco dipende dalla forma dell'elemento, la quale a sua volta dipende dall'inclinazione e curvatura delle faccie; così la verifica può anche farsi:

3° Riconoscendo l'inclinazione dai lati retti del profilo generatore, e la lunghezza del raggio e la posizione del centro di curvatura dei lati curvi per rapporto dell'elemento;

4° Riconoscendo l'inclinazione dei lati retti e curvi del profilo generatore e la convessità di questi ultimi.

La verifica poi può aver luogo:

- 1° Sul tornio;
- 2° Dopo aver levato l'elemento dal tornio;
- 3° Sull'apparecchio montato all'opificio;
- 4° Sull'apparecchio installato al faro.

La verifica sul tornio si opera mediante sagome esattamente tagliate secondo i profili che devono avere gli elementi, e facendo uso del livello a bolla d'aria.

Si viene così a verificare l'inclinazione e la curvatura delle faccie; e qualora sieno viziose si ritocca acconciamente la posizione dei fregatori.

Perciò sul tornio s'impiegano il 3° ed il 4° metodo di verifica.

Però tali metodi sono molto imperfetti, perchè delle differenze piccolissime nella forma degli elementi ne possono dare delle grandissime negli effetti dell'apparecchio: epperò siffatti metodi non possono servire che di guida nella fabbricazione.

La verifica dell'elemento levato dal tornio consiste nell'osservare la posizione del suo foco reale per scoprire se coincide col teorico.

Perciò per gli elementi del tamburo diottrico, ad una certa distanza dall'elemento si dispone una fiammella, e si osserva il punto in cui si raccoglie la maggior luce fra il giallo e l'aranciato: questo è il foco conjugato della fiammella, e mediante la relazione

$$\frac{1}{m} + \frac{1}{n} = \frac{1}{f}$$

si desumerà la posizione del foco principale reale, essendo:

m , n ed f rispettivamente le distanze della fiammella, del suo foco conjugato, e del foco principale a partire dall'elemento. La posizione del foco reale fa tosto apprezzare il grado di riuscita dell'elemento e serve di norma al costruttore nel comporre le lenti e gli apparecchi per guida da correggere talvolta fino ad un certo segno i difetti di costruzione degli elementi mediante un acconcio loro accoppiamento, posizione ed inclinazione.

A proposito dell'inclinazione è rimarchevole la circostanza che l'angolo di deviazione dei raggi da una parte all'altra degli elementi diottrici ha un massimo.

Talvolta si usa pure di mettere la pupilla dell'occhio nel foco conjugato della fiammella, ed osservare se l'elemento comparisce tutto dello stesso colore, nel qual caso tutti i suoi latercoli hanno lo stesso foco. In caso diverso, cioè quando l'elemento comparisce dei diversi colori dello spettro, i diversi latercoli dell'elemento avranno una distanza focale ognor maggiore il cui colore dal rosso, che è il meno rifrangibile, va verso il violetto che lo è di più.

Osservando di tal guisa un elemento, può avvenire che la zona corrispondente allo stesso latercolo dell'elemento generatore non sia dello stesso colore su tutta la sua estensione: ciò spiega quanto l'operazione del taglio degli elementi sia delicata, e quante cause influiscano sulla

buona riuscita del lavoro, tra cui non ultima deve annoverarsi l'omogeneità del vetro.

La verifica dell'apparecchio montato all'opificio si fa per tutti gli elementi indistintamente, disponendo ad una certa distanza da esso un regolo verticale su cui si segnano per ciascun elemento il punto pel quale devono passare i raggi emanati dal foco dell'apparecchio.

Disponendo allora un oggetto (pallottola rossa) nel foco dell'apparecchio si osserva dal regolo se l'immagine di quell'oggetto passa all'altezza dovuta.

Oppure inversamente si fa scorrere lungo il regolo una fiammella e si osserva se la maggior luce avuta da ciascun elemento cada nel foco dell'apparecchio.

A questo riguardo è da notarsi che i raggi non devono emergere orizzontalmente; ma sibbene dirigersi all'orizzonte del mare.

Data quindi l'altezza del faro sul livello del mare, si deduce quale debba essere l'inclinazione β dei raggi emergenti dall'apparecchio.

Per ottenere tale inclinazione pel tamburo diottrico basta portare il foco dell'apparecchio sull'asse secondario che fa l'angolo β coll'asse principale: ossia basta rialzare il foco della quantità

$$f \tan \beta.$$

Quanto agli elementi catadiottrici basta dar loro una leggiera ed acconcia inclinazione all'orizzonte; ma allora è da notarsi che si produrrà una certa dispersione dei raggi perchè coll'inclinazione data all'elemento i fochi dei diversi suoi elementi prendono una posizione diversa.

Un'altra causa di dispersione dei raggi è dovuta alla circostanza che la fiamma d'illuminazione dell'apparecchio non è un punto ma occupa un certo volume, sicchè tutti i suoi punti non possono cadere nel foco.

Però siffatta divergenza è giovevole alla navigazione anzichè nociva, perchè produce un fascio luminoso d'una certa ampiezza la quale rischiarerà un certo spazio e non più, per dir così, un punto solo.

Onde assicurarsi che la dispersione nei raggi luminosi prodotta dall'imperfezione degli elementi non ecceda giusti limiti si ricorre alle esperienze fotometriche.

L'intensità della luce rinviata dalle lenti deve trovarsi entro certi limiti desunti dall'esperienza fatta sopra lenti riconosciute soddisfacenti in pratica.

La tabella a pag. 355 fa conoscere tali intensità limiti, secondo il genere delle lenti e l'ordine degli apparecchi cui appartengono.

Quando l'apparecchio è installato al faro la sua verifica consiste nell'osservare il foco, cioè la posizione dell'immagine dell'orizzonte del mare. In allora se il tamburo diottrico presenta a tale riguardo dei difetti si può acconciamente variare la posizione della lampada per guida da portare l'immagine dell'orizzonte del mare nel centro della fiamma, giacchè tanto il tamburo come i suoi elementi sono fissi.

Rettificata la posizione della lampada per rapporto al tamburo, si possono acconciamente inclinare gli elementi catadiottrici per guida da far passare l'immagine dell'orizzonte del mare pel centro della fiamma, analogamente a quanto si è accennato per la verifica dell'apparecchio montato all'opificio.

LAMPADA. — Le lenti a scaglioni erano un'importantissima innovazione introdotta nei fari; ma il loro effetto non sarebbe stato intero se non si trovava pure il mezzo di avere delle sorgenti luminose più potenti. Perciò si fecero le lampade a più stoppini concentrici; il numero ed il diametro dei quali varia secondo l'ordine degli apparecchi. La tabella alla pagina seguente li riassume.

Acciocchè il becco della lampada non si riscaldi soverchiamente sotto l'ardore della fiamma, vi si fa arrivare quattro volte tanto d'olio circa quanto è il consumo della lampada.

L'afflusso dell'olio al becco si ottiene mediante piccole pompe mosse da un contrappeso; oppure mediante uno stantuffo il quale col proprio peso preme sull'olio contenuto nel corpo della lampada; o finalmente mediante serbatoi congegnati per guisa da tenere l'olio ad un livello costante.

In ogni caso il livello dell'olio si tien sottoposto di 5 millimetri al coronamento del becco.

Tali sono le disposizioni praticate nelle lampade ad olio vegetale, di oliva cioè o di colza.

In questi ultimi tempi s'introdusse nell'illuminazione dei fari l'uso dell'olio minerale.

La gran facilità con cui l'olio minerale si volatilizza, mentre è causa della maggior luce che produce, fu pure la causa dei ritardi che subì la sua applicazione ai fari: la grand'abbondanza dei gaz infiammabili che sviluppa col calore, genera il pericolo d'esplosioni, le cui conseguenze sono gravissime in un faro.

La difficoltà fu vinta col becco Doty, dal nome del suo autore, ex capitano di marina degli Stati Uniti d'America. La parte caratteristica del becco Doty è la corrente d'aria prodotta esternamente alla fiamma.

La distanza dal livello dell'olio al coronamento del becco è in questo caso di 4 centimetri; ed è provvisto ad una più efficace aereazione della fiamma.

Con tali mezzi, mentre si fornisce alla combustione una sufficiente quantità di ossigeno atmosferico, si mantiene poi lo stoppino ad una temperatura moderata, benchè la fiamma vi possieda una quantità di calore ben superiore a quello ad olio vegetale.

L'incandescenza non si propaga mai fino allo stoppino.

L'olio minerale affluisce ancora al becco in quantità maggiore del consumo, ma di poco; ed il sovrappiù invece di andare a rinfrescare il becco e ad alimentare maggiormente la fiamma, come nelle lampade ad olio vegetale, discende di nuovo nel recipiente senza riscaldarsi, mediante un tubo il quale agisce da sfioratore.

La pratica ha ora sanzionato l'impiego dell'olio minerale nell'illuminazione dei fari, il quale ha il vantaggio di dare una luce maggiore con una spesa minore.

INDICAZIONE DEGLI OGGETTI	ORDINE DEI FARI				
	1°	2°	3°	4°	5°
OTTICA.					
Diametro interno del tamburo metri	1.84	1.40	1.00	0.50	0.39
Altezza totale dell'ottica »	2.590	2.069	1.576	0.722	0.433
Numero degli elementi	43.0	35.0	28.0	13.0	13.0
ILLUMINAZIONE AD OLIO VEGETALE.					
<i>Lampade.</i>					
Numero degli stoppini	4.0	3.0	2.0	2.0	1.0
Diametro massimo centim.	8.5	6.9	3.9	3.2	2.1
Consumo d'olio all'ora grammi	760.00	500.0	175.0	110.0	50.0
<i>Fiamma.</i>					
Altezza media a partire dal becco . . . centim.	10.0	8.0	7.0	6.5	3.7
Intensità luminosa becchi	23.0	15.0	5.0	3.0	1.3
<i>Intensità pratica degli apparecchi.</i>					
Luce fissa becchi	630.0	335.0	90.0	30.0	9.0
Luce a lampi (1) »	7790.0	3810.0	1266.0	345.0	
ILLUMINAZIONE AD OLIO MINERALE.					
<i>Lampade.</i>					
Numero degli stoppini	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0
Diametro massimo centim.	11.0	9.0	7.0	5.0	3.0
Consumo d'olio all'ora grammi	1000.0	645.0	370.0	175.0	55.0
<i>Fiamma.</i>					
Altezza media a partire dal becco . . . centim.	9.1	8.2	7.2	6.1	4.7
Intensità luminosa becchi	36.0	24.0	14.3	6.9	2.2
<i>Intensità pratica degli apparecchi.</i>					
Luce fissa becchi	878.0	479.0	224.0	59.0	14.0
Luce a lampi (1) »	9255.0	4700.0	2017.0	478.0	109.0
ALTEZZA E PORTATA ORDINARIE DEI FARI.					
Altezza del faro sul mare, <i>A</i> metri	70.0	45.0	25.0	15.0	10.0
Altezza dell'osservatore sul mare, <i>a</i> . . . »	15.0	12.0	9.0	6.0	3.0
Portata geografica, <i>y</i> chilom.	47.65	39.59	31.14	24.61	19.05

(1) Le lenti hanno l'ampiezza di 1/8 pel primi tre ordini, e di 1/6 per gli altri.

Stante però le condizioni speciali in cui viene usato, l'olio minerale per i fari dev'essere ben depurato dalle sostanze più leggieri, le quali sono anche le più volatili: l'esperienza ha mostrato che l'olio minerale soddisfa allo scopo quando ha una densità compresa tra 0.810 e 0.820 alla temperatura di 15°; e che non emette vapori infiammabili a temperature inferiori a 60°.

La tabella che precede espone le intensità luminose delle lampade e di alcune specie di fari nei due casi dell'illuminazione ad olio vegetale e minerale.

Le intensità luminose dei fari son quelle su cui si può contare in pratica, e risultano dalle intensità dei rispettivi apparecchi lenticolari diminuite di un quinto, per tener conto sia dell'assorbimento prodotto dai cristalli della lanterna, come dalle imperfezioni di costruzione delle lenti e dalla loro perdita di trasparenza.

In questi ultimi tempi si è inoltre applicato la luce elettrica all'illuminazione dei fari.

Gli apparecchi lenticolari adoprati in simili casi son generalmente a fuoco fisso ed il loro diametro interno varia generalmente fra 30 e 75 centimetri.

L'intensità ordinaria delle fiamme a luce elettrica è di 200 becchi Carcel: quella dei relativi apparecchi varia da 5600 a 16200 becchi secondo la loro grandezza.

La portata luminosa però dei fari a luce elettrica non è in ragion di queste grandi intensità, perchè nella luce elettrica abbondano i raggi elementari di color turchino i quali sono più facilmente assorbiti dall'atmosfera, come già si vide.

LANTERNE. — Una circostanza che ha molta influenza sullo splendore dei fari, è la ventilazione delle lanterne: sia per sovvenire largamente al consumo d'aria delle lampade, come per diminuire le precipitazioni acquose che si producono sulla faccia interna dei cristalli delle lanterne, ed hanno per conseguenza di ridurre più o meno lo splendore dei fari.

Qualche volta le lanterne sono munite all'esterno di robuste grate di ferro per difendere i cristalli dai colpi degli uccelli marini, i quali non di rado vengono ad investirle.

P. CORNAGLIA.

Costruzione dei fari. — Intorno alla costruzione dei fari, specie di quelli aventi notevole altezza, sarebbe ben difficile il dare norme generali e soprattutto precise. Infatti le condizioni di queste opere d'arte, considerate singolarmente, sono tanto diverse che a riguardo della loro costruzione, pressochè nulla può essere generalizzato.

La prima condizione da soddisfare per avere un faro solido e duraturo, si è quella di possedere un suolo incompressibile ed inamovibile in modo quasi assoluto, perciò determinata la seccagna, il promontorio od altro dove l'opera deve ergersi, dovrà su questa essere scelto con ogni cura il punto meglio dotato rispetto alle accennate condizioni, e quando non lo sia sufficientemente o non lo si reputi tale, inrobustirlo con palizzate di cinta in legno, o rilegarlo in ferro, od anche collegare fra loro i vari elementi con opportune gittate o colate di calcestruzzi. Espedienti tutti che mirano principalmente a rendere solido, inamovibile il suolo, almeno fino a che l'opera finita lo abbia reso tale in modo completo, per effetto specialmente del proprio peso. Inoltre, in questi casi, si allarga notevolmente la base del faro per distribuire il carico sopra una grande superficie.

Nello scegliere il punto della seccagna od altro su cui devesi ergere il faro, dovrà pure badarsi a che sia quanto più si può accessibile, che rimanga tale pel maggior numero possibile di giorni dell'anno, che sia in pros-

simità d'un punto nel quale si trovi o possa facilmente costruirsi un cantiere per preparazione e deposito dei materiali, ecc.

Determinata la posizione di questo punto vi si fisseranno travi, gavittelli, anelli d'ormeggio pel naviglio che inserva alla costruzione ed al movimento degli operai, ecc.

Dopo di che si procederà alla costruzione del faro, avendo cura di proporzionarne le dimensioni in modo che esso possa convenientemente resistere alla spinta dei più forti venti, quando è fuori dell'azione delle acque, ed al violentissimo urto delle onde quando appartiene alla specie in parte sommergibile o per effetto di marea o per fortuali. — A questo proposito non si hanno nè dati pratici, nè elementi teorici, che possano guidare nella determinazione delle proporzioni del faro in confronto della sua altezza. Si determinano generalmente prendendo a modello fari già costruiti e che ebbero buona riuscita a riguardo della loro resistenza. — Questa parte del quesito apparirà importante quando si ricordi che in taluni fari, di oltre 40 metri d'altezza, costruiti in muratura, il solo effetto del vento li fa oscillare in modo così sentito da produrre, dicesi, lo spandimento dell'olio dai vasi in cui è contenuto.

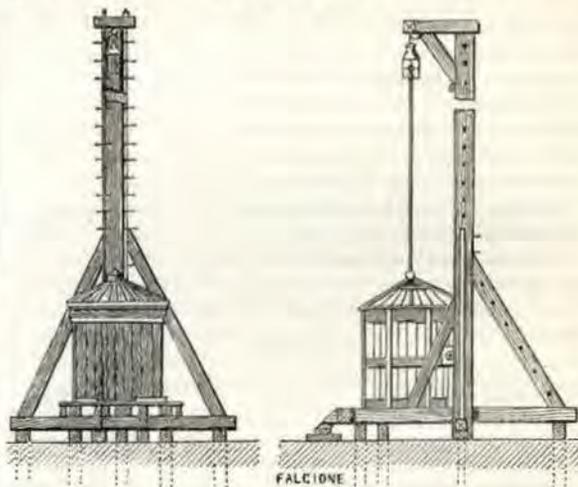


Fig. 464.

Per ciò che riflette gli alloggi che si devono procurare nel faro ai custodi e altri agenti, si dovranno esporre colle aperture opposte alla direzione del vento predominante sulla località, aerearli per quanto è possibile, renderli asciutti con rivestimenti idrofughi, con paratie di legno, di mattoni e di cemento, con rivestimenti del faro. Si dovrà far sì che tali alloggi siano ampii quanto è possibile, ecc. ecc.

I fari possono essere di due specie diverse, e cioè fissi e galleggianti; in quanto riguarda la loro costruzione possono essere di quattro categorie diverse, e cioè: 1° in legname; 2° in ferro; 3° compositi, ossia misti di legname e ferro; 4° in muratura.

FARI IN LEGNAME. — Sono ormai costruiti in legname soltanto i piccoli fari destinati a dirigere il marino nell'imboccare i porti o nell'uscire da questi, e sono allora o semplici lanterne sospese a colonne od a gru, oppure esser fari propriamente detti di piccola importanza.

Così nella figura 464 è rappresentata in prospettiva ed in sezione una sospensione per lanterna da imbocco di porto, tutta costruita in legno. Essa consta d'un imbastimento di travi, collocate a reticolato sopra il molo o banchina del porto, alla quale son fissati mercè di pali

piantativi verticalmente, o con arpioni incastrati in pietra e saldati a piombo o zolfo.

In questo reticolato prende piede una capra di sostegno della colonna di sospensione costituente, mercè di pinoli, una grossolana scaletta; e sullo stesso poggia il casello o garetta del custode. Una puleggia, od un paranchetto fissato ad un braccio orizzontale in testa della colonna, serve mercè d'una fune ed apposito arganello ad alzare di notte la lanterna, e ad abbassarla fin nel casello, di giorno, per le ripuliture necessarie e l'accensione. Una corda tesa fra il fondo della lanterna ed il casello, permette di impedire le oscillazioni dell'apparecchio illuminante.

È questo un faro di pochissima importanza, d'un effetto limitatissimo e localizzato; che difficilmente sarà costruito in avvenire perchè facilmente deperibile. La sola economia nella spesa di costruzione potrebbe solo in qualche rarissimo caso consigliarne l'adozione.

Quando si abbia mestieri d'un faro per bocca di porto, che sia più elevato coll'asse luminoso sul mare del precedente, o che debba traslocarsi a epoche vicine, come su banchi in formazione ecc., può qualche volta adoperarsi quello disegnato nella figura 465, che è del tipo detto a *intelajature (treillage)*. Esso è costituito da un tronco di piramide, a base quadrata, esagona od anche ottagonale, alla cui parte superiore vien collocato l'apparecchio di illuminazione.

L'imbasamento di questi fari può essere fatto immediatamente sul molo, seccagna, ecc., oppure sopra palafitte. Si hanno tanti robusti travi quanti sono gli spigoli del tronco di piramide; gli stessi sono collegati in senso orizzontale da traverse, determinate di posizione da altrettanti piani secanti, perpendicolari all'asse del faro ed equidistanti, oppure meglio, più discosti l'un dall'altro a misura che si avvicinano alla base superiore. Spigoli e traverse sono collegati da altri travi orizzontali o da tiranti, ed il tutto è collegato viemeglio da diagonali formanti rete continua od all'interno od alle facce della costruzione, secondo l'asse della quale sale una scaletta a ritorno comune a pianerottoli od anche, preferibilmente, a chiocciola. Tutte queste varie parti sono unite da staffe di ferro con viti e dadi per renderle sufficientemente robuste e nello stesso tempo facilitarne la messa in opera o la smontatura.

Anche per questi fari può ripetersi quanto si è detto a proposito dei precedenti. Deperiscono prontamente, in modo particolare nei contatti del metallo col legno, sono facilmente incendiabili, e s'hanno esempi di distruzione pel fuoco dei medesimi, servono solo per opere provvisorie, mobili, ecc.

FARI IN FERRO. — Il ferro è materiale che si presta notevolmente meglio del legname alla costruzione dei fari, però esso ha ancora inconvenienti abbastanza notevoli. — Anzitutto esige una manutenzione attenta, continua e dispendiosa; poi offre al personale alloggi malsani per la facilità colla quale segue le variazioni di temperatura ed igrometriche dell'aria; quantunque abbia una durata tanto lunga in proporzione della buona costruzione e dell'accurata manutenzione, pure in confronto della pietra deperisce assai più rapidamente, ecc.

Ad ogni modo, o per comodi speciali di costruzione ed impianto nel caso di piccoli fari, o per necessità locali di fondazione in terreni mobili, o per la ubicazione del faro in punti malamente accessibili o sprovvisti di materiali, ecc., accade talvolta di dover preferire fari di ferro a quelli di pietra, come accadde per quello di *Roche*, di cui diamo qui appresso il disegno.

Si costruiscono in ferro fari di qualunque portata,

questo materiale prestandosi alle più piccole come alle più grandi opere.

Così nella figura 466 si ha rappresentata una colonna di sospensione in ferro per lumi da bocca di porto, in

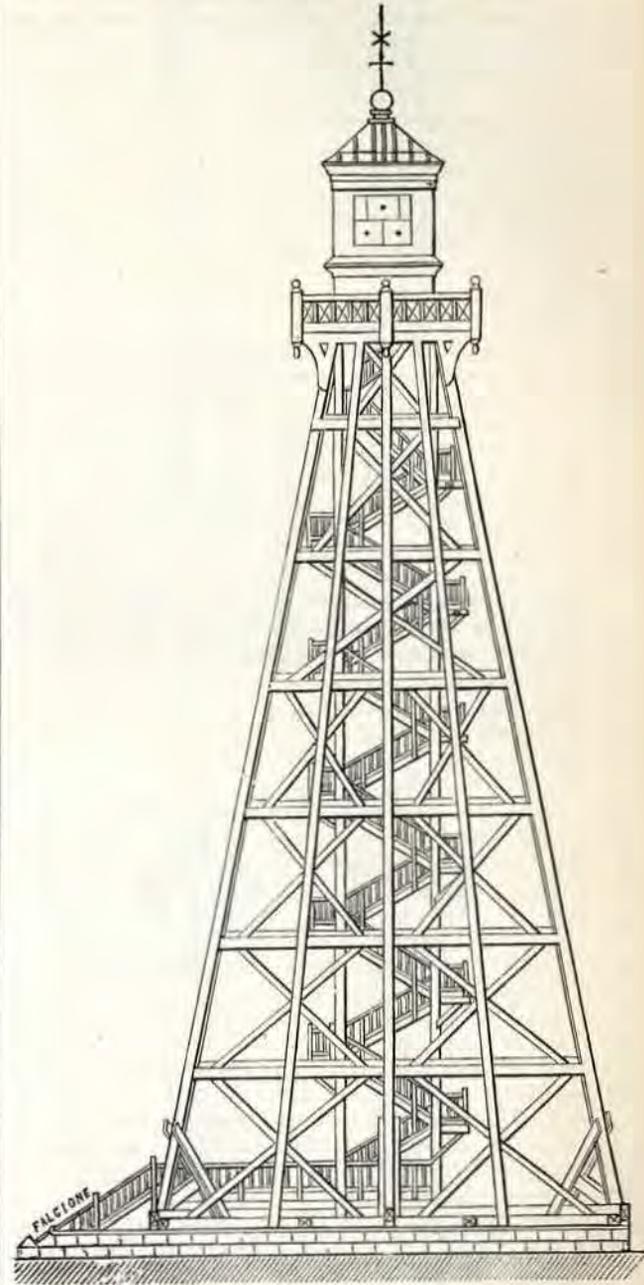


Fig. 465.

tutto simile a quella della figura 465. — Un piccolo casello unito a questa colonna contiene il necessario per l'accensione della lanterna ed il suo innalzamento. È preferibile all'analogha sospensione in legno, tanto per economia di costo quanto per facilità d'impianto e di manutenzione, nonché per durata pressochè indefinita.

Queste sospensioni sono però più particolarmente destinate a segnare i limiti di lavori in esecuzione, come gittate, moli, ecc., per indicare la posizione durante i lavori, gli ingressi nei canali, i loro gomiti, ecc.

Quando invece il faro è destinato a indicare le estremità di moli definitivamente costruiti, e che cioè hanno posizione fissa e stabile, si preferiscono le disposizioni

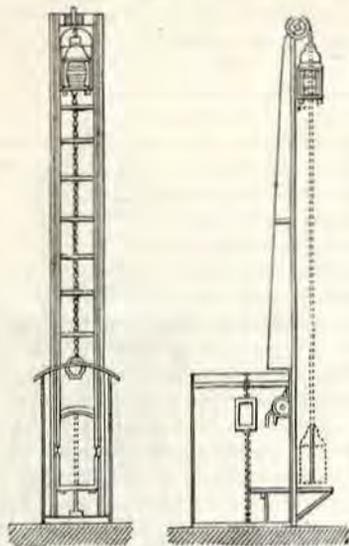


Fig. 466.

simili a quella della figura 467, nella quale si ha una torretta in ferro a base esagona od ottagonale con un terrazzino alla parte superiore intorno alla cupola del

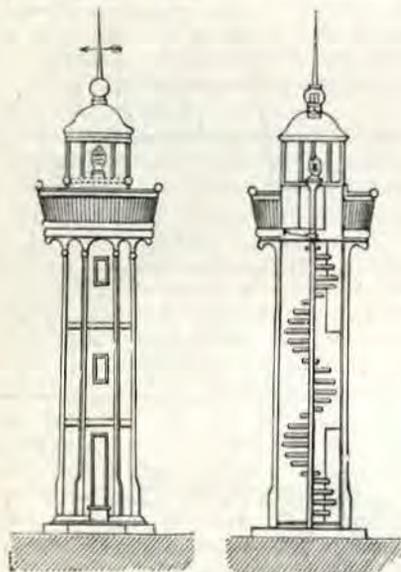


Fig. 467.

lume. In questa torretta gli spigoli sono generalmente costituiti da ferri a T semplice o doppio, oppure da ferri d'angolo di grandezza proporzionata all'altezza del faro; le fasce del prisma esagono od ottagonone sono composte di lamiera di ferro cucita (o impernata che dir si voglia) ai detti ferri. Una scala a chiocciola permette di salire lungo il faro per accedere all'apparecchio illuminante: la porta ed alcuni finestrini, l'apparecchio illuminante ed un parafulmine completano il faro stesso che è posato sul suolo del molo e fissato a questo con robuste chivarde incastrate nella pietra e saldate con piombo o con zolfo.

I grandi fari in ferro poi, possono essere di tre specie diverse, adottabili a seconda delle necessità particolari cui devono soddisfare nella costruzione, uso, ecc. Il primo fra i detti tipi è quello dei fari fondati sopra pali a vite, rappresentato nella fig. 468. Il primo concetto di queste opere è dovuto al signor Alessandro Mitchell, che ebbe nel 1833 il brevetto. Allo stesso appartengono i fari della Meloria, di Vado e di Montecristo.

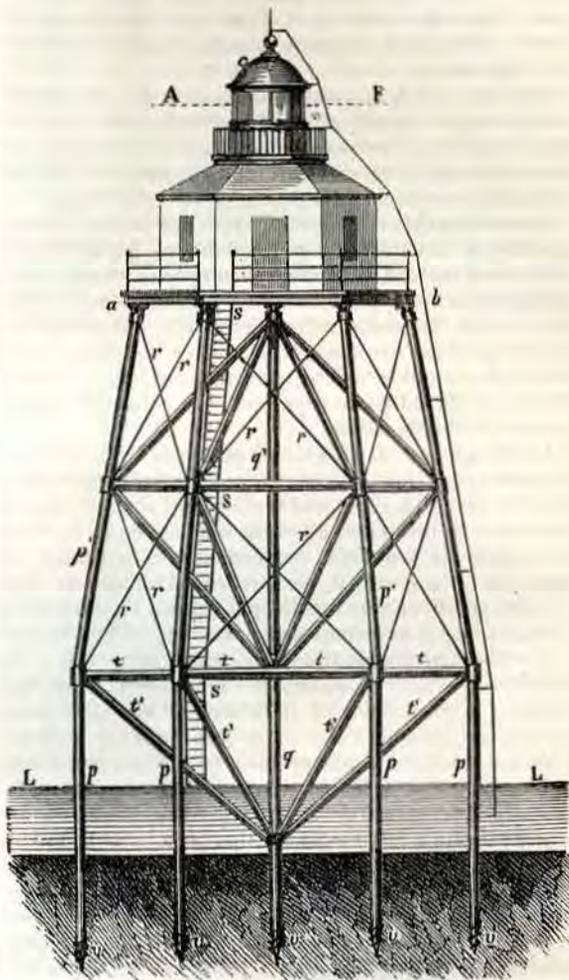


Fig. 468.

L'ossatura di questi fari è composta di 6 od 8 robusti pali di ferro infitti nel suolo ed emergenti ad una certa altezza sopra il livello ordinario delle acque, in modo da costituire gli spigoli di un prisma a base esagona od ottagonale. Un altro palo centrale e di dimensioni maggiori dei primi segna l'asse del prisma immaginario. Questi pali hanno tutti forma cilindrica e la loro punta è foggjata a vite conica, come può rilevarsi dalla figura 469, ed a punta di diamante, cosicchè quest'ultima comincia a penetrare nel suolo sotto l'effetto del peso del palo e d'una lenta rotazione che gli viene impressa, prepara il foro alla vite conica, il pane della quale allarga tale foro, e disgregando lateralmente la roccia si prepara una chiocciola procurando la robusta inserzione del palo stesso.

Generalmente questo ha m. 0. 152 di diametro, la punta è una piramide quadrangolare d'acciajo di metri 0.

di lato alla base; il pane della vite è triangolare, inclinato di circa 20° , grosso di m. 0.14 in base per m. 0.03 in altezza, col passo di 0.06; le interruzioni *ii* che si ripetono su quattro punti della vite, permettono ai detriti di sollevarsi lungo questa onde non si oppongano alla sua penetrazione.

I pali-spigoli *p* sono collegati fra loro mediante i tiranti orizzontali *t* di ferro a sezione a T semplice; i tiranti obliqui *t'* congiungono col palo centrale *q* quelli di perimetro

Così formata la fondazione del faro, resa in condizione d'un tutto rigido in modo quasi perfetto, sulle teste dei pali *p* e di *q* si innestano gli altri pali *p'* e *q'* pure di ferro, del diametro di metri 0.127, e gli esterni inclinati sull'asse sotto un angolo di circa 10° .

A metà lunghezza di questa parte o tronco di piramide del faro è disposta una seconda serie di collegamenti a T simile alla precedente e come questa unita al palo centrale, mediante tiranti a T obliqui.

Il tutto è viemeglio collegato dai piccoli tiranti diagonali *r*.

L'estremità superiore dei pali è foggiate a capitello e riceve un'impalcatura di legno *ab*, sulla quale trovasi collocata l'abitazione degli inservienti del faro e sopra a questa l'apparecchio illuminante, il cui asse focale è A F.

Tutta questa parte dell'opera è in legno e ferro. Gli alloggi sono costituiti da una sola od unica camera esagonale od ottagonale, nella quale son disposte due brande o letti a cavalletto, due recipienti l'uno per l'olio del fanale, l'altro per l'acqua potabile, un armadio, i fornelli di ferro fuso, una tavola a cerniera e due sedie. Nel centro della sala si eleva poi una scala a chiocciola che da accesso all'apparecchio illuminante.

Una scala diritta somigliante ad una scala a piuoli permette dal mare l'ascesa alla camera del faro.

Questo sistema di fari ha parecchi vantaggi, cioè:

1° I pali dando poca presa al vento non producono oscillazioni notevoli, come accade in altri fari di ferro o di muratura.

2° Per la poca presa offerta al mare dai pali stessi non si producono scalmamenti alla loro base.

3° Le viti dianzi descritte permettono di far giungere i pali ad una profondità sufficiente perchè si abbia la necessaria resistenza dell'intera costruzione e riesca impedito il suo assettamento.

L'altezza dell'asse totale del faro della Meloria sulla superficie del mare è di metri 18.30. — L'impalcatura di legno dista dal pelo d'acqua di metri 13.35. — L'altezza libera degli alloggi è di metri 2.50.

Un secondo tipo di fari in ferro sarebbe quello costituito da lamiera di ferro impernate fra loro in guisa da formare un tubo tronco conico. Però i cattivi risultati che diede lo fecero pressochè abbandonare e si costruirono in sua vece i fari nelle fig. 470, 471, 472 e 473, uno dei quali si erge sulle dune della Gironda.

Esso consta di un tubo cilindrico centrale in forte lamiera di ferro rinforzato alle giunture da anelli in ferro d'angolo, tubo nel quale si ha il ginocchio della scala a chiocciola di accesso all'apparecchio illuminante.

Questa torre è fondata sopra un dado di ghisa incastrato nel calcestruzzo, ed è rinforzata da tre altri tubi minori, pure in lamiera di ferro, che la puntellano sotto la galleria formando una specie di capra.

Il coronamento di questa torre tripode è costituito da una camera di servizio circondata d'un leggero terrazzino e sormontata dalla camera dell'apparecchio illuminante, al disopra del quale è collocata una sfera dipinta in bianco e rosso pel segnalamento diurno.

Questo tipo di faro ha dato ottimi risultati tanto per la notevole sua solidità quanto per l'economia di materiale notevole che in essi si realizza. L'altezza della torre centrale è di metri 25.20 dalla fondazione alla galleria, ed un diametro interno di metri 2.00. La camera di servizio è alta m. 2 ed ha un diametro di m. 4.20. La fondazione ha forma di Y equilaterale.

Un altro faro assai simile a questo ora descritto è quello elevato all'imboccatura nord del canale di Suez. Anch'esso, come il precedente, ha la sua fondazione all'asciutto, e nel Mediterraneo se ne hanno tre simili elevati sui capi di Bulo, di Rosetta e di Damietta.

Questo faro (fig. 471) consta di una colonna verticale *aa* di ferro, composta di tubi innestati l'uno nell'altro, colonna mantenuta salda da tre altre analoghe inclinate *bb* e pure formate di tubi innestati, aventi alternativamente il diametro sensibilmente diverso. Ciascuno di questi tubi inclinati è rilegato poi alla colonna centrale, all'estremità superiore ed in tre punti equidistanti della sua altezza *ccc* i quali altri tubi orizzontali sono impernati colla parte centrale e la corrispondente inclinata, formando un tutto rigido e sufficientemente robusto. A capo della colonna centrale si ha una camera di servizio *d* e sopra a questa la cupola e l'apparecchio di illuminazione circondati da un pogggiolino. Gli alloggi del personale di servizio trovansi, come per il faro della Palmyre, al piede dell'edificio in apposito fabbricato.

Quantunque dai precedenti tipi di fari con fondazione all'asciutto si avessero assai buoni risultati, come già si disse, pure ne vennero costruiti di altri tipi assai svariati. Fra questi merita speciale menzione quello di Roches presso Douvres, rappresentato nella fig. 472 e 473, il quale è tronco conico, ha il terrazzino a m. 48.30 sopra il livello del mare, un diametro alla base di m. 11.10; sopra la risega di m. 6.60, al terrazzino di metri 4.00.

Consta di 16 ossature, disposte in 8 piani diametrali e costituite di telai di ferro a T alti circa 3 metri e impernati solidamente fra loro in modo da fornire un tutto pressochè rigido. Queste ossature sono esternamente fasciate da lamiera di ferro impernate fra loro e sulle ossature medesime; inoltre, siccome queste non giungono fino all'asse, bensì due di esse situate all'estremità di uno stesso diametro hanno le faccie interne distanti di metri 3.50, così nell'interno della colonna tronco-conica sopradetta è, mercè d'una seconda fasciatura in ferro, formato un tubo cilindrico del diametro di m. 3.50 che, mentre serve a collegare le ossature fra loro, rendendo viepiù robusta la costruzione, insieme costituisce la gabbia di una comoda scala a chiocciola. Nella parte inferiore e per circa 15 metri di altezza il numero delle ossature è raddoppiato; e le stesse sono rinforzate formando diagonali a croce di Sant'Andrea. Questa costruzione è resa stabile mediante una scarpa molto pronunciata data alla sua parte inferiore e il tutto è basato sopra un dado cilindrico di ferro che è pure fissato a telai di ghisa convenientemente incastrati nel calcestruzzo di fondazione. Alla estremità superiore di questa colonna altrettante mensole di ferro fissate alle ossature, sorreggono il terrazzino pensile che circonda la camera

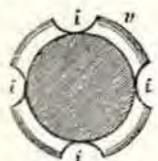
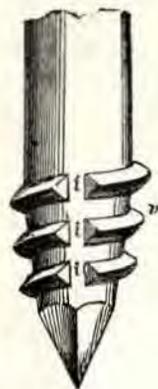


Fig. 469

di servizio e l'apparecchio illuminante sormontato da cupola.

Questo faro, per la sua importanza, per le dimensioni che ebbe, e per i buoni risultati forniti, è degno di speciale attenzione; basti notare che le oscillazioni prodotte dal vento e misurate all'apparecchio illuminante sono

minori di quelle riscontrate in fari di muratura di eguale altezza.

La sua costruzione però è lunga e richiede facilità di accesso al piede, prossimità di cantieri, ecc., mentre poi è altresì dispendiosa assai in confronto dei fari del tipo precedente e di altri analoghi.

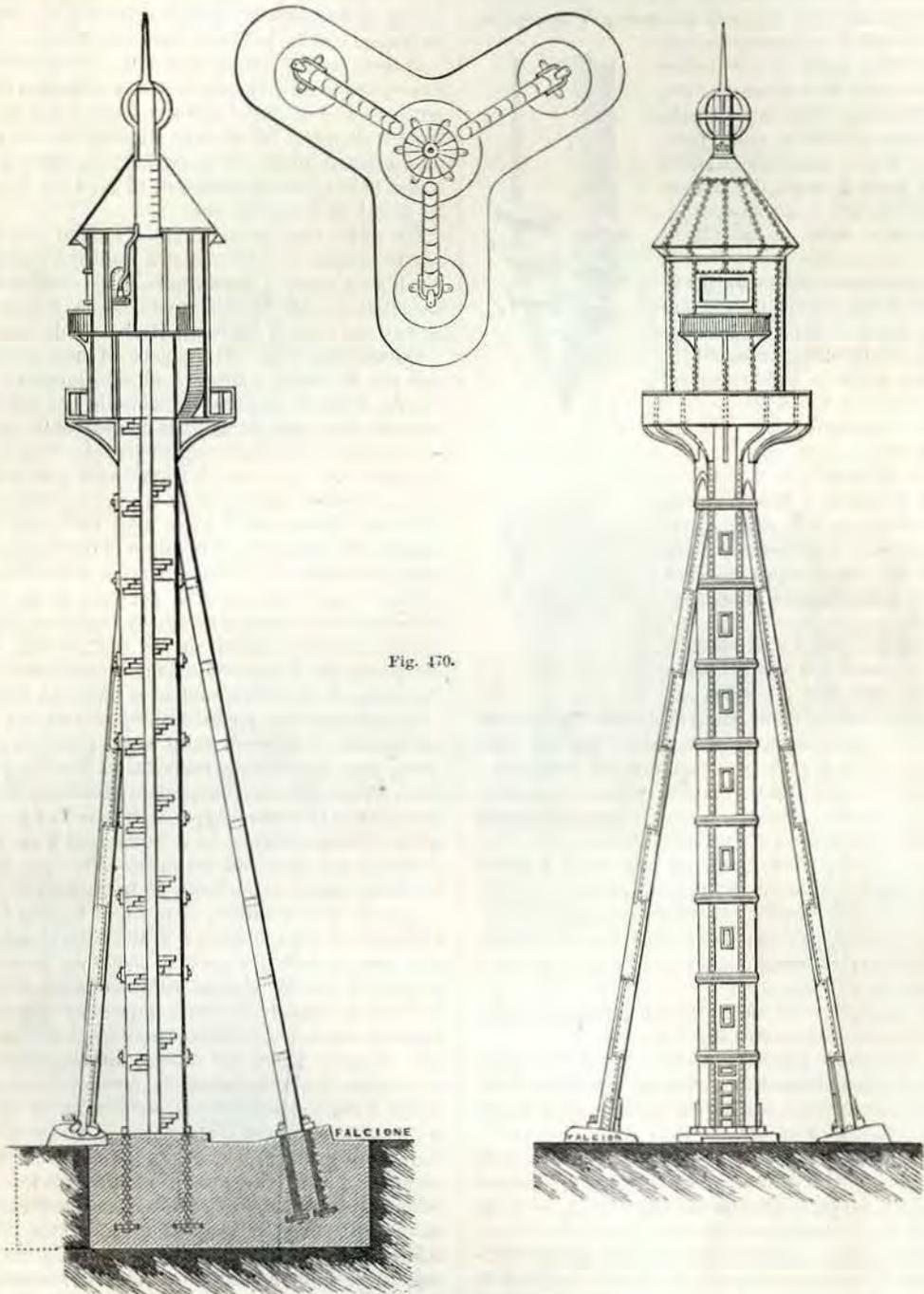


Fig. 470.

FARI GALLEGGIANTI. — Laddove poi la costruzione di fari fissi di qualsiasi materiale riusciva troppo costosa per difficoltà di accesso e di fondazione, specie se subacquea, si adottarono i fari galleggianti tanto di legno quanto di ferro. A questo tipo appartiene il faro costituito da un bastimento ancorato in modo stabile e portante sull'unico albero un segnale sferico, spesso a campana,

per segnalazioni diurne, ed uno o più grossi fanali di bordo per le indicazioni notturne. Sono navi dalle 70 alle 350 tonnellate di spostamento, lunghe e strette, con un tagliamare svasato per disperdere le onde che lo colpiscono di prora, munite di parecchie chiglie di rollio. Esse possono essere mantenute da una, ovvero da due ancore, quantunque quest'ultima disposizione sia sempre

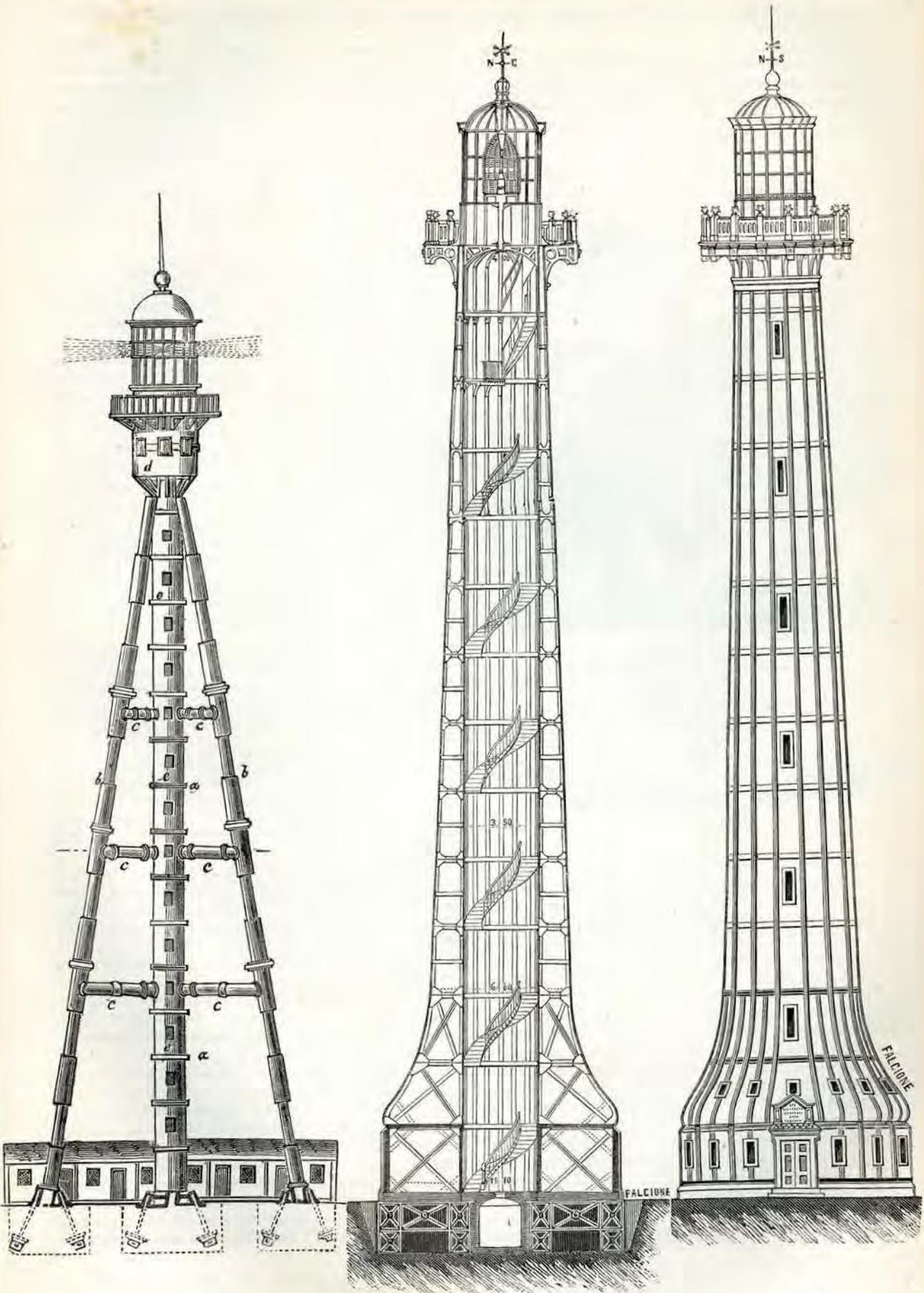


Fig. 471.

Fig. 472.

Fig. 473.

preferibile, perchè permette di circoscrivere in maniera determinata il raggio di evoluzione della nave e quindi del fanale.

Gli scafi di queste navi-segnali possono essere di legno o di ferro; sono però molto robusti per resistere all'ancora ed agli impeti delle onde senza sfasciarsi, ed il secondo di questi materiali, prestandosi all'uso assai più del primo, viene ora generalmente preferito.

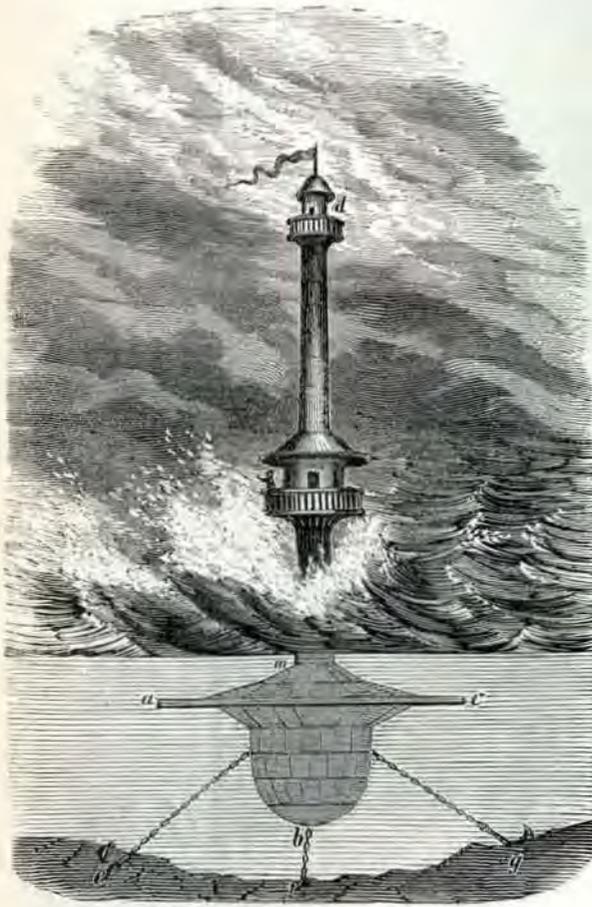


Fig. 471.

Per il servizio di questo genere di fari si hanno dai tre ai dieci uomini di equipaggio, compresi due ufficiali; il personale addettovi però, deve essere di un terzo maggiore, od anche meglio doppio, onde provvedere ai necessari riposi degli uomini che nella cattiva stagione hanno un penosissimo lavoro.

Un tale sistema di fari galleggianti tende però a scomparire e ad essere sostituito da altri tipi in lamiera di ferro meglio adatti allo scopo. Fra questi è notevole (fig. 474) il faro dovuto al sig. A. Freyer, e stabilito nel 1868 all'imboccatura del porto di Liverpool. Esso consta di una calotta emisferica *b* piena d'aria e chiusa con lamiera di ferro, innestata a un breve cilindro di eguale diametro, formanti il galleggiante propriamente detto, alto 17 metri. Questo va unito ad un disco *a c* che con il tronco di cono *a c m* completa la parte immersa e sostiene la colonna *m d* costituente il faro propriamente detto, che si eleva per ben 38 metri sulla superficie del mare.

Le tre ancore *e f g* mantengono tutta questa opera pressochè immobile in senso orizzontale, mentre le oscillazioni dovute all'agitazione dell'acqua e all'impeto rie-

scono assai piccole, poichè il centro di gravità dell'intero sistema si trova a soli 10 metri sul mare.

Altro tipo di faro galleggiante (fig. 475) è quello dovuto all'ing. Moody e nel quale si ha un galleggiante-stagno, foggiato a croce, sul cui centro si eleva il faro propriamente detto di ferri a T od angolarini disposti a telaio. Ai quattro vertici rientranti della croce galleggiante sono attaccate solidamente altrettante ancore che mantengono presso a poco immobile in senso orizzontale il faro. In senso verticale le oscillazioni devono essere minime, sia perchè il telaio che costituisce il faro offre poca presa al vento, sia pure per la forma speciale del galleggiante, che è la più stabile fra le molte già adottate allo stesso oggetto.

FARI IN MURATURA. — Dove è possibile la fondazione dei fari in muratura, cioè il loro imbasamento è completamente all'asciutto, oppure tale durante le basse maree, si preferiscono in molti casi i fari in muratura a quelli di legno e di ferro fin qui descritti.

Si hanno parecchi di questi fari di importanza assai notevole e anche di antica costruzione. In Italia sono degni di nota speciale il faro di Ancona, eretto nel 1734 per ordine di papa Clemente XII, cui importava assai il rendere sicuro l'approdo e l'ancoraggio di quel porto da lui dichiarato nello stesso tempo *punto franco*. Il faro di Livorno (fig. 476), posto pressochè di fronte alla torre del Marzocco sopra una secca lunga oltre a 900 metri che protegge l'antiporto contro le onde di alto mare, rendendolo sicuro per navi di qualunque portata. Detto faro consta di due torri cilindriche sovrapposte e costrutte in pietra da taglio. Fu eretto nel 1303 dalla Repubblica di Pisa per guida a chi recavasi al Portopisano, e succedette ad altri fari già costrutti nel 1154, nel 1287 e nel 1290 e distrutti successivamente da Carlo d'Angiò, dai Genovesi e dai Guelfi.

Quello tuttora esistente, di cui diamo la figura e che è basato sopra un prisma poligonale di sedici lati, ha l'asse focale a 47 metri sul livello normale delle acque.

Altro tra i fari italiani degni di nota è quello di Genova, il cui asse focale dista ben metri 118.50 dal livello delle acque tranquille.

Esso si erge di m. 76 sul Capo di Faro o promontorio di S. Benigno e fu costruito nel 1139. Nel 1326 ricevette per la prima volta l'apparecchio illuminante, venne guasto nel 1512 e ricostruito nel 1643. Nel 1841 ebbe l'apparecchio illuminante lenticolare sistema Fresnel, che tuttora conserva. Esso consta di due torri in pietra a base quadrata di 9 metri di lato la prima, di metri 7 la seconda. Ha al piede appiccicata in poco bella maniera una casetta per alloggio del personale di servizio.

È questo uno fra i più bei fari del mondo, ed ha storia propria assai interessante, poichè basti ricordare l'assedio che gli posero i Ghibellini nel 1318 quando ancora era semplice torre, le fortificazioni erette intorno nel 1323, le altre dette *La Briglia*, e destinate da Luigi XII ad imbrigliare i Genovesi, elevate nel 1506 e poco stante distrutte dal popolo per ordine del doge Ottaviano Fregoso, ecc. ecc.

Sia per la considerevole altezza dell'asse focale, la quale conduce ad una notevole portata geografica, sia per la potenza dell'apparato illuminante, che possiede una egualmente notevole portata ottica, in tempo sereno, questo faro è visibile a 45 chilometri di distanza sul mare.

Chiuderemo ciò che riguarda la costruzione dei fari con un cenno intorno al faro di *Eddystone*, che fu soprannominato la *gloria dei fari*, specialmente per la sua impareggiabile robustezza, resa necessaria dall'enorme

massa d'acqua che talvolta viene ad assalirlo e colla descrizione del faro di Wolf-Rok.

Il primo si erge sopra lo scoglio detto *Eddystone*, posto a 14 miglia per mezzogiorno-libeccio della rada di Plymouth, e quindi sulla via che seguono i bastimenti che entrano ed escono dalla Manica (*The Channel*).

Anche a questo importantissimo faro si collega una storia interessante, quantunque abbia per oggetto unicamente le vicende fortunate della sua costruzione. — Fu un tal Enrico Winstanley della contea di Essex che propose al Governo inglese la costruzione del faro di Eddystone per segnalare ai naviganti questo primo



Fig. 475.

ostacolo, contro il quale vengono a frangersi le onde oceaniche. La *Trinity house* ed il Governo approvarono una tale idea e nel 1696 si diè principio all'arduo lavoro.

Fu una torre cilindrica in conci, rafforzata da robustissime spranghe di ferro infitte nello scoglio; ebbe m. 3.65 di altezza di imbasamento, con un diametro di m. 4.25, e sopra questo un 24.40 altri metri di edificio cilindrico. La notte del 14 novembre 1698 ebbe acceso il primo lume, senonchè, visto come le ondate giungessero a sorpassare in altezza il faro, si dovette aggiugnervi una sopra-costruzione di altri 6 metri in mura-

tura e di 12 in altra opera, nell'intento di porre a riparo delle acque l'apparecchio illuminante.

Mentre il pubblico riteneva che tale costruzione non potesse resistere al furore dell'oceano, il costruttore era così convinto della bontà dell'opera sua, che deliberava di passarvi alcuni giorni, precisamente durante uno dei peggiori fortunali che mai s'iansi veduti, per constatare la robustezza della torre ed introdurvi alcune migliorie e rinforzi. La notte del 26 novembre 1703, mentre Enrico Winstanley e parecchi operai trovavansi nel faro, le onde lo atterrarono dalla base, e caso veramente strano nella stessa notte e pressochè alla stessa ora il modello

del faro, in casa del costruttore, cadde e si ruppe in frammenti minuti.

Al primo faro di Eddystone ne seguì un secondo in legno e massiciata interna di pietra, faro ordinato ad un capitano Sonet e costruito dal mercante di seterie *Rudyard*. Questo faro, ultimato nel 1709, venne distrutto da un incendio, di cui restò ignorata la cagione, sullo scorcio del 1755.

Riconosciuto però essere indispensabile la esistenza di un faro sulla seccagna di Eddystone, venne immediatamente deliberato di ricostruirlo ed in maniera tanto robusta che esso potesse vittoriosamente resistere all'urto delle ondate oceaniche. Fu il celebre ingegnere John Smeaton, che fece gli studii necessarii e presiedette alla costruzione, dopo che il progetto venne approvato dal Governo inglese e dalla Trinity house.

Questo faro, tuttora esistente, è costruito tutto in pietra da taglio, il paramento esterno in granito d'Hingstone Downs; ed all'interno di pietra calcarea dura di Portland. La malta è composta di pozzolana di Roma e calce di Aberthau del Glamorghanshire.

Lo Smeaton cominciò collo incavare nella roccia alcuni gradini orizzontali con taglio a coda di rondine così da formare una imorsatura che trat-

teneva in maniera perfetta i conci di pietra tagliati in opposto senso. Operando identicamente per i conci fuori dello scoglio, l'opera veniva a costituire un monolite resistente quasi come se di getto.

Successivamente a questo faro, altri di maggiore importanza ne vennero costruiti secondo lo stesso sistema, e tale è quello rappresentato nella figura 477, ed elevato sopra Wolf Rok, secondo i disegni di James Walker e sotto la direzione di J. N. Douglass e W. Douglass. È alto 116 piedi inglesi e $\frac{3}{4}$, il diametro alla base di 41 piedi 8 pollici, e di 17 piedi alla gola sotto la galleria.

Nella fig. 478 è rappresentata la sezione fatta al secondo ordine delle pietre tagliate di imbasamento, sotto la superficie delle acque ed in parte dello scoglio. Da questa figura può scorgersi come siano alternati i combaciamenti dei pezzi, di un peso medio ragguagliato a circa una tonnellata ciascheduno. Nella sezione verticale appajono poi le unioni a coda di rondine di ciascheduno

dei massi, i perni ed i dadi che insieme alle malte hanno servito al collegamento.

A questa sezione segue quella affatto somigliante della fig. 479 che è fatta all'11° ordine di conci e fra questa e la seguente fig. 480 fatta al 21° ordine la torre è massiccia, rastremata a piccole riseghe e identicamente costrutta per tutti gli ordini fra esse compresi.

Dalla sezione in fig. 480, procedendo oltre, l'interno della torre è cavo e serve agli alloggi, magazzini, ecc. Le pietre hanno la forma sufficientemente indicata dalle

figure 481, 482, 483; la prima delle quali fornisce una vista del concio, la seconda una pianta, e l'ultima finalmente una sezione secondo la A. B.

La fig. 484 è una sezione al 37° ordine di conci, le fig. 485, 486 e 487 sono sezioni fatte al 51°, 55°, 65° ordine rispettivamente; la figura 488 fornisce la sezione al 70° ordine dei conci, e cioè al piede della cupola dell'apparecchio illuminante.

Il cornicione di questo faro è a metri 21.30 sull'acqua, ed in luogo delle ordinarie modanature, le quali presentano una superficie accidentata e quindi poco resistente alle ondate, venne posto un labbro incavato inferiormente che, oltre ad essere molto solido, ha il vantaggio di dirigere le acque che assalgono il faro, in senso divergente dall'asse

di questo, e coadjuvano quindi alla protezione dell'apparecchio illuminante, il quale altrimenti verrebbe facilmente distrutto.

Si entra nel faro da una porta posta a 6 metri circa sul livello ordinario della bassa marea, ed alla quale si accede mercè di scala volante in corda e legno. A questo livello si ha la cameretta di entrata, ove comincia la scala per ascendere ai piani superiori. Sotto il suolo di questa specie di anticamera trovasi la cisterna dell'acqua dolce. Si ascende quindi al magazzino di carbone, legna, ecc. per uso di cucina e riscaldamento dei guardiani, indi al magazzino dei viveri, poi a quello dell'olio, alla camera di abitazione, alla camera da letto, alla camera di servizio, e finalmente all'apparecchio illuminante.

È questo uno fra i più belli fari in muratura che si siano costruiti. Per la sua erezione si impiegarono: un rimorchiatore della forza di 60 cavalli-vapore, cinque barconi di 40 tonnellate, uno schooner di 100 tonnellate. Esso ha per generatrice un arco di ellissi, i cui assi

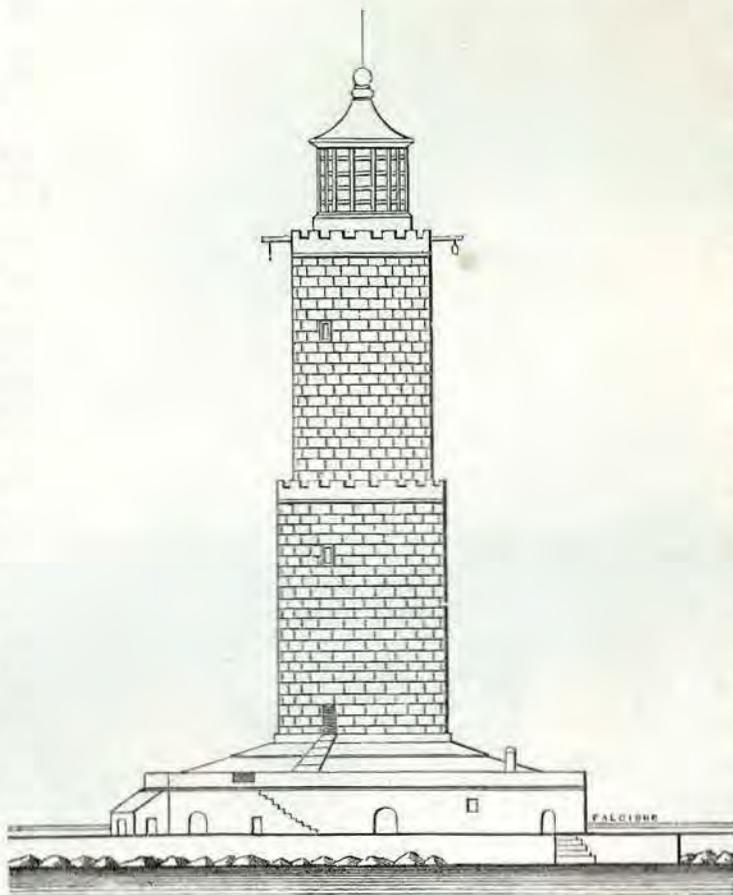


Fig. 476.

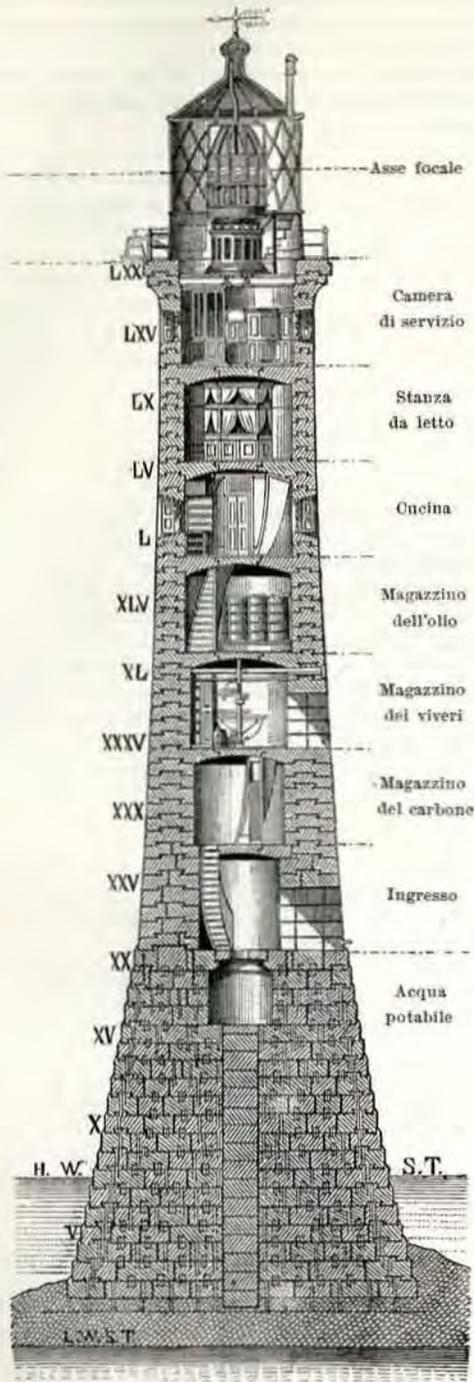


Fig. 477.



Fig. 488.

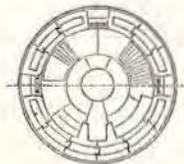


Fig. 487.

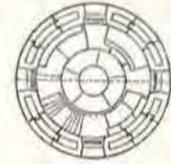


Fig. 486.

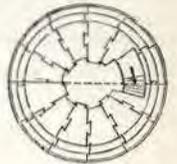


Fig. 485.

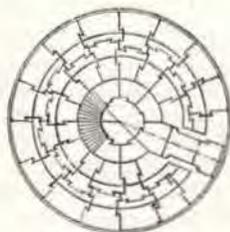


Fig. 480



Fig. 484.

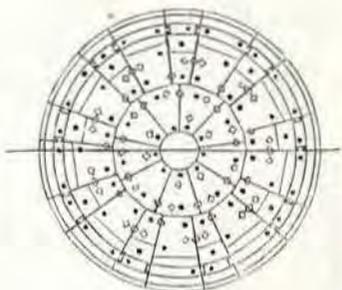


Fig. 479.

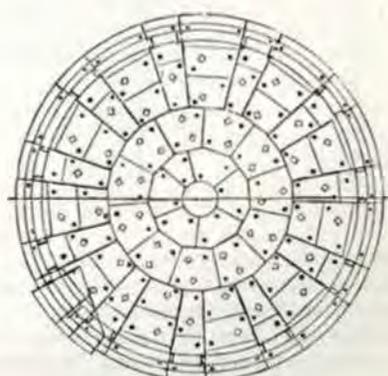


Fig. 478.



Fig. 481.

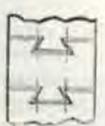


Fig. 483.

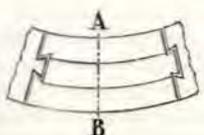


Fig. 482.

sono rispettivamente 236 e 40 piedi. Si richiesero 44,306 piedi cubi di granito pesanti circa 3296 tonnellate ed il centro di gravità dell'intera massa trovò a 36 piedi, 2 pollici sulla base. Cominciato nel 1864, l'ultima pietra ne venne posta ai 19 di luglio 1869.

PARTICOLARI DELLA LANTERNA — APPARATI CATA-DIOTTRICI. — Secondo il sig. Henderson, il quale si è oc-

cupato in specialissima maniera di questo genere di costruzioni sono usati sei ordini di apparecchi catadiottrici, i tre primi per fari d'alto mare, gli altri tre per fari portuarii.

Nel quadro seguente sono indicati i principali elementi dell'apparecchio catadiottrico nei 6 ordini sopra accennati:

DESIGNAZIONE DEGLI ELEMENTI	FARI D'ALTO MARE			FARI PORTUARI		
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Diametro interno metri	1.84	1.40	1.000	0.50	0.375	0.30
Altezza totale dei vetri »	2.74	2.121	1.56	0.739	0.554	0.444
Numero dei prismi di testa	13 a 18	12 a 16	10 a 12	5	5	5
Numero dei prismi di piede	6 a 8	5 a 6	4 a 5	3	3	3

Alcuni altri ordini di apparecchi catadiottrici si hanno poi che non fanno parte della suddetta serie di Henderson, e sono:

1° Quello interpolato fra il 3° ed il 4°, destinato tanto a piccoli fanali d'alto mare quanto ai grandi per bocca di porta. Suoi elementi principali sono: diametro interno 0.75, altezza dei vetri 1.144; prismi di testa 8, di piede 5;

2° Il fano di 7° ordine di 0.20 di diametro;

3° Il fano di 8° ordine per piccole stazioni di pesca, battelli-fari, fanali di posizione delle grosse navi, ecc.

raggi luminosi entro uno spazio limitato, ma per effetto della rotazione impressa o alla cupola, o all'apparecchio illuminante soltanto conducono questo sprazzo di luce, successivamente sopra tutti i punti dell'orizzonte con intermittenze di eclissi o di oscurità perfetta per gli altri punti dello stesso.

Nella fig. 489 e nella fig. 490 sono rappresentati due apparecchi catadiottrici per fari di prima grandezza a luce fissa; il primo di essi è il più generalmente usato, ed ha gli elementi disposti gli uni verticalmente sopra gli altri; il secondo invece è a disposizione obliqua.

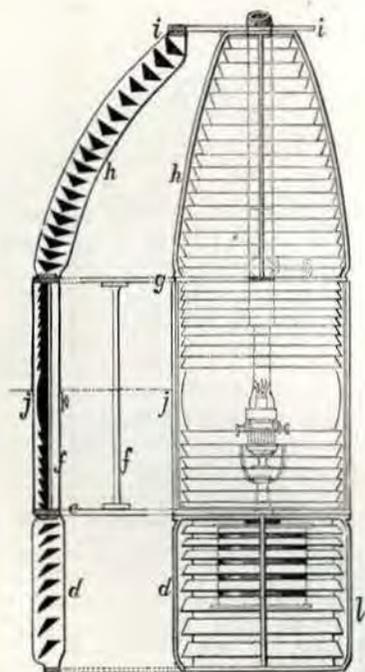


Fig. 489.

FARI A LUCE FISSA E VARIATA. — Sonvi due grandi classi di fari rispetto alla maniera di illuminare sugli stessi applicata; e, cioè quelli detti a luce fissa e gli altri a rotazione. I primi danno una luce d'intensità uniforme sopra tutto l'arco d'orizzonte del fano, che deve essere illuminato; i secondi concentrano i loro



Fig. 490.

MACCHINA MOTRICE. — Nei fari a luce variata, invece le parti mobili dell'apparecchio sono azionate in diverse guise a seconda dei sistemi adoperati, però più comunemente si usa un peso, la cui fune di sospensione si avvolge ad un tamburo che è messo in comunicazione colla parte mobile mediante una serie di ingranaggi. Avvolta

la fune sul tamburo ed abbandonato il peso a se stesso, questo per effetto della gravità produce la rotazione del tamburo e quella dell'apparato mobile.

Nella fig. 491 è rappresentato in sezione orizzontale ed in proiezione verticale un apparato di primo ordine, nel quale i prismi di testa e di piede sono fissi, mentre le

lenti k sono annulari e montate sopra una intelajatura di ferro l , la quale ruota, attorno alla parte fissa predetta, insieme alla cupoletta m , che riceve il moto rotatorio da un meccanismo di orologeria contenuto nella cassa n , per mezzo del rocchetto o della ruota dentata p , meccanismo rappresentato nella fig. 492.

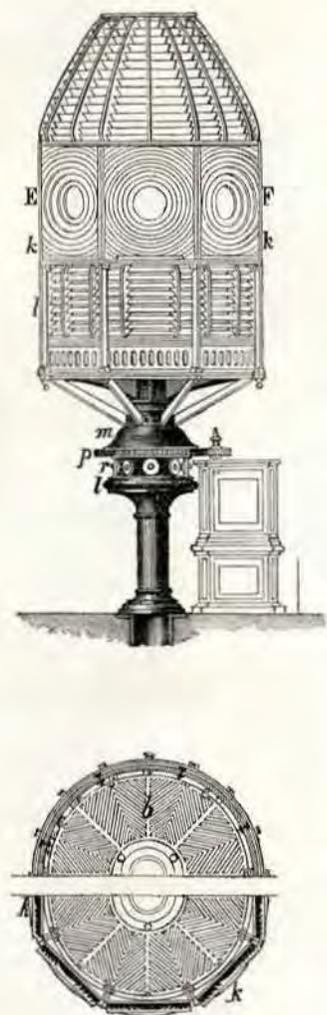


Fig. 491.

ARMATURE DEGLI APPARECCHI. — Le armature degli apparecchi variano notevolmente con la specie del faro, con quella del sistema d'illuminazione impiegato, ecc.

Negli apparecchi pei fari di primo ordine sono generalmente costituiti da una colonna di ghisa cava sormontata da un disco pure di ghisa, su cui può fermarsi il guardiano pe' suoi incumbenti. Nel disco sono infitte delle colonnine di ferro collegate fra loro a varie altezze da altrettanti telai, sull'ultimo dei quali

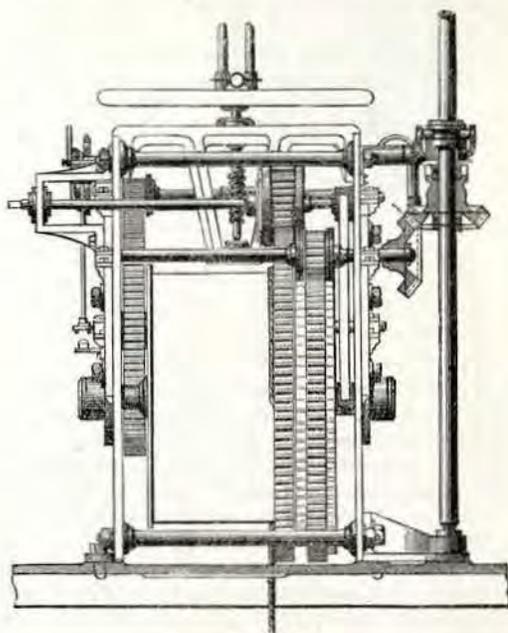
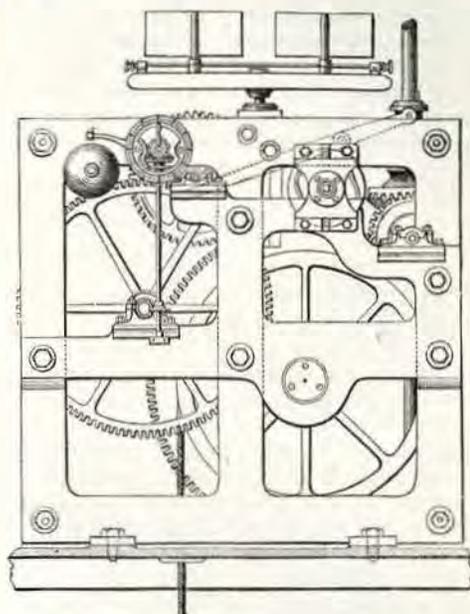


Fig. 492.

poggia l'armatura dei prismi di testa dell'apparecchio catadiottrico.

Quest'armatura è fissa completamente nei lumi a luce fissa; in quelli a eclissi può essere completamente mobile o soltanto in parte a seconda della particolare disposizione dell'apparecchio.

Nella fig. 493 è rappresentato l'apparecchio illuminante di un faro portuario o di 4° ordine. La luce è prodotta da una lampada all'Argand, che consuma 45 grammi

d'olio all'ora, ha uno stoppino anulare di 2 centimetri di diametro ed una fiamma di 5 centimetri di altezza. Tutti i raggi luminosi sono guidati orizzontalmente per rifrazione e per riflessione mediante i cinque anelli concentrici *n* e gli otto prismi *p*. Questo insieme è sostenuto sopra la testa della colonna in ghisa ed ha attorno a sé una costruzione addizionale *m* mobile, mercè cui si ottiene uno splendore periodico che si rinnova tre volte ad ogni minuto primo. Questa parte dell'apparecchio è montata sopra un disco circolare *Z z* a lembo dentato che ruota attorno all'asse della colonna, sostenuto dalle rotelle *e*, e ricevendo il movimento dal pignone *y* azionato da un meccanismo di orologeria.

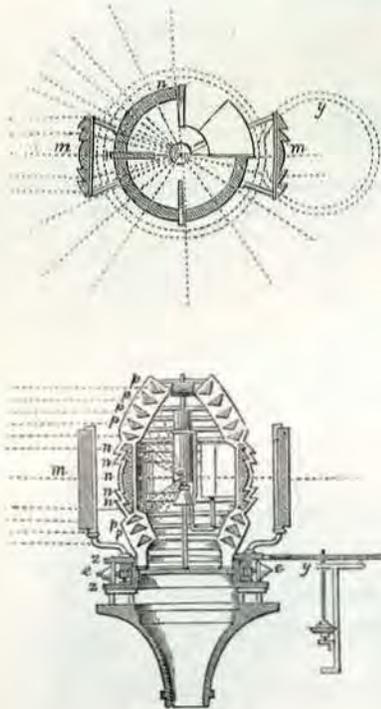


Fig. 493.

Variando la disposizione e la proporzione delle diverse parti si ottengono fuochi variati in moltissime maniere che servono a guidare in maniera sicura il navigante.

Nelle fig. 494 è rappresentato l'apparecchio illuminante di un faro di primo ordine, nel quale la parte riflettente è fissa e la rifrangente completamente mobile. Gli specchi *m* (fig. 495) sono tagliati in modo da avere la curvatura della sfera osculatrice di un paraboloide di rivoluzione ed asse orizzontale, ed il cui foco sia la fiamma; il sistema rifrangente è costituito di lenti *n* anulari, sostenute da verghe di ferro fissate sul disco *z* che riceve il moto di rotazione da un meccanismo di orologeria *y*. La fiamma è d'un lume all'Argand che ha quattro lucignoli e consuma 750 grammi d'olio all'ora.

Nei lumi degli apparecchi girevoli, nei quali non occorre illuminare l'intero orizzonte e la zona inferiore è fissa, si entra nell'apparecchio, per regolare la fiamma, da un'apertura alta quanto la zona stessa; mentre quando tutto l'apparecchio ha fatto un moto di rotazione, si penetra fino al lume per un'apertura posta nella parte inferiore, ottenuta mercè dell'abbassamento del punto di rotazione.

Nei lumi a luce elettrica l'armatura è troncata ad una certa altezza, onde evitare le quasi occultazioni che ne deriverebbero stante la piccolezza della fiamma.

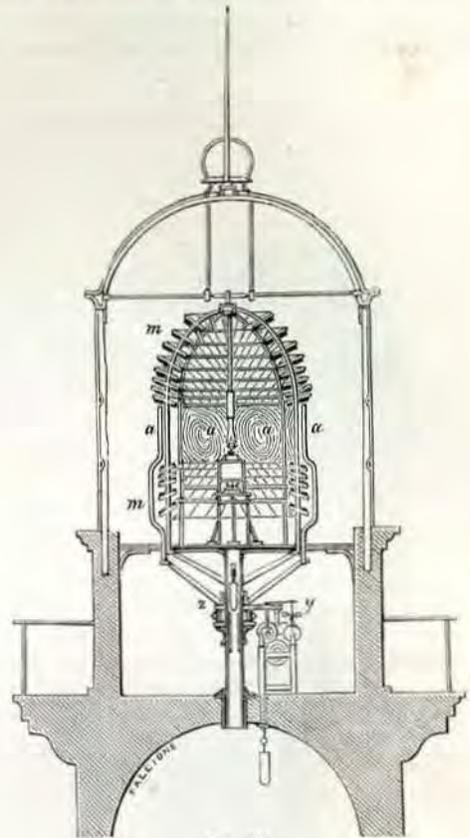


Fig. 494.

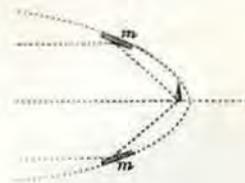


Fig. 495.

LANTERNA. — Le lanterne dei fari variano di poco in forma, dimensioni e costruzione le une dalle altre; i principali loro elementi risultano dalla sottostante tabella.

Ordine del faro	Numero dei lati	Diametro	Altezza dei cristalli	Altezza della cupola
1	16	3.50	2.74	2.53
2	12	3.00	2.121	2.29
3	10	2.50	1.56	1.88
4	10	2.50	0.739	1.16
5	8	1.60	0.554	1.00
6	8	1.00	0.444	0.85

Per i primi tre ordini di fari l'intera armatura è di ferro fasciato esternamente di bronzo o di rame, le cupole sempre fasciate di rame. Negli altri ordini di fari la cupola è tutta di pezzo.

Si hanno speciali cure per ottenere la conveniente aereazione dell'apparecchio al fine di alimentare nella dovuta misura la combustione dell'olio, come pure onde evitare, per quanto è possibile, che i cristalli si coprano di deposizioni acquee che rendono meno nitida la luce emessa dal faro. Il rinnovamento dell'aria si ottiene anzitutto per la colonna cava che sostiene l'apparecchio, poi per apposite aperture praticate al piede della lanterna, e convenientemente munite di registri, finalmente col tenere più o meno aperta la porta della scala della torre; l'aria viziata derivante dalla combustione, e quella messa in moto pel riscaldamento dovuto alla fiamma, salgono nell'alto della lanterna ed imbroccano un apposito fumaiuolo che li scarica nell'aria atmosferica, senza però permettere all'acqua di pioggia di penetrare nell'interno dell'apparecchio.

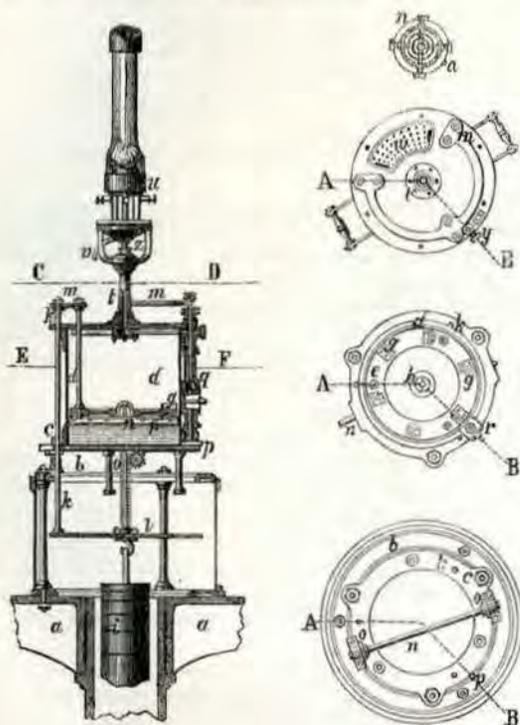


Fig. 496.

LUMI DEI FARI. — I lumi dei fari sono di diversi tipi principali, e possono anzitutto distinguersi in lumi ordinari, galleggianti, elettrici.

I lumi o lucerne ordinarie alla loro volta si dividono in tre categorie distinte, e cioè: *a moderatore, meccanici, a livello costante*. I primi (fig. 496) constano generalmente di un recipiente cilindrico capace di contenere presso a poco il doppio della quantità d'olio consumato in 15 ovvero 16 ore d'accensione. In questo recipiente può scorrere uno stantuffo di ghisa *e* munito di 6 guide *g* di cuoio per mantenere lo stantuffo in centro. Una valvola *h* posta nel centro di esso si apre dall'alto al basso quando lo stantuffo è sollevato e permette il passaggio dell'olio e impedisce l'accumularsi dell'aria al di sotto dello stantuffo. Lo stesso si chiude quando l'embolo tocca l'olio.

I pesi *i* sono di ferro fuso, foggiate a dischi onde poter variare a piacere il carico posto sull'asticciuola fissata alla piastrina *l* che è unita all'anello *m* mediante tre altre aste *K*. Lo stantuffo mediante le sbarrette *d* è

unito pure a detto anello *m*, cosicchè mediante una dentiera ed un rocchetto *o* si può sollevare l'apparecchio, onde riempito d'olio lo spazio sotto lo stantuffo mercè del tubo *p*, abbandonato a sè il peso, esso gravita mercè dello stantuffo sull'olio, lo obbliga a passare pel tubo *q*, per *t* e *s* e giungere alla fiamma, il tubo *V* è di scolo per l'olio che non abbrucia, in *u* si ha il regolatore per lo stoppino. Nel tubo *q* è posto un rubinetto o regolatore destinato a moderare convenientemente la quantità d'olio che giunge al lucignolo indipendentemente dal peso *i*.

Talvolta in luogo del peso *i* si adoperano delle molle destinate a produrre lo stesso effetto.

Le lampade della seconda specie, dette anche *meccaniche*, sono costituite da un recipiente cilindrico nel quale si può contenere il doppio dell'olio necessario al consumo; a questo vanno annesse due pompe a stantuffo e valvole di cuoio, le cui aste subiscono un moto rettilineo alternativo mediante un apposito meccanismo di orologeria regolato da un volante a palette. L'ufficio di queste pompe è di spingere l'olio per compressione fino allo stoppino, oppure di innalzarlo per semplice aspirazione fino al medesimo.

Le lampade o lumi a livello costante sono, in proporzioni assai maggiori, identiche a quelle già comunemente adoperate negli usi comuni di famiglia.

Nella seguente tabella sono compresi gli elementi dei lumi dei primi quattro ordini di fari.

Ordine dei fari	Numero dei lucignoli	Consumo d'olio all'ora	Altezza della fiamma	Diametro della fiamma	Portata ottica
		grammi	centim.	centim.	chilogr.
1	4	750	9	9	40 a 67
2	3	460	8	7	30 a 40
3	2	195	7	4.5	22 a 30
4	1	45	5	2	13 a 22

I lumi per fari galleggianti si distinguono assai da quelli dei fari propriamente detti, e sono costituiti da una serie di lumi staccati, dal cui insieme risulta l'effetto luminoso del faro.

Essi constano di un certo numero di fotofori, illuminati ciascuno dalla propria lucerna a livello costante, munita di un riverbero, e col centro di gravità del serbatoio superiore sulla stessa verticale del pozzetto inferiore quando il riverbero è nella sua posizione normale, ed è mantenuta in tale posizione da un peso posto nella parte inferiore del lume.

I lumi sospesi presso a poco alla Cardano si mantengono in posizione conveniente.

L'intera lanterna ha la base decagona, il circolo circoscritto da un diametro di m. 1.44, e l'altezza è generalmente di m. 1.00.

Dieci fumajuoli posti sul cielo della lanterna, ed altrettante aperture a regolatore nella base inferiore provvedono alla rinnovazione dell'aria.

Le pareti laterali sono munite di cristalli nella parte superiore, e di sportelli in legno nella inferiore.

Tali sono gli apparecchi per galleggianti a luce fissa; quando siano ad eclissi, i lumi sono montati sopra un anello a lembo dentato, messo in moto da un rocchetto e apposito movimento di orologeria.

I lucignoli di tutti questi lumi sono cilindrici, e disposti in maniera che le fiamme siano tutte esposte ad una

doppia corrente d'aria che, mentre avviva la combustione, mantiene fredde le parti metalliche dell'apparecchio.

La quantità d'olio che sale al lucignolo varia da due fino a 6 volte quella che è necessaria pel consumo, e ciò per mantenere fredde le parti metalliche dell'apparecchio, specialmente quando alimentato con olio di colza.

Nei lumi ad olio minerale invece, siccome questo non deve giungere fino al becco, si ha un tubetto ed un piccolo serbatoio a livello costante che impedisce al liquido di salire al di sopra di un determinato punto.

I becchi sono sempre sormontati da un tubo di cristallo, che fungendo da camino produce una conveniente corrente d'aria e guida fuori dell'apparecchio i fumi che oscurerebbero lenti e specchi.

I fari a luce elettrica sono fino ad oggi assai poco usati per molte e plausibili ragioni. Anzitutto i fari di primo ordine, già costrutti coll'antico sistema, si sono mostrati sufficienti per gli usi della navigazione e sono già così numerosi che difficilmente le nazioni marittime si risolveranno a mutare l'apparato illuminante senza potenti ragioni, tanto più che gli apparecchi esistenti sono costosi, ed i nuovi anche più costosi e per soprappiù di incerta azione, e tanto facilmente guastabili che si debbono sempre provvedere in doppio per ciaschedun fanale, senza poi nemmeno sopprimere per fortuite circostanze l'apparato comune.

Poi si richiedono nuovi apparati catadiottrici, altro personale, più frequente e meno facile vigilanza, ecc., onde non è il caso peranco di entrare in particolari a questo riguardo.

BIBLIOGRAFIA. — Montfaucon, *Sur le phare d'Alexandrie, Mémoires de littérature de l'Académie royale des inscriptions et belles lettres*, tome IX, pag. 302, Amsterdam 1731 — Thévenard (A.), *Mémoires relatives à la marine*, Paris, chez Laurenz, an. VIII, tom. III, 1880. — Per i fari antichi e specialmente per quello di Alessandria.

Smeaton (J.), *Précis historique de la construction du phare d'Eddystone*, Paris 1808. — Per il suntuo storico delle costruzioni e vicende dei fari innalzati sullo scoglio di Eddystone.

Fresnel (A.), *Mémoires sur un nouveau système d'éclairage des phares*, Paris 1822. — Per la teoria o le esperienze dell'autore.

Aldini (G.), *Saggio di osservazioni sui mezzi atti a migliorare la costruzione dei fari con appendice sull'illuminazione dei fari col gas*, Milano, dall'Imperiale regia stamperia, 1823. — Per i fari antichi ed in ispecie per quelli di Salvoe e di Bell-Rock fra i moderni.

Bottiers (Colonnello), *Descriptions des monuments de Rhodes*, Bruxelles, chez M. V. A. Polinez éditeur, 1830. — Per il faro o colosso di Rodi.

Emy (A. R.), *Du mouvement des ondes et des travaux hydrauliques maritimes*, Paris, chez Anselin, 1831. — Per l'altezza e la massa d'acqua dei marosi sul faro di Eddystone.

Stevenson (Alan), *Rudimentary treatise on the history, construction and illumination of light-houses*, London 1870.

Giornale del Genio civile. — Articoli sui fari.

Reynaud (Léonce), *Mémoires sur l'éclairage et le balisage des côtes de France*, Paris, imprimerie impériale, 1864. — Opera importante assai.

Cornaglia (P.), *Descrizione del faro di primo ordine nell'isola di Tavolara*; id. *Applicazione dell'olio minerale alla illuminazione dei fari*; id. *Apparecchi lenticolari per fari*.

Voisin (Bey), *Cours de travaux maritimes*, chap. VIII — *Eclairage et balisage des côtes — Ecole des ponts et chaussées*, 1873-74 — In litografia.

Album dei fari nel Regno d'Italia, Roma presso il Ministero dei lavori pubblici, 1873-74.

Parkes (W. M. J. C. F.), *Description of light-houses lately erected in the Red sea*, London, W. Clowes and sons, 1864 — Chance (Jam. T. M. A.), *On optical apparatus used in the light-houses*, London, W. Clowes and sons, 1867 — Henderson (David), *On light-houses apparatus and lantern*, London, W. Clowes and sons, 1869 — Douglass (J. Nicholas), *The Wolf Rock Light-houses*, London, W. Clowes and sons, 1870 — Stevenson (R. L.), *Notice of a new form of intermittent light for light-houses*, Edimburg, Neil and C., 1871 — Spon's *Dictionary of Engineering*, London, Spon, 48 Charing-cross 1873 — Cialdi (A.), *Illuminazione e segnalamento dei litorali e dei porti*, Opera importantissima e completa sotto ogni aspetto, 1877 — *Nuova Enciclopedia Italiana*, Unione Tipografico-editrice torinese, 1879.

Ing. E. C. BOCCARDO.

FELTRO — Franc., *Fentre*. Ingl., *Felt*. Ted., *Filz*. Spagn., *Fieltro*.

Chiamasi feltro una sorta di stoffa che si ottiene con lana sola, o con lana e peli di animali, senza punto ricorrere ai processi della filatura e della tessitura, ma seguendo certe norme affatto speciali.

La lana degli agnelli nostrani, dei *cachemires*, della razza *vigogne* è la prima materia adattatissima per fare stoffe di feltro; dopo essa abbiamo i peli di castoreo, di lontra, di cammello, di lepore e di coniglio.

A tutti sono noti i cappelli di feltro, per la cui fabbricazione appunto era una volta riservata tale stoffa.

Al giorno d'oggi se ne estese l'applicazione e la vediamo servire per tappeti, per calzature, per suole, per scaldapiedi, per stoffe impermeabili, per rivestire i cilindri di certe macchine, nella fabbricazione dei parati in carta, nella stampa delle stoffe, per apparecchi refrigeranti, per colatoi da liquori, ed a simili usi, in cui si richieda una materia resistente, compatta, elastica ed uniforme.

Per rispetto alla fabbricazione dei cappelli il feltro è fatto seguendo il metodo che si è descritto all'articolo CAPPELLI di questa *Enciclopedia*, e noi quindi ad esso rimandiamo quel lettore che ne voglia avere conoscenza.

Qui noi ci occuperemo soltanto della fabbricazione della stoffa di feltro che serve ad ogni altro uso all'infuori di quello per la copertura del capo; e principalmente del feltro in lana, giacchè quello di lana e peli o di peli soli punto differisce, nella formazione, dal primo, e dei feltri verniciati, i quali possono tornare assai utili per molti usi.

La fabbricazione del feltro, stando a Plinio stesso, pare abbia preceduta quella delle stoffe tessute; sembra però che gli antichi ottenessero stoffe in feltro che si scomponavano facilmente dopo un uso di pochissima durata, per cui non troppo ne favorirono lo sviluppo.

Al giorno d'oggi, in seguito ai progressi fatti in tutte le industrie, anche in quella delle stoffe in feltro si raggiunge un buon punto di perfezione.

La lana che si adopera (come pure le altre materie che abbiamo enumerate) dev'essere lavata, digrassata, purgata e quindi essiccata. Essa è posta su una tela senza fine che la porta nel meccanismo di un *cardo* che rappresentiamo, visto di fianco, nella fig. 497. Dopo essere stata cardata convenientemente la lana è portata via da un cilindro scaricatore S, A C è una grande tela senza

fine che vi ha al di sopra e che passa sui cilindri 1 e 3; BD una seconda tela senza fine inferiore simile alla precedente e guidata dai cilindri 2 e 4. Questi cilindri sono messi in giro per mezzo di tre ruote d'ingranaggio W W W le quali sono fissate, la prima sul cilindro scaricatore del cardo e le due altre sui cilindri 1 e 2.

Sopra la tela senza fine inferiore e per tutta la sua superficie ha vi un tavolato sottile di legno. Le due tele senza fine, al pari dei cilindri, girano nella medesima direzione, come abbiamo indicato nel disegno colle frecce, vale a dire che le due superficie *a* e *b* di queste tele senza fine si avanzano nello stesso senso e con una velocità in dipendenza diretta di quella del cilindro scaricatore della macchina cardatrice.

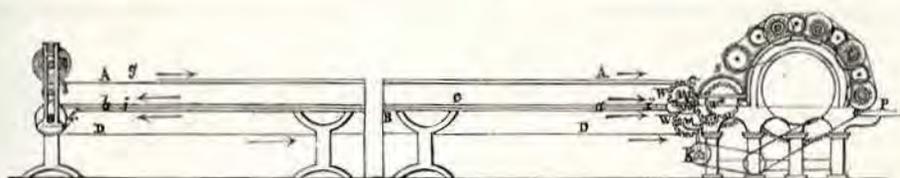


Fig. 497.

Durante questa operazione lo strato di lana resta costantemente a contatto colla tela senza fine AC, per mezzo della inferiore BD.

Si può dare alla AC una larghezza ed una lunghezza corrispondenti a quella del cardo e per conseguenza si può operare su un peso determinato di lana, a fine di produrre poi uno strato d'uno spessore o di un peso dato per metro corrente.

Quando si ha raggiunto il voluto spessore nello strato, lo si taglia trasversalmente in *g*. Uno degli estremi tagliati è ripiegato sul cilindro E, sul quale, causa la pres-

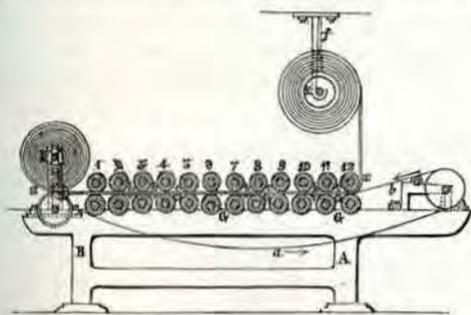


Fig. 498.

sione di questo sulla tela senza fine AC, si avvolge fortemente. In tal modo si raccoglie tutto lo strato di lana piegato, il quale porta dietro a sé una nuova porzione di lana lasciata dal cardo destinata alla formazione di un altro strato, la quale a sua volta sale sulla parte superiore della tela senza fine AC, ove ricomincia una nuova piegatura che dà un nuovo strato, il quale è poi tolto come il primo, e via via.

Il cilindro E, collo strato che si è avvolto di sopra, è portato ad un'altra macchina detta *macchina da feltrare* (fig. 498), ed è sospeso agli uncini *f*. Nella fig. 498, AB rappresenta l'intelajatura che sostiene il congegno, ed 1, 2, 3, 4, 5... sono i cilindri felttratori disposti in due serie longitudinali sovrapposte l'una all'altra.

I cilindri sono rivestiti da una stoffa elastica e su quelli inferiori ha vi una tela senza fine, mobile, rap-

La lana cardata viene tolta dal cilindro scaricatore col mezzo di un pettine messo in moto alternato, manovrando la manovella K, ed è recata sotto forma di lista di panno alle due tele senza fine che, come abbiamo detto, girano nello stesso senso.

Queste tele la portano fra i cilindri 3 e 4, ed uscendo da essi la si fa passare verso i cilindri 3 ed E e circolare sulla parte A della tela senza fine superiore, in cui essa va verso il cardo. A questo punto la si fa girare attorno al cilindro 1, poi la si piega fra i cilindri 1 e 2, dai quali essa continua il suo movimento nello stesso senso. Si sovrappongono in questo modo degli strati successivi uno sull'altro sino a che la lana abbia raggiunto uno spessore conveniente.

presentata in *ab*. Dei tubi a vapore *c, c, c* sono disposti tra i cilindri inferiori ed il di sotto della stoffa in lana. I tubi si prolungano dall'uno all'altro lato di questa e per tutta la sua larghezza, ed hanno dei piccoli fori superiormente, dai quali sfugge del vapore che nello stesso tempo inumidisce e riscalda il feltro.

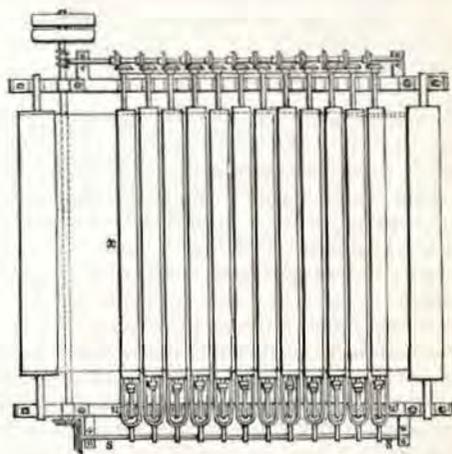


Fig. 499.

La serie superiore dei cilindri riceve un movimento di va e vieni in senso longitudinale per mezzo di un albero SS che abbiamo rappresentato nella fig. 499 ove disegnammo l'apparecchio felttratore in proiezione orizzontale. L'albero detto è posto trasversalmente ai cilindri, secondo la lunghezza della macchina. Esso porta degli eccentrici che servono a produrre un movimento alternativo longitudinale di 9 a 10 millimetri nei cilindri superiori, per mezzo di forchette a cuscinetti *nn* che portano gli assi dei cilindri.

I cilindri felttratori sono messi in movimento con lentezza per via di una semplice disposizione, quale si scorge nella fig. 499, e nel loro movimento si conducono con loro la tela senza fine. In mezzo a questi cilindri stanno dei tubi in metallo che sono riscaldati dal vapore e servono perciò a facilitare col calore l'azione

feltratrice, ossia aiutano la miscela o meglio la penetrazione fra loro dei peli di lana.

Dal cilindro E (fig. 498) (che porta la stoffa in lana arrotolata, e che fu sospeso agli uncini, come abbiamo detto) si sviluppa parte della pezza e la si introduce per un capo in *x* ossia fra la prima coppia dei cilindri della *macchina da feltrare*.

La stoffa passa poco alla volta fra le due serie dei cilindri, i quali per la loro confricazione con quella prodotta dal movimento alternato che succede nel senso della lunghezza e per l'umidità ed il calore assieme combinati, la riducono ad avere solidità e compattezza. Il *feltro* così composto, ma non del tutto finito, si avvolge poco alla volta sul cilindro F, che trovasi all'estremo della macchina, e quando è del tutto avvolto, è portato a subire le successive operazioni di finitura.

La finitura di cui abbisogna per essere *feltro* si chiama *follatura*, e la si compie con un altro meccanismo.

Nella fig. 500 lo abbiamo disegnato, tralasciandone la parte di mezzo, per non sorpassare i limiti del foglio, ed anche perchè se ne comprende egualmente benissimo la disposizione.

A B è un grande e lungo tavolo che porta una cassa DD piena di una soluzione acquosa che serve per compiere la feltratura della stoffa. La cassa DD è in legno e rivestita internamente con lastre di piombo. Sul fondo havvi un serpentino pieno di fori, il quale per mezzo del vapore scalda il *bagno* e lo fa bollire. La profondità della cassa è di dimensione doppia del diametro dei cilindri *aaa...* che posano sul suo orlo. La lunghezza della cassa dipende dal numero dei cilindri che vi si vogliono disporre, numero che non deve mai essere inferiore ai 60. I cilindri

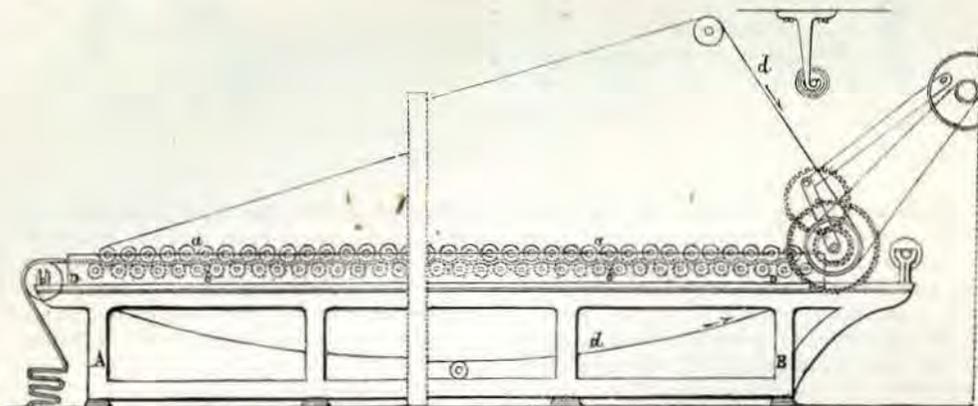


Fig. 500.

sono in fondita e ve ne hanno di due serie: una *aaa* superiore ed una *bbb* inferiore; questa è tutta tuffata nel bagno, l'altra solo per metà dei cilindri, come si scorge dalla figura. I cilindri della serie superiore sono posti sull'orlo della cassa e disposti in modo da occupare gli intervalli lasciati da quelli della serie inferiore, per modo che si ottiene per ogni cilindro un doppio punto di contatto.

La serie superiore è messa in movimento per mezzo di ruote dentate disposte dall'una e dall'altra parte di un estremo della macchina. I cilindri della serie inferiore sono fatti girare pel movimento stesso di quelli della serie superiore che *posano* su essi, e coll'ajuto di altre ruote dentate.

Per sottoporre la stoffa all'azione follatrice vi hanno due tele senza fine *dd* che passano fra le due serie dei cilindri, e passando *conducono* quella fra i medesimi, la ritengono, e non la lasciano se non quando arrivò all'estremo posteriore della macchina, ove una delle tele si innalza per ritornare dalla parte di sopra, e l'altra discende per ritornare dalla parte di sotto.

Le due serie di cilindri ricevono il movimento alternato in avanti ed indietro da un apparecchio unito all'albero principale, e nello stesso tempo la stoffa si avvanza successivamente per la pressione dei cilindri.

Per ottenere un feltro solido il più che sia possibile in tutte le sue parti, è necessario però di *follare* la materia secondo diverse direzioni.

Fin qui il movimento alternato della macchina descritta non produce una follatura che secondo la lunghezza della stoffa, e per farla secondo la larghezza bisogna sottoporre il feltro all'azione di un'altra mac-

china follatrice, simile alla precedente, ma provvista di altri cilindri che lavorano al di sotto e che producono un fregamento nella direzione della larghezza. La disposizione del congegno si scorge nella fig. 501. I cilindri

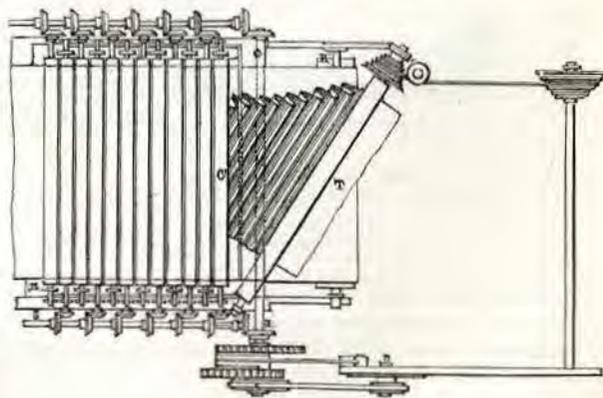


Fig. 501.

posti al di sotto sono disposti in modo tale che fanno colla tela senza fine inferiore un angolo di circa 45° e si muovono con una velocità quattro o cinque volte più grande di quella della tela su cui il feltro è steso.

Nella fig. 501 abbiamo indicato in T uno di questi cilindri; essi servono a fare rientrare sulla sua larghezza od a follare in questo senso la stoffa che fu prima disposta a piegature assai larghe, e presentate obliquamente ai cilindri, fra i quali le si fece passare più volte

di seguito, sino a che si è raggiunto lo scopo. Il feltro così preparato non ha più bisogno che di una nuova follatura per avere una superficie piana, uguale e fine.

Col metodo descritto si ottengono feltri o stoffe feltrate, che costano meno delle tessute ed in certi casi le sostituiscono abbastanza bene. — Così servono per coperte ordinarie; per tappeti, allora che sono stampati a colori; per stoffe da mobili; per coperture di macchine e per tutti quegli usi che accennammo in principio di questo breve articolo.

Il feltro detto da *marineria* è composto da peli, ritagli di pelle e lana, impregnati ed incollati con catrame. È elastico ed impermeabile e serve perciò a foderare e calafatare le navi e per certe parti di vestiario impermeabile per marinai.

Gli Inglesi premezzano in questo ramo di industria del feltro.

Un'altra qualità di feltro detto *impermeabile* si ottiene compenetrandolo con una sufficiente quantità di olio essiccato e serve alla produzione di molti oggetti utili e soprattutto per la fabbricazione delle così dette *visiere* dei berretti tanto civili quanto militari.

Steso un pezzo di tessuto di feltro su un tavolo, lo si impregna di colla di farina, lo si fa essiccare, lo si taglia della forma voluta, lo si impregna in seguito di olio essiccato, lo si liscia con pomice in polvere due o tre volte, poi si pone la *visiera* in una forma in cui si comprime fortemente col mezzo di una vite. La forma è riscaldata in modo che può *lavorare* successivamente venti visiere.

L'olio essiccato che si usa pel feltro è preparato con una miscela di 100 parti in peso d'olio comune di noce, 2 di cernusa, 2 di litargirio, e 2 di terra d'ombra.

Oltre alle *visiere* si fanno anche *cappelli verniciati impermeabili* che servono per marinai, per militari e per tutte le persone esposte giornalmente, pella loro occupazione, all'intemperie delle stagioni.

I *cappelli verniciati*, che sono molto conosciuti, si fanno impregnando d'olio essiccato il feltro, facendolo poscia asciugare, indi lavorandolo al tornio, poi liscian-doli con pomice in polvere e finalmente spalmandoli di vernice nera.

Si vuole che il feltro da cappelli acquisti grande flessibilità ed elasticità spalmando i peli di cui esso è formato con un miscuglio di gomma lacca sciolta nell'alcool e di gomma elastica sciolta in essenza di trementina od in altro qualsiasi solvente. Pare infatti che i cappelli fabbricati con feltro preparato in tal modo possano essere piegati facilmente in qualsiasi verso e riprendano tosto la forma di prima appena lasciati a loro stessi.

Una qualità di feltro di cotone si fabbrica in Inghilterra e la sua materia prima sono gli scarti provenienti dalla filatura del cotone.

La fabbricazione di questo feltro di cotone è fondata sul principio seguente, che cioè qualunque materia vegetale può feltrarsi quando sia disorganizzata da un alcali. E duopo quindi scardassare di nuovo gli scarti e portare il vello che esce dallo scardasso sopra un manico-cotto che gira in un bacino in cui vi ha una soluzione di soda e di potassa. Anche la parte superiore del vello di cotone è egualmente bagnata dalla detta miscela o col mezzo d'una spazzola metallica girante od in forma di pioggia che cade da forellini praticati nel fondo di un vaso.

Dopo il bagno il vello è fatto scorrere fra due cilindri riscaldati dal vapore e questi per la pressione loro e per l'azione del calore producono il feltramento. Eseguito questo, si fa asciugare il feltro sopra cilindri riscaldati

dal vapore e quindi lo si sottopone all'azione della macchina stampatrice.

Con tale processo gli scarti di cotone si convertono in bellissime tappezzerie forti come un tessuto.

Invece del bagno alcalino si può usare la fecola amilacea delle patate, ma questa rende poi il feltro meno pieghevole.

Nello stesso modo si potrebbe trar partito dei cenci di lana sfilacciati coi quali anche gli Inglesi fabbricano tessuti a modico prezzo.

Le *vesti di feltro* inventate in Francia al principio di questo secolo erano fabbricate col feltro da cappellai. Per economizzare la materia però si usavano sagome o modelli di cartone i quali presentavano la figura dei vari pezzi componenti un abito. L'invenzione, sia per la difficoltà dell'esecuzione che pel costo della fabbricazione, non andò troppo in voga. Merita però di essere ricordata perchè è certo che attualmente, pel progresso nella meccanica, si potranno trovare macchine e metodi adatti a diffondere tale trovato.

È inutile qui avvertire come i vari oggetti che si fanno in feltro si preparano secondo i vari usi, tagliando dalle pezze le parti necessarie delle volute dimensioni, seguendo modelli appositi. I tappeti poi di feltro che si vendono a tenue prezzo sono stampati da una sola parte, a colori diversi, secondo i metodi praticati per le stoffe.

La fabbricazione del feltro non ha però ancora raggiunto tutto lo sviluppo e tutta la perfezione desiderabili. — Perfezionando i meccanismi, come si fece di già per i cappelli di feltro, si potranno col tempo ottenere prodotti utili, a buon mercato, con profitto del commercio e dell'industria stessa.

BIBLIOGRAFIA, M. Alcan, *Draps-feutres*. H. Gaultier de Clabry, *Feutre*. Ing. V. BELTRANDI.

FERRIERA — Franc. *Forge, Usine*. Ingl. *Forge, Iron-works, Smithy, Smithery*. Ted. *Schmiede, Eisenhütte, Eisenerk*. Spagn. *Herramental*.

Definizione industriale del ferro. — I composti del ferro col carbonio o carburi di ferro costituiscono una grande varietà di prodotti, i quali, a seconda delle proprietà essenziali che presentano, prendono il nome di *ferro ghisa* (franc. *fonte*; ingl. *cast-iron*; ted. *Guss-eisen*), (franc. *fer*; ingl. *iron*; ted. *Eisen*) ed *acciajo* (franc. *acier*; ingl. *steel*; ted. *Stahl*).

Tutti i metallurgici ed i cultori delle arti meccaniche sono concordi nel riconoscere sotto il nome di *ghisa* quei carburi di ferro fusibili e non malleabili che hanno per caratteri fisici distintivi una grande fragilità all'urto e una grande resistenza alla compressione, unita ad una debolissima resistenza alla trazione.

Ma quanto ai vocaboli *ferro* ed *acciajo*, non hanno essi nelle ferriere e nelle relazioni commerciali un significato così chiaro e preciso da eliminare ogni malinteso ed ogni confusione. In seguito agli innumerevoli progressi fatti in questi ultimi tempi nella siderurgia, ottenendosi oggidì delle varietà di ferro le quali godono di alcune proprietà altra volta ritenute caratteristiche dell'acciajo, si trovano esse promiscuamente designate ora col nome di ferro ed ora con quello di acciaio.

Ma prima di tutto quali sono le proprietà essenziali che si ricercano nell'acciajo, quali nel ferro?

Deve essere l'acciajo fusibile come la ghisa e presentare nello stesso tempo una grande omogeneità, compattezza, elasticità e flessibilità, una grande resistenza ed un grande allungamento alla rottura per trazione, ed indurire inoltre sensibilmente all'azione della tempera.

Domandasi invece in generale al ferro principalmente, la malleabilità, la duttilità, e in minor grado che nell'acciaio la omogeneità, la compattezza e la resistenza alla trazione.

Mentre nei migliori acciai si richiede che tale resistenza raggiunga anche talvolta sino 80 e più chilogr. per mmq., nei ferri anche di prima qualità non si esige che, eccezionalmente, una resistenza superiore a 45 chilogrammi per mmq.

Una volta denominavasi *ferro* propriamente detto quel carburo di ferro il cui tenore di carbonio non superava il 0.15 per %, *acciajo* quando era compreso tra il 0.15 e l'1.50 per %, e *ghisa* quando era maggiore dell'1.50 per %.

Ora, ammessi i caratteri distintivi che abbiamo citati più sopra fra il ferro e l'acciajo, è provato da analisi state fatte che si hanno oggidì dei ferri che contengono una quantità di carbonio variabile da 0.08 a 0.44 per % e degli acciai che ne posseggono da 0.20 a 1.50 per %.

Da ciò risultando che si hanno dei ferri e degli acciai collo stesso quantitativo di carbonio variabile da 0.20 a 0.44 per %, si vede quanto sarebbe difettosa nello stato attuale della siderurgia una definizione del ferro e dell'acciajo basata esclusivamente sul tenore di carbonio.

Or non è molto, allo scopo di distinguere in qualche modo il ferro dall'acciajo, Jordan, Greiner, Halley, Rosset e dietro il loro esempio non pochi capi-fucina, decisero di chiamare *acciajo* ogni carburo di ferro malleabile e fuso, e *ferro* ogni carburo di ferro malleabile che non abbia subito la fusione.

Ma il Gruner unitamente ad altri eminenti metallurgici, tra i quali l'Akermann, il Wedding, il Percy, l'Egleston, il Vicaire, il Jouget, protestarono vivamente contro tale classificazione, osservando che secondo essa l'antico acciaio, vale a dire l'acciajo naturale, cementato, affinato ecc., non sarebbe più acciaio ma semplicemente ferro ordinario e che inoltre essa non tiene nessun conto della caratteristica proprietà della tempera, la quale non dipende dalla fusione ma bensì dalla composizione chimica del metallo.

Sollevarsi la questione in America in seno al congresso dell'*American Institute of the mining engineers* tenutosi nell'occasione dell'Esposizione universale in Filadelfia, l'Egleston, professore di metallurgia alla Scuola delle miniere di New-York, propose ed ottenne che si nominasse un comitato internazionale incaricato di sottomettere al mondo industriale una nomenclatura generale dei prodotti malleabili del ferro.

Questo comitato, che risultò composto dei signori Lowthian Bell, P. Tunner, L. Gruner, H. Wedding, R. Akermann, A. L. Holley e T. Egleston, dopo dotta e profonda discussione convenne nelle seguenti conclusioni motivate a riguardo della nomenclatura dei prodotti malleabili del ferro:

« Considerando che la fabbricazione dei ferri dolci malleabili fusi fatta tanto coi processi Bessemer e Siemens-Martin come colla fusione al crogiuolo, sembra richiamare una nuova nomenclatura dei prodotti ferrosi allo scopo di evitare ogni malinteso;

« Considerando infatti che il vocabolo *acciajo* col quale questi ferri dolci sono chiamati in Inghilterra e negli Stati Uniti, non li distingue dagli antichi acciai propriamente detti che godono della proprietà speciale di temperarsi;

« Considerando che una nomenclatura comune a tutte le lingue sembra desiderabile sia sotto il punto di vista scientifico come sotto quello commerciale, poichè già

varii processi si sono impegnati sul vero senso della parola *acciajo*;

« Considerando infine che il carattere distintivo dei ferri fusi, dolci o duri, vale a dire la loro perfetta omogeneità dovuta alla fusione può essere espressa altrimenti che col vecchio vocabolo *acciajo*, vocabolo che conviene riservare ai composti malleabili del ferro che si induriscono alla tempera;

« Raccomanda l'adozione della nomenclatura seguente:

« I. Ogni composto malleabile del ferro comprendente gli elementi ordinari di questo metallo e ottenuto sia colla riunione di masse pastose, sia in pacchetti o con ogni altro processo non implicante la fusione e che inoltre non indurisce sensibilmente alla tempera, in altri termini, tutto quello che si è denominato ferro dolce (franc. *fer doux*, ingl. *wrought-iron*) sarà chiamato per l'avvenire *ferro saldato* (franc. *fer soudé*, ingl. *weld-iron*, ted. *Schweiss-eisen*).

« II. Ogni composto analogo che per una causa qualunque indurisce all'azione della tempera e fa parte di ciò che si chiama oggidì acciaio naturale, acciaio di fucina o più particolarmente acciaio puddellato (franc. *acier puddlé*, ingl. *puddled-steel*) sarà chiamato *acciajo saldato* (franc. *acier soudé*, ingl. *weld-steel*, ted. *Schweiss-stahl*).

« III. Ogni composto ferroso malleabile contenente gli elementi ordinari di questo metallo che sarà stato ottenuto e colato allo stato fuso, ma che non indurisce sensibilmente all'azione della tempera sarà chiamato *ferro fuso* (franc. *fer fondu*, ingl. *ingot-iron*, ted. *Flusseisen*).

« IV. Infine, ogni composto analogo che per una causa qualunque indurisce all'azione della tempera sarà chiamato *acciajo fuso* (franc. *acier fondu*, ingl. *ingot-steel*, ted. *fluss-Stahl*).

Se questa nomenclatura venisse universalmente accettata si potrebbe già dire di aver fatto un gran progresso; ma non dobbiamo però dissimularci che essa è ben lungi dall'essere perfetta.

E infatti anche la proprietà della tempera non è caratteristica per tutti gli acciai. Gli acciai Bessemer e Siemens-Martin, per esempio, non ricevono una grande durezza all'azione della tempera.

Per questa ragione il sig. Giuseppe Witworth ha proposta un'altra classificazione del ferro e dell'acciajo basata esclusivamente sulla resistenza e sull'allungamento alla trazione.

Ecco quanto dice questo eminente metallurgico in una comunicazione fatta nel 1875 alla Società degli Ingegneri meccanici inglesi:

« Quando si esamina la questione: Che cosa è il ferro? e che cosa è l'acciaio? una delle prime difficoltà che si presenta è la mancanza di una definizione rigorosa che distingua immediatamente tra di loro questi due metalli.

Una definizione fondata sulla composizione chimica conduce evidentemente a ricorrere ai dati degli ingegneri meccanici per due metalli di composizione analoga se non identica, come quelli conosciuti ora come ferro, ora come acciaio secondo il loro processo di fabbricazione.

Similmente la definizione basata sulla tempera dell'acciajo è pure incerta giacchè l'acciajo attualmente impiegato nelle costruzioni, per es. nella fabbricazione delle caldaie, dei cannoni, delle torpedini, ecc. non indurisce e non si tempera secondo il significato che hanno generalmente queste espressioni.

Avendo sperimentato un pezzo d'acciajo prima e dopo averlo scaldato al calor rosso e in seguito immerso nell'acqua fredda, il sig. Witworth ha notato che per effetto

di tale operazione, esso accrebbe la sua resistenza alla trazione da 54 a 74 chilogr. per mmq., mentre l'allungamento alla rottura si mantenne invariabile ed eguale al 24 per $\frac{1}{10}$. Tale metallo accusava manifestamente l'assenza completa di quella fragilità che è la caratteristica dell'acciajo temperato.

Con delle definizioni così opposte e così poco soddisfacenti a riguardo dell'acciajo, l'autore dovette respingere tutte le diverse denominazioni che fanno conoscere le differenti specie d'acciai, come quelle di acciaio cementato, affinato (*corroyé*), doppiamente affinato, acciaio ordinario, acciaio fuso, ecc. che non hanno alcun senso ben definito e sarebbero assai meglio in rapporto coi bisogni se fossero rappresentati semplicemente con dei numeri indicanti la resistenza alla rottura per trazione e l'allungamento corrispondente.

L'autore propone una nomenclatura basata esclusivamente sopra questi due elementi, evitando ogni allusione alla composizione chimica o al processo di fabbricazione.

Egli propone come limite di resistenza tra il ferro e l'acciajo un carico di rottura di 45 chilogr. per mmq.; di guisa che il metallo la cui resistenza oltrepassasse questo sforzo sarebbe chiamato *acciajo* e ogni altra varietà del metallo la cui resistenza fosse inferiore a tale sforzo sarebbe considerato come *ferro*.

In certi casi è la facoltà all'allungamento che si esprime col vocabolo *duttilità* che è di prima importanza, per esempio, allorchè trattasi di cannoni, torpedini, caldaie, ecc., in tutti i casi insomma in cui il metallo deve poter resistere a sforzi considerevoli e subitanei. In altre circostanze invece, come nel caso degli utensili taglienti, è la resistenza del metallo che ha un'importanza preponderante.

Ma anche la definizione di Witworth non si può dire rigorosa, giacchè, come vedremo in seguito, i soli elementi della resistenza alla trazione sono insufficienti a determinare perfettamente tutte le speciali attitudini del metallo. Essa avrebbe però il vantaggio di portare un po' di luce in una questione tanto buja ed intralciata, per il che sarebbe a desiderarsi che venisse universalmente accettata almeno per ora e sino a che non divenga possibile ottenerne una migliore.

Minerali impiegati per la fabbricazione industriale del ferro. — Quantunque i minerali di ferro sieno molto numerosi, tuttavia pochissimi sono quelli che sono suscettibili di essere sottoposti a trattamento metallurgico.

Le combinazioni ossigenate del ferro sono le sole che possono essere adoperate con vantaggio per la preparazione in grande di questo metallo. I minerali di ferro più importanti sono i seguenti:

1. *Il ferro ossidulato magnetico* (franc. *fer oxydulé*, *fer magnétique*, ingl. *magnetic iron-ore*, *load-stone*, ted. *Magneteisenstein*) (Fe_2O_3 , $\text{FeO} = \text{Fe}_3\text{O}_4$) è il minerale più ricco allo stato di purezza (contiene più del 72 per cento di ferro); è assai diffuso, e si trova in abbondanza specialmente nelle regioni nordiche, nel Canada, negli Stati Uniti (Pensilvania e Nuova Jersey); in Russia, nella Norvegia e nella Svezia si trova in grande copia impegnato negli schisti micacei. L'Italia pure ne è ricca nella sua parte settentrionale, ove si hanno gli importanti giacimenti di Traversella nel circondario d'Ivrea, di Cogne nella provincia d'Aosta, e nella sua parte centrale, ove si hanno quelli di Capo Calamita nell'isola di Elba. Recentemente si scoprirono grandiosi depositi di ferro ossidulato magnetico in Berggieshübel (Sassonia). E con questo minerale che si prepara il rinomato ferro della Svezia, come quello di Danemora. Non di rado però tale minerale è imbrattato da pirite marziale o cuprica,

da galena, da apatite o altri minerali i quali nuociono al suo uso come minerale di ferro.

2. *L'ematite rossa* (franc. *hématite rouge*, ingl. *red iron rouge*, ted. *Roth Eisenstein*) e il ferro oligisto (franc. *peroxyde de fer*, *oligiste*, ingl. *oligiste iron*, ted. *Eisenglanz*) (Fe_2O_3) contengono il 69 per cento di ferro. L'ematite rossa si trova in filoni ed in strati nei terreni antichi, non che disseminata nel gneiss, nel granito, ecc. Trovasi pure nei terreni di transizione, ed allora riceve diverse denominazioni, a seconda delle sue proprietà fisiche, come *ferro ocraceo*, *pietra sanguigna*, *ferro concrezionato*, ecc. Questo minerale si chiama poi *ferro ossidato siliceo* quando è mescolato con della silice; *ferro ossidato argilloso* quando è mescolato con argilla, e *minette*, quando contiene dei composti calcari. Il ferro oligisto è sesquiossido di ferro cristallizzato, ed il suo deposito più importante è nell'isola d'Elba. Le differenti varietà dell'ematite rossa sono i principali minerali che si usano per l'estrazione del ferro in Sassonia, nell'Harz, nel ducato di Nassau, nella Westfalia, nel Württemberg, ecc. Tutte le varietà di questo minerale hanno un color rosso più o meno marcato e lasciano sempre una striscia rossa quando sono soffiati sulla carta.

3. *Il ferro spatico o ferro carbonato* (franc. *carbonate de fer naturel*, *fer oxyde carbonaté*, ingl. *spathic iron*, *spathose iron*, ted. *Stahlstein*, *Eisenspath*) (FeCO_3 con 48.3 per cento di ferro), è il principale componente della formazione metallifera; contiene quasi sempre delle quantità più o meno grandi di carbonato di manganese. Si trova in grande quantità sotto forma di masse cristalline nella Stiria e nella Carinzia. Il ferro spatico globulare e reniforme si chiama *sferosiderite*; questo minerale inoltre, a seconda delle diverse forme in cui si trova, è indicato coi nomi di *Flinz* e *Blackband*. Quest'ultima varietà, di grande importanza nella Scozia e nella Westfalia, è una miscela di ferro spatico e di carbone e schisti argillosi; essa si trova per lo più negli strati superiori del terreno carbonifero. Il ferro spatico argilloso o *Clayband*, che si trova specialmente nell'Inghilterra, nella Scozia, nella Westfalia, nella Slesia e nel Banato, è una miscela intima di ferro spatico e di minerali argillosi.

L'Italia settentrionale ed in ispecie le Alpi lombarde sono ricche di ferro spatico; nella valle Trompia se ne contano tre filoni importanti, quello delle Zoje e della Morina, quello detto della Valle, e quello del Pineto. In Valsassina, a Pirogne in valle Camonica ed a San Colombano in valle Trompia esistono cave abbondanti di carbonato di ferro manganifero commisto a carbonato di calce e di magnesia od a baritina.

4. Per l'influenza dell'aria e dell'acqua carica di anidride carbonica sul ferro spatico hanno origine dei prodotti secondarii (Fe_2O_3 , H_2O oppure $2\text{Fe}_2\text{O}_3$, $3\text{H}_2\text{O}$) conosciuti generalmente sotto il nome di *ematite bruna* (franc. *hématite brune*, ingl. *brown iron-ore*, *brown hæmatite*, ted. *Brauneisenstein*). Questi prodotti, secondo i diversi loro caratteri fisici, si denominano *Lepidokrokit*, *Pirosiderite*, *Stilpnosiderite*, ecc. Questi minerali contengono frequentemente carbonato calcico, acido silicico, allumina, ecc. Una varietà argillosa è l'idrato ferrico giallo. A questi minerali si dovrebbe pure associare la *Bauxite*, che è una mescolanza di idrato di alluminio e di idrato ferrico.

5. *Il ferro pisiforme* (franc. *fer pisiforme*, ingl. *pear-ore*, ted. *Bohnerz*) costituisce dei granelli globulari ordinariamente a frattura sferica concentrica. Questo minerale, di cui non si conosce ancora il modo di formazione, si trova frequentemente nel sud-ovest della Germania e nella Francia nei terreni giurassici. È composto o di acido

silicico, ossido ferroso ed acqua, oppure di idrato ferrico e di argilla silicea.

6. Il *ferro delle paludi* o *ferro dei prati*, degli *stagni* o *limonite* (franc. *limonite*, ingl. *bog-iron ore*, *sicampore*, ted. *Raseneisenstein*) si trova nelle torbiere e qualche volta sotto allo strato erboso dei prati, nelle pianure della Germania settentrionale, nell'Olanda, nella Danimarca, nella Finlandia e nella Svezia meridionale. Questo minerale è prodotto dall'azione esercitata sui vegetali dalle acque contenenti ossido ferroso ed anidride carbonica. Esso si presenta sotto forma di masse tubercolari o spugnose, di un colore bruno o nero, composte di idrato ferroso, ossido di manganese, acido fosforico, sostanze organiche e sabbia. Secondo Hermann, questo minerale è composto di idrato ferrico, di idrato manganico, di fosfato ferrico e di apocrenato tribasico di ferro. Tale minerale si impiega generalmente a far ghisa ottima per lavori di getto a motivo della sua fluidità e della facilità colla quale riempie perfettamente gli stampi in cui vien colato. Viene pure, quantunque in piccola quantità, usato per fare del ferro in spranghe, il quale però riesce un po' fragile a motivo del fosforo che contiene.

7. La *franklinite* (Fe_2O_3 , $[\text{ZnO}, \text{MnO}]$, con 45 per cento di ferro, 21 per cento di zinco e 9 per cento di manganese) venne da poco tempo impiegata nell'America del Nord (Nuova-Jersey) come minerale di ferro; è però anche adoperata per estrarne lo zinco.

8. Il *ferro titanifero* è un sesquiossido di ferro in cui parte del ferro è sostituita dal titanio e si trova nella sabbia delle spiagge del mare e dei grandi laghi. Questo minerale però al giorno d'oggi non esercita una grande influenza sull'industria siderurgica.

Sotto il punto di vista metallurgico i minerali di ferro si distinguono in minerali facilmente riducibili e facilmente fusibili ed in minerali difficilmente riducibili o poco fusibili. Ai primi appartengono quei minerali che durante la torrefazione acquistano un grado di porosità tale che permette loro di essere rapidamente ridotti e fusi dai gaz riducenti degli alti forni, come il ferro spatico, che in seguito alla torrefazione perde l'anidride carbonica, e l'idrato ferrico il quale per la medesima operazione perde l'acqua. I minerali difficilmente riducibili sono il ferro oligisto, l'ematite rossa e l'ossido di ferro magnetico.

Oltre ai minerali di ferro in alcune località si adoperano, per l'estrazione di questo metallo, le scorie ricche d'ossido ferroso dei forni di affinamento o di puddellatura, le quali contengono da 40 a 75 per cento di ferro; si adoperano pure per il medesimo scopo, sia isolatamente, sia mescolati a minerali di ferro, la tornitura, i cascami delle officine, le battiture, ecc.

Inoltre si utilizzano da qualche tempo per ottenere della ghisa bigia le pirite abbruciate per la preparazione dell'acido solforico, dopo essere state private del rame che contengono per mezzo della lisciviazione.

Rimandando il lettore agli art. **MINIERE** e **MAGONA** per quanto riguarda i *giacimenti*, la *estrazione* e la *preparazione* (spezzatura, cernita e torrefazione) dei minerali di ferro, veniamo senz'altro a parlare dei diversi modi con cui si può da questi minerali ricavare le diverse qualità di ferro malleabile.

METALLURGIA DEL FERRO.

Estrazione del ferro dai minerali. — Due sono i metodi per cui si può estrarre il ferro malleabile dai suoi minerali: il *metodo diretto*, il solo conosciuto dagli antichi, col quale i minerali vengono direttamente trasfor-

mati in ferro, e il *metodo indiretto*, dovuto interamente alla moderna siderurgia, secondo cui i minerali si convertono dapprima in ghisa, e poscia si trasforma questa in ferro convenientemente decarburandola.

Metodo diretto. — Il metodo di estrazione del ferro dai suoi minerali conosciuti sin dai tempi più remoti, lentamente perfezionandosi attraverso i secoli, si è trasmesso sino a noi ed è ancora oggi impiegato in certe località principalmente montuose. Di tale metodo, detto *catalano* si è già parlato all'art. ACCIAJO e non è quindi il caso che noi ci torniamo sopra.

Solo ci limiteremo ad osservare che questo processo, se è assai semplice, ha per altro l'inconveniente di non essere applicabile che a minerali di una certa natura e ricchezza, di esigere un notevole consumo di combustibile, e di non prestarsi infine alla produzione di una grande quantità di metallo di qualità uniforme, come le attuali condizioni dell'industria richiederebbero. Molti tentativi vennero fatti in questi ultimi tempi onde perfezionare radicalmente tale processo o trovarne altri più convenienti che, come questo, permettano di ottenere il ferro direttamente dai suoi minerali.

Noi ci limiteremo ad accennare a quelli dovuti al Clay, al Chenot, al Gussander e al Siemens.

Il Clay ha proposto un metodo secondo il quale si comincia a mescolare il minerale con una quantità di litantrace eguale ai quattro decimi circa del suo peso, e si riduce il tutto in una polvere fina capace di attraversare un setaccio, i cui forellini abbiano il diametro di 3 millimetri circa. Si versa allora la miscela in una tramoggia sovrastante ad un forno a riverbero, diviso internamente in due parti disgiunte solo da una differenza di livello. Il compartimento del forno il cui suolo è più elevato è quello che riceve la miscela per mezzo della tramoggia; il compartimento più basso costituisce la camera di un vero forno di puddellatura. Arrivando la miscela di minerale e combustibile nella parte più elevata del forno, vi subisce un'azione preparatoria: il minerale comincia a ridursi in parte e nello stesso tempo il litantrace si va trasformando in arso (coke). Ad un punto la carica è spinta nella parte più bassa del forno, che per essere la più vicina al focolajo è anche la più riscaldata. Ivi avviene la riduzione totale del minerale, favorita anche dallo smuovimento continuo della massa che produce un operaio mediante apposito riavolo. Ridotto il ferro e riunito in una sfera, non rimane che sottoporlo all'azione dell'acciaicajo o del maglio.

Secondo il processo Chenot, si produce la riduzione del minerale di ferro coll'ossido di carbonio.

I minerali che si impiegano bisogna che siano il più possibilmente puri. Per i minerali magnetici, le sostanze eterogenee si separano mediante una macchina magnetoelettrica.

Il minerale completamente purificato si mescola con una piccola quantità di calce o di litantrace, destinata ad impedire l'agglutinamento del ferro durante la riduzione. Si pone quindi entro a cilindri portati ad elevata temperatura, in cui da un estremo s'introduce dell'ossido di carbonio. Questo, combinandosi coll'ossigeno del minerale, si converte in acido carbonico e in tale stato esce dall'estremo opposto dei cilindri.

L'ossido di carbonio conviene che sia il più possibilmente puro; non bisogna quindi ottenerlo mediante la imperfetta combustione del carbone nell'aria atmosferica, poichè in tal caso esso conterrebbe dell'azoto che ne attenuerebbe assai l'azione riducente.

Si deve invece prepararlo facendo reagire su del carbone rovente dell'acido carbonico quasi puro ottenuto

sia dalla reazione di un acido sopra un carbonato, sia mediante la calcinazione di un carbonato di calce, come pietra da calce, marmo, ecc.

L'acido carbonico che, come abbiamo detto, si estrice dagli esterni dei tubi contenenti il minerale di ferro può essere utilizzato facendolo reagire con carbone rovente e trasformandolo per tal modo in ossido di carbonio che si conduce poi nei cilindri riducenti.

Il ferro che si ottiene con questo procedimento è assai spugnoso; bisogna quindi assoggettarlo ad una energica pressione e scaldarlo per ultimo fortemente onde determinare l'agglutinamento delle sue molecole.

Anche col metodo di Gussander si comincia a separare il minerale dalle sostanze impure che esso contiene.

L'epurazione del minerale si effettua nel modo seguente: Si riduce dapprima, con o senza preventivo riscaldamento, in polvere sottile per mezzo di pestelli adatti il minerale e la sua ganga. Questa polvere perfettamente secca mediante una corrente d'aria prodotta da una macchina soffiante o da un ventilatore, si introduce e si dissemina in modo uniforme nell'ambiente di una stanza posta al riparo da ogni altra corrente d'aria. Là la forza della gravità distribuisce sul pavimento la polvere dispersa per ordine di densità; quella più densa che cade per la prima si disporrà in vicinanza della bocca d'introduzione della corrente d'aria, e più lungi quella meno densa che cade per ultimo.

Allorquando uno dei costituenti la miscela dei minerali è magnetico, colla corrente d'aria generata dalla macchina soffiante, si spinge la polvere contro una serie di lastre di ferro rese magnetiche. Queste lastre sono disposte l'una dietro l'altra dinanzi alla bocca d'arrivo del vento e ricevono un movimento di va e vieni in direzione normale a quella del vento. La polvere magnetica man mano che aderisce alle dette lastre si toglie e si raccoglie mediante apposita spazzola.

Raccolto in tal modo il minerale più puro, ecco come si opera per trasformarlo in ferro. In un forno composto di un cilindro orizzontale o verticale in lamiera di ferro e in mattoni refrattarii, si muove una vite cava, munita di buchi da cui si fa entrare l'aria atmosferica a conveniente pressione. Il forno è riscaldato internamente ed esternamente. La polvere di minerale si trasporta nel forno dalla vite cava, il cui movimento è regolato in modo conveniente affinché l'abbrustolimento riesca completo. La polvere del minerale che ha subita quest'operazione cade direttamente nel forno di riduzione. La riduzione, come nel processo Chenot, si effettua mediante l'ossido di carbonio, il quale si introduce nel forno di riduzione con una disposizione analoga a quella con cui l'aria atmosferica si fa penetrare nel forno di torrefazione.

Da più anni quella celebrità metallurgica che è il Siemens va anch'essa occupandosi, mediante esperimenti nelle sue ferriere di Birmingham e Towcester, di questa importante questione dell'estrazione più o meno diretta del ferro dai suoi minerali.

Il processo da lui seguito consiste nel trattare il minerale polverizzato, mescolato con carbone pesto e se occorre con fondenti, in un forno girante a gaz. Portato il forno ad elevatissima temperatura, si pone in esso una determinata quantità del minerale in polvere mescolato con una proporzione conveniente di calce, manganese, ecc., poi si lascia fino a che si sia fortemente scaldato. Si introducono allora gli agenti riduttori, o carbon fossile puro, o antracite, o arso (coke) preventivamente pesto, o del carbone pure pesto nella proporzione variabile da $\frac{1}{4}$ a $\frac{2}{3}$ circa della carica di minerale.

Si aumenta allora la velocità di rotazione del forno e ne segue una reazione rapida: il perossido di ferro convertendosi in ossido di ferro magnetico comincia a fondere, il ferro metallico si precipita, la ganga del minerale forma coi fondenti una scoria liquida, e dalla massa esala una quantità abbondante d'ossido di carbonio.

Il ferro ridotto si sottopone all'azione dell'acciaiatore o del maglio e si converte in masselli.

Si ottengono per tal modo dei masselli di ferro malleabile di qualità assai buona, ancorchè si impieghino dei minerali cattivi, fosforosi, solforosi e siliciferi.

Questo processo permette inoltre l'impiego di combustibili di qualità anche scadente.

Metodo indiretto. — Il processo col quale si trasforma la ghisa in ferro si chiama *processo di affinamento* (franc. *affinage*, *raffinage de la fonte*; ingl. *refining the pig-iron*; ted. *Feinen, Läutern des Roheisen*). Esso consiste principalmente nell'eliminare coll'ossidazione la maggior parte del carbonio e degli altri corpi estranei contenuti nella ghisa.

La ghisa a tutti è noto (vedi art. MAGGONA) che si distingue in *ghisa bianca* (franc. *fonte blanche*, *floss*; ingl. *white pig-iron*; ted. *das weisse Roheisen, Floss*) ed in *ghisa bigia* (franc. *fonte graphiteuse, surcarburee*; ingl. *cast-iron N. 1, highly-graphitic iron, kishy pig*; ted. *das schwarze, graphiteiche Roheisen*).

Per l'affinamento si adopera generalmente la ghisa bianca ed a preferenza quella più povera di carbonio, sia perchè essa ha la proprietà di rammollirsi prima di fondersi, di mantenersi fluida per lungo tempo e di presentare per conseguenza una maggiore superficie all'azione degli agenti ossidanti, sia anche perchè il carbonio chimicamente combinato colla ghisa bianca ha più facilità di abbruciare che non la grafite della ghisa bigia.

L'affinamento della ghisa si eseguisce con tre procedimenti diversi:

1° Nei fucinali o col metodo tedesco (franc. *raffinage à l'allemande*; ingl. *german fining-process*; ted. *die deutsche Frischarbeit, Herdfrischung*).

2° Nei forni a riverbero o colla puddellatura (francese *puddlage, puddlerie*; ingl. *puddling, puddlery*; ted. *Puddlingarbeit, Puddeln, die Eisenfrischerei im Flammofen*).

3° Nel convertitore di Bessemer. (Per quest'ultimo vedi art. ACCIAJO.)

Affinamento nel fucinale. — Si hanno vari metodi a seconda delle località ove si opera l'affinamento, non molto diversi tra di loro. Diremo soltanto dei principali.

Metodo contese (franc. *affinage comtois*) — Le figure 502 e 503 rappresentano in spaccato ed in pianta uno dei forni più comunemente impiegati per l'affinamento.

La cavità del focolare o *crogiuolo* (franc. *creuset*; ingl. *hearth*; ted. *Feuer, Heerd*) U di forma quadrangolare è internamente rivestito da lastre di ghisa intonacate di argilla. L'aria occorrente per l'affinamento è iniettata nel crogiuolo dall'ugello *t* di terra cotta o di rame alimentata dai due mantici S comandati dall'albero a bocciuoli M e dai contrappesi p.

Dirimpetto alla sofferia havi una piastra di ghisa *ab* leggermente inclinata, sulla quale si dispongono il materiale da affinarsi, quello affinato e il carbone, e al disopra di questa e del focolajo la cappa C che conduce al camino i prodotti della combustione.

Il focolare dal lato ove lavora l'operajo affinatore è munito di un'apertura dalla quale puossi dare sfogo alle scorie che si formano durante l'affinamento.

L'andamento del lavoro è il seguente. Si riempie il crogiuolo con carboni di legno incandescente, si mette

in attività la soffiaria e poscia si dispone la ghisa sul carbone in piccoli pezzi o lastre.

Bentosto la ghisa fonde e attraversando la massa del combustibile cade al fondo del crogiuolo. Nel frattempo l'aria della soffiaria agisce sulla ghisa fusa che attraversa il combustibile e sul silicio in essa contenuto nonchè sulla sabbia trasportata nel crogiuolo in aerenza ai lingotti, e in forza delle reazioni che avvengono si forma un silicato basico di protossido di ferro costituente la così detta *scoria povera* (franc. *scorie pauvre ou crue*; ingl. *raw or poor slag*, *tap-cinder*; ted. *Rohschlacke*) che si porta a galleggiare sul metallo fuso, mentre una parte del carbonio della ghisa si trasforma in acido carbonico che sfugge dal camino.

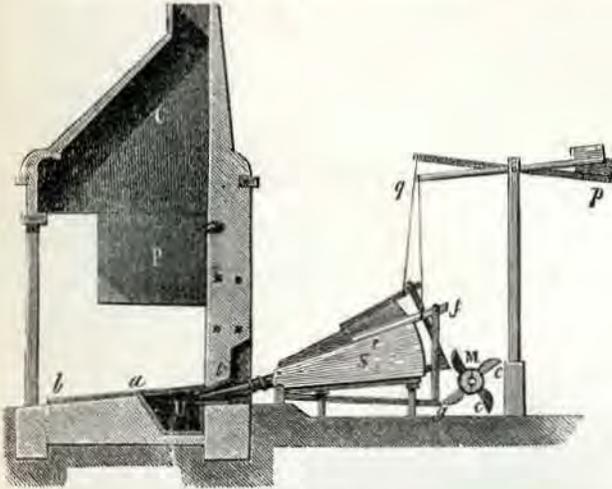


Fig. 502.

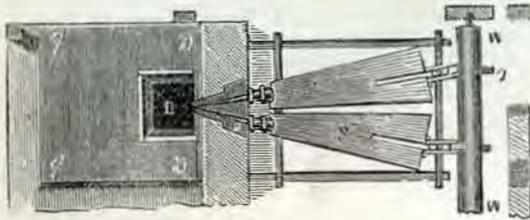


Fig. 503.

Per conseguenza la ghisa che si raccoglie al fondo del crogiuolo ha già subito un certo affinamento; e tale grado di affinamento viene poi accresciuto dalla reazione che l'accennato silicato ferroso esercita sul carburo di ferro fluído cedendo ad esso ossigeno.

Una parte delle scorie si fa uscire di tempo in tempo dal foro di scolo, badando però di non mai scoprire completamente la ghisa fusa. Queste scorie mescolate con delle battiture di ferro (ossido ferroso ferrico) vengono poi utilizzate nelle successive operazioni distribuendole sulla ghisa fusa, giacchè è da notarsi che quando l'ossido ferroso ferrico ed il silicato ferroso basico sono in contatto col bagno liquido di ghisa, il primo concorre ad affinarlo cedendo il suo ossigeno al carbonio della ghisa e producendo acido carbonico.

Tutte le altre sostanze contenute nella ghisa, come alluminio, fosforo, manganese, ecc., sono scorificate allo stato di acido fosforico e di protossido di manganese.

Ottenuta la completa fusione della ghisa, si tolgono le scorie e si fa ricuocere esponendone la massa fusa

all'azione del vento della soffiaria e scuotendola attivamente con un riavolo in tutte le sue parti onde ottenere una decarburazione più pronta e più uniforme. La scoria che si forma durante quest'operazione di rimescolamento (franc. *désormage*; ingl. *work*, *raising-up*; ted. *Rohaufbrechen*) va sempre più arricchendosi di ossido ferroso a misura che si avvicina il termine dell'affinamento; essa si chiama allora *ricca* o *dolce* (franc. *scorie riche, douce*; ingl. *rich slag*; ted. *Garschlacke, die gare Eisenfrischschlacke*), ed ha una composizione che si approssima assai a quella indicata dalla formola SiO_2, Fe_2O_3 . Tale scoria mescolata con delle battiture di ferro viene, come la scoria povera, impiegata per la decarburazione della ghisa.

Finita l'operazione della ricottura, l'operaio affinatore deve *abbalottare* il massello (franc. *avaler la loupe*; ingl. *to break-up the lump*; ted. *den Deul aufbrechen*), vale a dire ravvicinare gli uni agli altri i frammenti sparsi e circondati di loppe, e comprimendoli assieme convertirli in una sola massa. Ciò fatto, ad un forte calore si separa completamente la scoria dal ferro.

Terminato per tal modo l'affinamento, si ritira dal fuoco la massa di ferro, che allora prende il nome di *loppa* o *massello* (franc. *loupe, masset, massé, balle*; ingl. *loop, lump, ball*; ted. *Luppe, Dachel, Deul, Teul*), si batte alla sua superficie con barre di ferro allo scopo di addensarla e di avvicinare le parti poco aderenti; poi si prende con una tanaglia e si porta all'acciaccatojo od al maglio, ove sotto l'azione di replicati colpi si addensa maggiormente e si purga dalle scorie liquide contenute nelle sue cavità.

Durante questa operazione si staccano dal massello delle scaglie di ossido di ferro magnetico Fe_3O_4 , le quali si raccolgono e si impiegano poscia nelle successive operazioni.

Tolto il massello dal crogiuolo, si fanno effluire quasi in totalità le scorie, poi si prepara questo per una nuova operazione raffreddandone il fondo con acqua fredda se è troppo caldo, aggiungendo delle battiture di ferro alle scorie rimaste, e caricando infine nuovo carbone e nuova ghisa.

Mediante si può ritenere che con questo metodo da 100 parti di ghisa, unitamente alle scorie ed alle battiture di ferro nelle ordinarie proporzioni, se ne possono ricavare 75 circa di ferro malleabile.

Giova avvertire che in questi ultimi tempi la maggior parte dei fuochi contesi ancora esistenti furono muniti di uno speciale apparecchio per cui le fiamme perdute sono condotte in un forno laterale, ove vengono utilizzate a riscaldare o i pezzi di ghisa da affinarsi, o i tagliuoli da sottoporsi al lavoro del maglio e del cilindratojo, o l'aria da injettarsi dall'ugello, o a generare infine il vapore occorrente per far agire gli acciaccatojo od i magli o qualunque altro congegno. Inoltre al rozzo meccanismo di soffiaria primitivamente impiegato si sostituirono delle macchine soffianti assai più perfezionate che si troveranno descritte in apposito articolo (Vedi VENTILATORI e MACCHINE SOFFIANTI).

Metodo svedese. — Questo metodo si distingue dal precedente in questo, che con esso non si affinano che piccole quantità di ghisa alla volta ed inoltre non si impiegano scorie, per cui la decarburazione è dovuta alla sola azione ossidante dell'aria.

Con questo processo si consuma molto combustibile ed inoltre una considerevole quantità di ferro si ossida, per cui esso riesce piuttosto costoso, ma però il metallo che si ottiene è assai compatto ed affatto spoglio di scorie.

Metodo lombardo o bergamasco (franc. *raffinage bergamasque*; ingl. *Müglasinter-fining-process*; ted. *Müglafrischarbeit*). — Consiste questo metodo nel fondere prima di tutto lentamente la ghisa con un vento moderato per formare dei coticci mezzo affinati agglomerati con pezzi di carbone e scorie, ed affinare in seguito completamente la massa per tal modo ottenuta.

Ecco come si conduce l'operazione.

Nel crogiuolo si fa un letto di polvere di carbone bagnata e ben battuta, il quale arrivi sino all'altezza dell'ugello. Si riempie poi completamente il crogiuolo con del carbone piuttosto grosso, indi si dà il vento e si attiva la combustione.

Ciò fatto, si dispone sul carbone ed in vicinanza dell'ugello della ghisa in piccoli frantumi del peso di 250 chilogr. circa e non si dà più che un mezzo vento affinché la ghisa possa fondere con lentezza.

Si continua ad alimentare il focolare con dell'altro carbone e mediante un riavolo si sostiene e si espone all'azione del vento la massa di ghisa già alquanto fusa procurando di non lasciarla cadere nel bagno che occupa la parte inferiore del crogiuolo.

Compiuta la totale fusione della ghisa, si getta dell'acqua sul focolare e si scarica rapidamente il carbone colla pala. Scoperta la massa fusa, si getta pure su di essa dell'acqua per coagulare le scorie che coprono il metallo. Queste scorie, man mano che si formano, si estraggono dal bagno e non si impiegano più nelle successive operazioni, ma si utilizzano negli alti forni. Ciò fatto, si gettano nel bagno delle battiture di ferro nella quantità di 25 chilogr. circa e si scuote il tutto con una spranga di legno. La massa fusa perde allora quasi d'un tratto la sua liquidità, si fa pastosa e si raccoglie in grumi spongiosi.

Si toglie allora rapidamente e prima che si sia solidificata la ghisa dal fuoco e si getta sulla piattaforma adiacente, ove si raffredda spruzzandola con acqua.

La massa per tal modo ottenuta è una ghisa semi-affinata commista con una certa quantità di scorie, di carbone e di schegge di ferro. Essa deve quindi subire una seconda operazione di affinamento.

A tal fine si pulisce il focolare, si rifà il letto con polvere di carbone bagnata e compressa, e su di esso si carica di fronte all'ugello la sesta parte circa della massa ottenuta nella prima operazione.

Ciò fatto, l'operaio affinatoro getta sul mucchio di ghisa qualche pala di carbone acceso e ricopre il tutto con della polvere di carbone piuttosto fina. Fa poscia agire la soffieria debolmente al principio e poscia man mano più attivamente e va intanto disponendo i pezzi di ghisa per modo che il vento si distribuisca uniformemente in tutta la massa da affinarsi, li batte a colpi di pala onde favorirne l'agglomerazione, e rimuove quando occorre lo strato di polviscolo che li ricopre. Allorchè le particelle di ghisa giungono ad agglutinarsi ed a formare un coticcio di conveniente consistenza, l'operaio arresta il vento, scopre il fuoco e ritira il coticcio disponendolo sulla piattaforma situata presso il focolajo.

In modo affatto analogo si trasformano mediante altre cinque operazioni successive i rimanenti $\frac{5}{6}$ della massa di ghisa semi-affinata commista a scorie e carbone ottenuta nel primo trattamento.

Ridotta tutta la massa da affinarsi in sei coticci, si affina ciascuno di essi successivamente nello stesso crogiuolo seguendo lo stesso procedimento con cui si è ottenuto un parziale affinamento della ghisa di prima fusione.

Preparato il letto di polvere di carbone bagnata e compressa, si pone sopra di esso del grosso carbone non infiammato, poi una pala di carbone acceso e infine il coticcio in vicinanza dell'ugello. Si fa agire la soffieria dolcemente prima e dandole forza poco a poco per modo che raggiunga il suo massimo effetto dopo un quarto d'ora circa. Di quando in quando si gettano nel focolare, dalla parte dell'ugello, delle scorie ricche e delle battiture provenienti da precedenti affinamenti. Si aggiunge del carbone a misura del bisogno, e ad ogni aggiunta di combustibile si solleva il coticcio col riavolo affinché sia sempre esposto all'azione del vento dell'ugello. Il ferro a poco a poco si va distaccando dal coticcio a grumi che cadono insieme alle scorie sul letto di carbone. L'operaio li riunisce e ne forma il massello.

I masselli in tal modo ottenuti vengono poi condotti all'acciaiatojo onde scavezzarli e purgarli dalle impurità. Questo procedimento esige un gran consumo di carbone, ma il ferro che si ottiene è di qualità superiore.

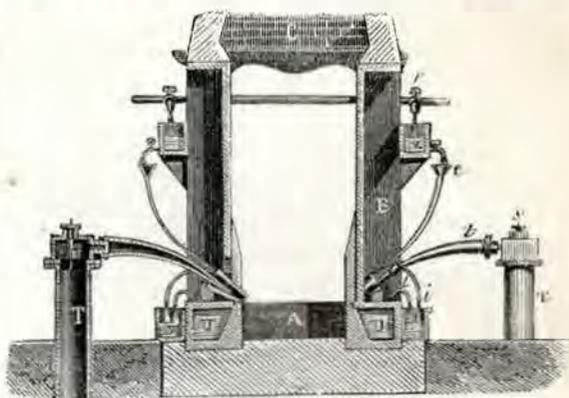


Fig. 501.

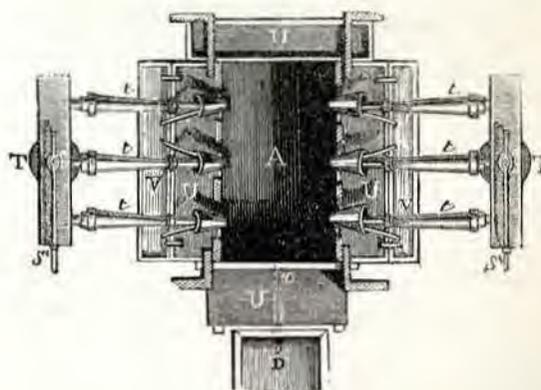


Fig. 505.

Metodo inglese. — Col metodo inglese l'affinamento si opera in un fucinale come quello rappresentato in sezione verticale e in pianta dalle figure 504 e 505.

Il focolare A di forma rettangolare ha il suo fondo di sabbia ben battuta e le sue pareti laterali di ghisa cava entro le quali si fa circolare dell'acqua fredda durante l'affinamento onde preservarle da un eccessivo riscaldamento, derivandola mediante le chiavi dai serbatoi nei quali è condotta dal tubo *r*.

Quattro, sei, e talvolta otto ugelli *t* disposti simmetricamente sui due lati maggiori del crogiuolo forniscono il vento, di cui si regola l'intensità mediante i regola-

tori s' e s'' posti alla sommità dei condotti d'aria T. Gli ugelli sono di ferro a doppia parete e tra le due pareti si mantiene una continua corrente d'aria per moderarne la temperatura.

Al di sopra del focolare havvi la cappa e sostenuta da quattro supporti in ghisa, dalla quale si estricano i prodotti della combustione.

L'affinamento si opera in modo analogo a quello nei piccoli focolai più sopra descritto. Sul fondo del crogiuolo si mette del carbone incandescente e sovraesso del carbone spento. Sovra di questo si dispongono i pani di ghisa in modo che ne coprano tutta la superficie esterna. Si fa agire la soffleria man mano più attivamente. La ghisa fonde e cola attraversando la massa di combustibile e il vento iniettato dagli ugelli.

Fusa tutta la ghisa, si lascia che il vento operi ancora qualche tempo sopra di essa e nel frattempo si rimescola attivamente la massa mediante un riavolo. Poscia si forma il massello, che si estrae dal focolajo e si conduce all'acciaiatore o al maglio.

Talvolta nei fucinali inglesi invece di ottenere del ferro al carbone di legno, si sottopone semplicemente la ghisa ad un trattamento preparatorio impiegando dell'arso (coke), e si produce la così detta *ghisa affinata* (franc. *métal fin, métal mazié, mazié*; ingl. *fine metal*; ted. *Feinmetall*), la quale viene poi condotta a totale affinamento o nel forno di puddellatura o anche nelle piccole fucine a carbone di legno. Allora la parte anteriore del fucinale (fig. 504 e 505) è munita di un'apertura *oo*, dalla quale la ghisa quando è completamente fusa si fa effluire nel bacino D, ove si solidifica in forma di lastra sottile. Finita la colata, si getta sulla massa dell'acqua fredda che ne produce il rapido raffreddamento. La ghisa diventa per tale operazione bianca e fragile (*cassante*), così che si può rompere in piccoli pezzi col martello.

La durata dell'operazione si può ritenere mediamente di due ore circa, ed il consumo dell'arso in peso del 2 al 2.5 per 100 di ghisa.

Affinamento nei forni di puddellatura. — I metodi descritti di affinamento della ghisa nei fucinali col carbone vegetale non convengono per le ghise di qualità inferiori, alle quali lasciano tutti i loro difetti. Inoltre esigono essi l'impiego di un combustibile costoso e di produzione assai limitata. Per questa ragione i ferri che si ottengono, detti *ferri al carbone di legno* (franc. *fers affinés au bois*), sono in generale assai costosi e si riservano per usi speciali.

Questi metodi furono nonpertanto i soli impiegati per la trasformazione della ghisa in ferro sino al 1786, epoca in cui vennero scoperti e cominciarono a divulgarsi i processi di affinamento nei *forni a riverbero* o *forni di puddellatura* (franc. *fours, fourneaux à puddler*; ingl. *puddling-furnaces*; ted. *Puddlingöfen, Puddelöfen*) mediante il litantrace o l'arso, detti *forni inglesi*, poichè ebbero origine e vennero applicati dapprima in Inghilterra.

Il principio su cui si basano questi processi di affinamento è sempre lo stesso: quello di togliere alla ghisa una parte del carbonio in essa contenuto facendolo combinare coll'ossigeno dell'aria atmosferica e con quello di certi ossidi. Solo che mentre nei fucinali la ghisa da affinarsi si trova mescolata col combustibile durante l'operazione di affinamento, nei forni di puddellatura il combustibile e la ghisa sono tra loro separati. Oltre a ciò in questi forni la ghisa fusa viene assoggettata ad un continuo rimescolamento destinato a produrre una stessa ossidazione in tutte le parti della sua massa e perciò un maggior grado di omogeneità del metallo prodotto.

Un forno di puddellatura si compone di tre parti distinte, che sono il *focolare* (franc. *chauffe, foyer*, ingl. *hearth*, ted. *Heerd*) colla sua *graticola* (franc. *grille*, ingl. *fire-grate*, ted. *Fuerrost*) sulla quale si getta il combustibile, il *crogiuolo* detto altrimenti *suola, pavimento, aia e bacile* (franc. *sole, aire*; ingl. *hearth, sole*; ted. *Heerd*) ove si effettua la fusione, ed il *camino* (franc. *cheminée*; ingl. *chimney*; ted. *Schornstein, Esse*).

Le due prime parti sono coperte da una o più volte che si prolungano sino al camino, il quale è situato all'estremo opposto della graticola affinché la fiamma ed i gaz possano attraversare il forno in tutta la sua lunghezza. La graticola ed il crogiuolo sono tra loro separati da un *ponte* o *altare* (franc. *autel, pont*; ingl. *fire-bridge*; ted. *Feuerbrücke*) che serve ad evitare il miscuglio del combustibile colla ghisa ed a preservare quest'ultima dal contatto dell'aria.

I forni di puddellatura si distinguono in due grandi categorie: quelli in cui lo scuotimento della massa da affinarsi od operazione di puddellatura si eseguisce direttamente dalle braccia dell'uomo per mezzo di un riavolo, e quelli in cui essa si fa con processo meccanico.

I primi prendono il nome di *forni di puddellatura a mano* ed i secondi *forni di puddellatura meccanica*.

Forni di puddellatura a mano. — Si hanno varii sistemi di forni di puddellatura a mano diversi tra di loro per disposizione, dimensioni relative delle varie parti, dettagli di costruzione, ecc., corrispondenti ciascuno a speciali qualità di minerale e di combustibile.

Uno di tali forni assai semplice, chiamato appunto *forno di puddellatura semplice* (franc. *four de puddlage simple*), è rappresentato in sezione longitudinale secondo la linea CD e in sezione orizzontale secondo la linea AB dalle figure 506 e 507.

Una lastra di ghisa L costituisce il pavimento. La volta che lo ricopre ha le sue generatrici parallele al piano verticale che passa per l'asse del forno. Essa si imposta nei muri laterali del forno che funzionano per conseguenza da piedritti.

I gaz caldi dal focolare F, ove vengono generati dal combustibile che abbrucia sulla graticola G, si portano direttamente nel camino H.

La carica del combustibile sulla graticola si fa attraverso alla *porta di caricamento* (franc. *porte de charge*; ingl. *charging-door*; ted. *Einsatz-thor*) Q che si tiene otturata durante la combustione.

L'operajo incaricato del lavoro scuote dalla *porta di lavoro* (franc. *porte de travail, ouvreau, porte du laboratoire*; ingl. *working-hole, working-door*; ted. *Arbeitsloch, Arbeitsthüre*) P mediante un riavolo la massa che va fondendo nel crogiuolo. La porta P serve pure per introdurre nel bacile la ghisa da affinarsi ed estrarne i masselli di ferro ottenuti. Le due facce interne del forno che partono dalla porta P sono inclinate rispetto all'asse del forno, affinché l'operajo possa col riavolo dominare tutti i punti della carica da affinare.

Tutte le parti del forno sono poi tra di loro collegate mediante le armature *a* e i tiranti *t* in ferro.

Un altro forno di puddellatura, assai usato in Inghilterra e specialmente per la rifondita della ghisa, è rappresentato in sezione longitudinale CD ed in sezione orizzontale AB dalle fig. 508 e 509.

La volta V di questo forno è doppia ed è sopportata nel suo mezzo da un arco scemo L che obbliga la fiamma del focolare a ripiegarsi sul pavimento D.

Le generatrici della volta sono normali alla direzione dell'asse del riverbero.

Il pavimento D si compone di sabbia argillosa battuta.

Esso è concavo ed i suoi punti più bassi si trovano proprio al disotto dell'arco trasversale L.

Sotto allo stesso arco nei due muri longitudinali del forno sono praticate le due aperture E e F destinate la prima a dar uscita alle scorie e al materiale fuso, e l'altra a permettere la sorveglianza dell'andamento del lavoro.

Tra l'apertura E e la base del camino H si trova la porta G dalla quale si introducono nel forno e si dispongono sul pavimento i pani di ghisa da affinare. Tale porta

si solleva o si abbassa a seconda del bisogno mediante la catena C.

Dall'apertura M si carica il combustibile sulla graticola.

Un forno di puddellatura in uso presso la magona di Bromford (Birmingham) e caldamente raccomandato dal Percy, l'autore del pregevole e pregiato Trattato di Metallurgia, è rappresentat oin fronte, spaccato longitudinale e sezione orizzontale, dalle figure 510, 511 e 512.

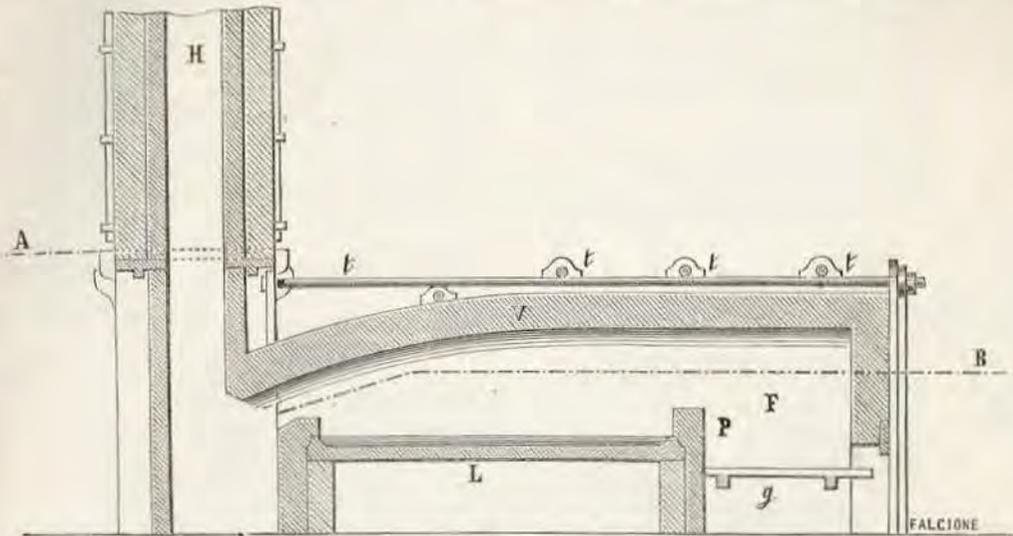


Fig. 506.

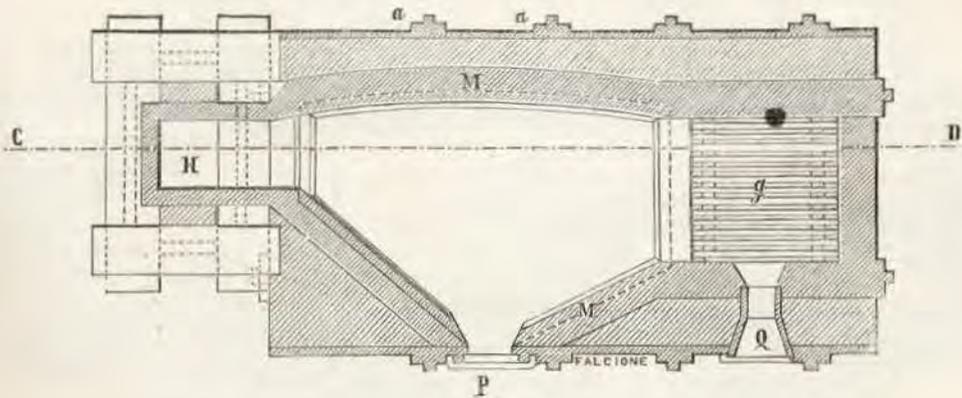


Fig. 507.

Il lettore potrà formarsi un esatto concetto della disposizione e costruzione di questo forno dalla seguente breve leggenda:

F (fig. 510, 512) focolare in mattoni refrattarii; g graticola; a altare pure in mattoni refrattarii; f (fig. 511 e 512) apertura dalla quale si carica il combustibile sulla graticola; b altra apertura da cui s'introducono le barre di ferro da scaldarsi, che si saldano poi sul massello ottenuto coll'operazione del raffinamento e servono ad estrarlo dal forno per sottoporlo al lavoro dello acciacatojo o del maglio.

L'apertura f, caricato il combustibile sulla graticola, si chiude con carbone minuto.

A (fig. 511 e 512) pavimento; i lastre di ghisa che sostengono il pavimento; K letto di scorie battute, P (fig. 510 e 512) porta del forno da cui si introducono i

pani di ghisa che devono trasformare in ferro. La porta P è di ghisa ed è internamente rivestita con mattoni refrattarii.

d apertura situata nella parte inferiore della porta attraverso la quale mediante un riavolo l'operajo agita la massa del metallo fuso; e apertura che durante l'affinamento si chiude con sabbia, e dalla quale finita l'operazione si fanno effluire le scorie; h (fig. 511) condotto entro cui circola l'aria atmosferica od altro fluido onde impedire l'eccessivo scaldamento delle pareti di ghisa che sostengono l'altare; tt travi trasversali di ghisa che sopportano il pavimento.

C condotto del fumo; m lastra di ghisa che sostiene un muricciuolo su cui scorrono le scorie in eccesso nn.

V volta in mattoni refrattarii; ZZ' massiccio di mattoni ordinarii; o spazi occupati da sostanze coibenti,

aria, cenere, ecc.; DD rivestimento di ghisa collegato da tiranti.

Tra le differenti parti di un forno di puddellatura deve manifestamente esistere un certo rapporto. Però sinora non si sono determinate delle regole molto precise e si ha piuttosto riguardo ai risultati dell'esperienza. Così si è ricavato che il successo dell'operazione è più completo ed il consumo del combustibile è minore quando la superficie del fondo è circa il triplo di quella della graticola,

e quando l'area della superficie libera di questa è eguale a 3,5 volte quella della sezione del canale di fuga.

L'aria esterna deve circolare liberamente sotto la graticola, e per questo la maggior parte dei forni a riverbero sono costruiti all'esterno dell'officina e comunicano con questa nella sola parte ove si attinge il metallo. Il focolare è situato sopra una fossa destinata ad aumentare la chiamata dell'aria, alla quale si accede mediante alcuni scalini. Essa deve essere abbastanza pro-

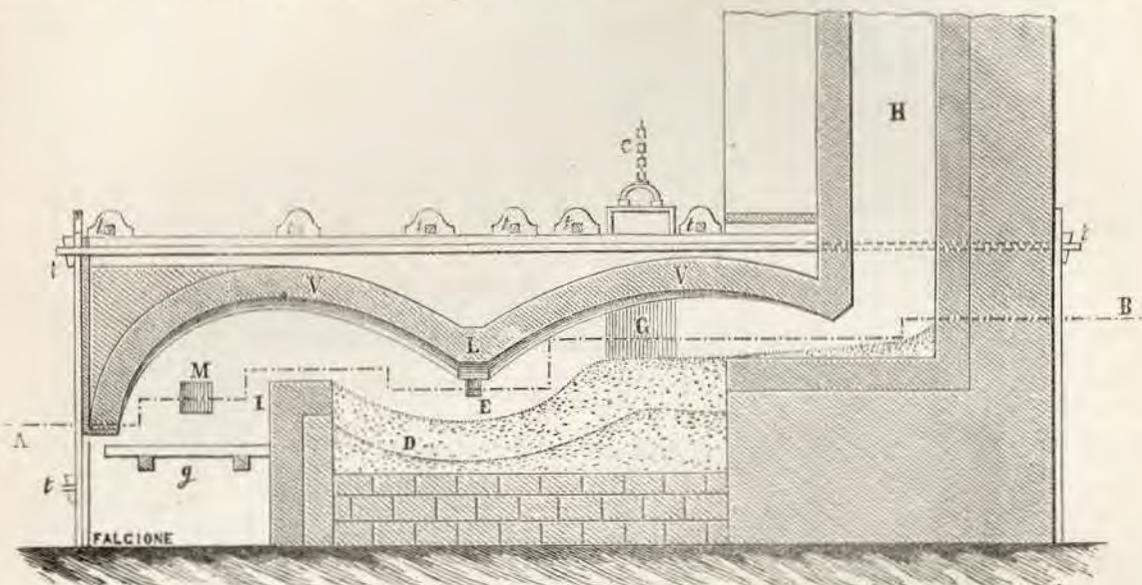


Fig. 508.

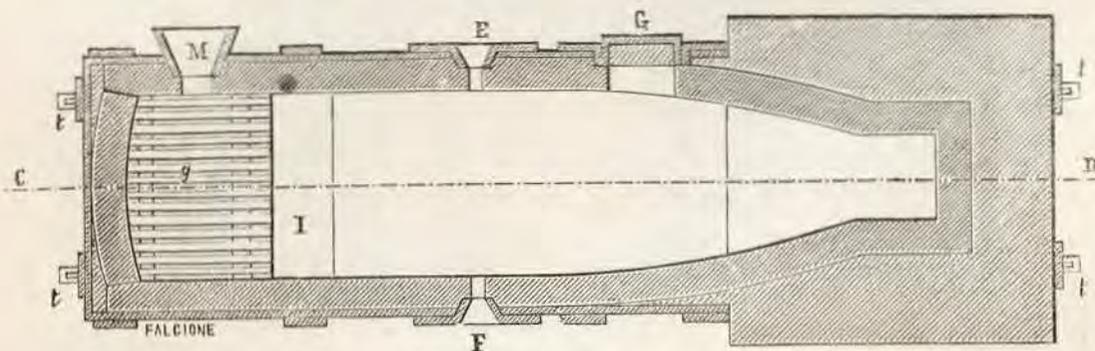


Fig. 509.

fonda affinché i carboni ardenti che sfuggono dalla graticola non possano, ammassandosi, riscaldare e dilatare l'aria circostante.

Molte volte l'aria che alimenta la combustione nel forno a riverbero è soffiata da un ventilatore o da una macchina soffiante.

La distanza tra le spranghe della graticola dipende dalla natura e dalla grossezza del combustibile che si adopera; essa varia però generalmente da 15 a 20 cent.

La distanza tra la graticola e la superficie superiore dell'altare dipende dalla natura del combustibile e dalla lunghezza del forno. L'altezza del forno varia da 15 a 30 centim. secondo le altre dimensioni dello stesso. Questa altezza deve essere ben determinata, giacché influisce assai sull'andamento della fusione.

Il crogiuolo è generalmente o rettangolare o tra-

pezioidale. Quest'ultima forma sembra preferibile, sia perchè il forno va così restringendosi verso il canale di fuga (franc. *rampant*) che conduce i gaz al camino, sia perchè la parte più larga situata verso la graticola riceve tutta l'intensità del calore. L'esperienza suggerisce di dare al crogiuolo una lunghezza eguale a due volte circa la sua larghezza per la completa utilizzazione del calore.

Ad ogni modo non devesi dimenticare che queste dimensioni dipendono essenzialmente dalla natura del combustibile impiegato.

Il fondo del crogiuolo è orizzontale.

L'elevazione della volta dipende dalla larghezza di questa e dalla superficie della graticola: se fosse troppo alta concentrerebbe male il calore, se troppo bassa non lascierebbe ben caricare il forno ed impedirebbe di porvi

tutto il metallo che potrebbe essere fuso dal combustibile bruciato sulla graticola. Ordinariamente si dà ad essa tale altezza che l'area della sezione verticale fatta nella

parte più larga del focolare uguagli $\frac{3}{4}$ della superficie del focolare stesso.

Le dimensioni del canale di fuga è importantissimo

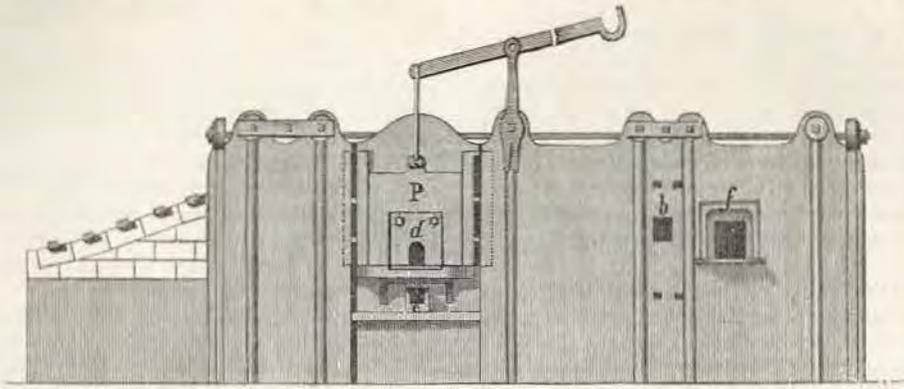


Fig. 510.

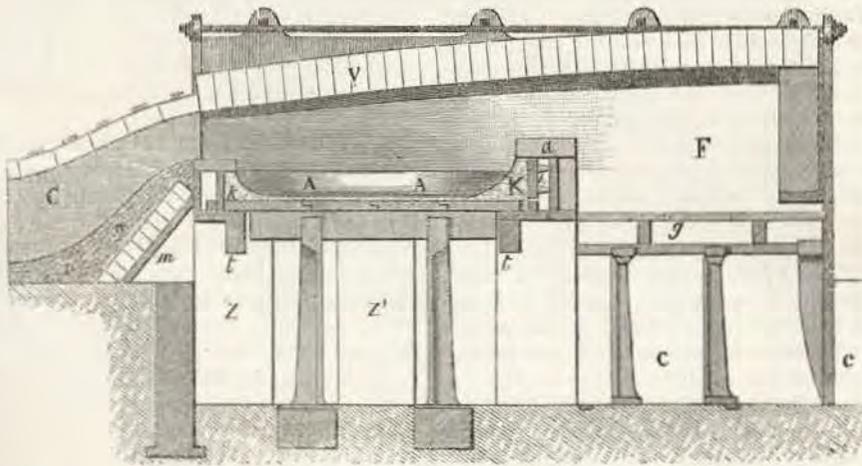


Fig. 511.

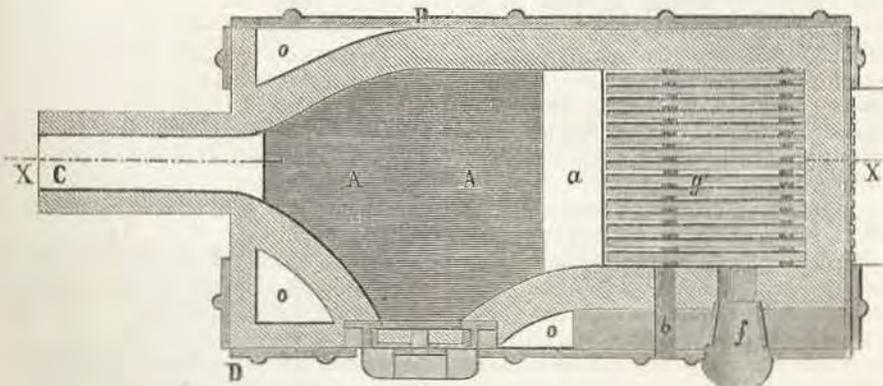


Fig. 512.

che siano determinate nel modo più conveniente, e la esperienza è sempre la guida più sicura da consultare a tale riguardo. Se la sua sezione è troppo grande l'aspirazione diventa debole; se è troppo piccola si corre pericolo che la combustione non sia abbastanza rapida ed il calore non abbastanza intenso.

In generale tale sezione varia tra $\frac{1}{6}$ ed $\frac{1}{4}$ della superficie del focolajo.

Per quanto concerne la sezione e l'altezza da darsi ai camini non si hanno regole speciali per queste sorte di forni e rimandiamo il lettore all'art. CAMINI.

Ciò posto, passiamo a vedere come si proceda onde affinare la ghisa nei forni di puddellatura a mano.

Una volta si cominciava a rivestire internamente il crogiuolo con un grosso strato di sabbia ben battuta, sulla quale si deponeva in piccoli pezzi la ghisa già in

parte affinata o *fine metal* degli Inglesi. Questo procedimento, ancora in uso presso certe ferriere e per certe qualità di ghise, prende il nome di *puddellatura a secco* (franc. *puddlage sec*; ingl. *drying-process*; ted. *Trockenpuddeln*).

Oggidi però si preferisce generalmente rivestire il crogiuolo d'uno strato di scorie ricche e battiture di ferro, le quali concorrono a produrre la decarburazione della ghisa. Si può allora caricare il crogiuolo di una miscela di *fine metal* e di ghisa, oppure esclusivamente di ghisa quale essa proviene dagli alti forni. In questo ultimo caso il processo di affinamento prende il nome di *puddellatura bollente* (franc. *puddlage bouillant*; ingl. *boiling process*; ted. *Schlackenfrischen, Schlackenpuddeln*).

Onde operare l'affinamento sia colla puddellatura secca sia con quella bollente si comincia ad accatastare nel crogiuolo i pezzi di *fine metal* sin quasi a toccare la volta del forno, e aggiunta alla carica una certa proporzione di scorie ricche e di battiture, si chiudono le porte del forno e si carica la graticola di combustibile. Si apre quindi il registro del camino e si attiva la combustione.

La corrente d'aria che attraversa la graticola brucia il combustibile, ma affluendo in abbondanza e con grande rapidità e inoltre lo strato di combustibile non essendo molto alto, non cede ad esso che una piccola parte di tutto il suo ossigeno. La fiamma, che inflessa dall'altare e dal volto lambisce la ghisa nel crogiuolo, è adunque molto ardente e mista con una notevole quantità di ossigeno: essa è quindi assai ossidante. Sotto l'azione persistente di questa fiamma la ghisa si riscalda e si decarburata.

Dopo una mezz'ora circa, la massa portata al calor rosso bianco comincia a liquefare e a colare nel fondo del crogiuolo; allora l'operajo, sgombrata la porticella dal minuto carbone che la chiude, introduce per essa un riavolo di ferro col quale scuote e rimescola la parte di ghisa già fusa, affine di esporre al contatto dei gaz ossidanti quelle parti del metallo che non ne subirono ancora l'azione diretta. Convertita per tal modo tutta la massa allo stato pastoso, si getta su di essa dell'acqua e si modera il vento. Il metallo dopo ciò sembra in piena ebollizione: numerose fiamme azzurre si sprigionano da tutta la superficie ardente: è l'ossido di carbonio formatosi che abbrucia. L'operajo continua ad agitare senza posa la ghisa pastosa già in parte affinata. Questo lavoro è assai penoso, poichè l'operajo, oltre all'essere esposto all'intensa irradiazione di calore che emana dall'apertura di lavoro in parte scoperta, deve ancora spiegare una grande forza muscolare.

Man mano che l'operazione procede, la massa prende maggior consistenza e il riavolo trova una più grande resistenza da vincere. L'operajo, dall'aspetto del metallo, dallo sforzo che deve spiegare onde scuotere la massa, giudica del progresso dell'operazione. Quando la massa è divenuta uniformemente granosa, egli dà maggior forza alla corrente d'aria aprendo completamente la bocca del camino. Poscia, non appena le piccole masse del ferro granoso cominciano ad agglutinarsi e a unirsi le une alle altre, fa affluire una parte delle scorie, e riunisce quindi il metallo in diverse sfere del peso di 30 o 35 chilogr., che colloca man mano che si formano nella parte più calda del forno verso l'altare, ove vengono battute con una specie di rastello di ferro arroventato per spremere la maggior parte delle scorie liquide. Le sfere si estraggono in seguito dal forno mediante una lunga spranga di ferro rovente ad un estremo che si infinge in esse, e si portano poi all'acciaio o al maglio onde

purgarle completamente dalle impurità che contengono. La carica su cui si opera varia comunemente da 190 a 260 chilogr.; il lavoro è continuo, e in un giorno completo si fanno da dieci a undici operazioni. La quantità di litantrace che si consuma è eguale press'a poco a quella del ferro prodotto.

Dobbiamo ancora aggiungere prima di por termine a questi brevi cenni che la puddellatura bollente presenta dei notevoli vantaggi sulla puddellatura secca, primo tra i quali quello di determinare una più perfetta depurazione e decarburazione della ghisa. Inoltre, potendosi coadiuvare l'azione purificante delle scorie con l'aggiunta di sostanze adatte, l'operajo può regolare a suo talento l'andamento dell'operazione e formare, a seconda del bisogno, le diverse qualità di ferro: ferro tenero, ferro acciaioso, ecc.

Come si vede, tanto la puddellatura secca come quella bollente si dividono in tre periodi: la fusione, il rimescolamento (franc. *brassage*, ingl. *puddling*, ted. *Umrühren*), e la preparazione dei masselli.

Puddellatura meccanica. — La puddellatura meccanica presenta dei notevoli vantaggi sulla puddellatura a braccia d'uomo. Oltre quello assai importante di sottrarre l'uomo da un lavoro penosissimo e sotto ogni riguardo pregiudizievole alla salute, esso si presta inoltre alla fabbricazione su più vasta scala del metallo e dà un prodotto di qualità superiore.

Si hanno vari sistemi di *forni di puddellatura meccanica* (franc. *puddleurs mécaniques*, ingl. *puddling-machines*, ted. *Puddelmaschinen, die mechanischen Puddler*), i forni di Lemut, Dormoy, Sellers, Bedson, Williams, Ehrenwerth, Danks, Spencer, Crampton, Mennessier, Gelas, Bounniard, Henderson, Stanley, Scholfield, Espinasse, Marland, Daelen, De Langlade, Côte, Heuvaux, Pernot, Godfrey e Howson, ecc. ecc. Noi parleremo solo dei principali e dei più usati.

Forno Espinasse. — Questo forno rassomiglia, nel suo insieme, ad un ordinario forno di puddellatura: solo che il crogiuolo è circolare e il metallo fuso viene in esso rimescolato mediante apposito utensile messo in movimento da un motore a vapore o ad acqua.

Quest'utensile si compone di un'asta *a* (fig. 513 e 514) la quale porta ad un suo estremo le due palette ricurve *pp*, ed è disposto verticalmente in corrispondenza del centro del crogiuolo. Esso attraversa il foro *F* del cielo del forno, attraversa il manico *M* fisso unito alla intelajatura *I* nel quale può scorrere, e porta superiormente solidale con esso una ruota dentata *N*, per mezzo della quale e della ruota *O* calettata sull'albero *b*, può ricevere un movimento di rotazione intorno al proprio asse, movimento che si comunica mediante una cinghia avvolta sulla puleggia *G*.

L'utensile *a* si può sollevare ed abbassare, ed a tal fine è unito superiormente ad un contrappeso *Q*.

Affinchè poi dall'apertura *F* non possa introdursi dell'aria nel forno, essa è ricoperta dai due quadri *H*.

Durante l'operazione della fusione della ghisa l'utensile *a* si mantiene sollevato. Non appena questa è fusa, si fa discendere e rotare intorno al proprio asse per modo che ne scuota energicamente tutta la massa.

Allora il lavoro dell'operajo puddellatore si riduce a sorvegliare l'andamento della reazione e a ricondurre nel mezzo del forno mediante un riavolo i frammenti del metallo che venissero proiettati all'intorno.

Non appena la massa fusa sta per convertirsi in ferro, sollevato l'utensile *a*, egli la riunisce in una sfera e la estrae dal forno allo stato di ferro spugnoso.

Giova avvertire che l'operazione del rimescolamento

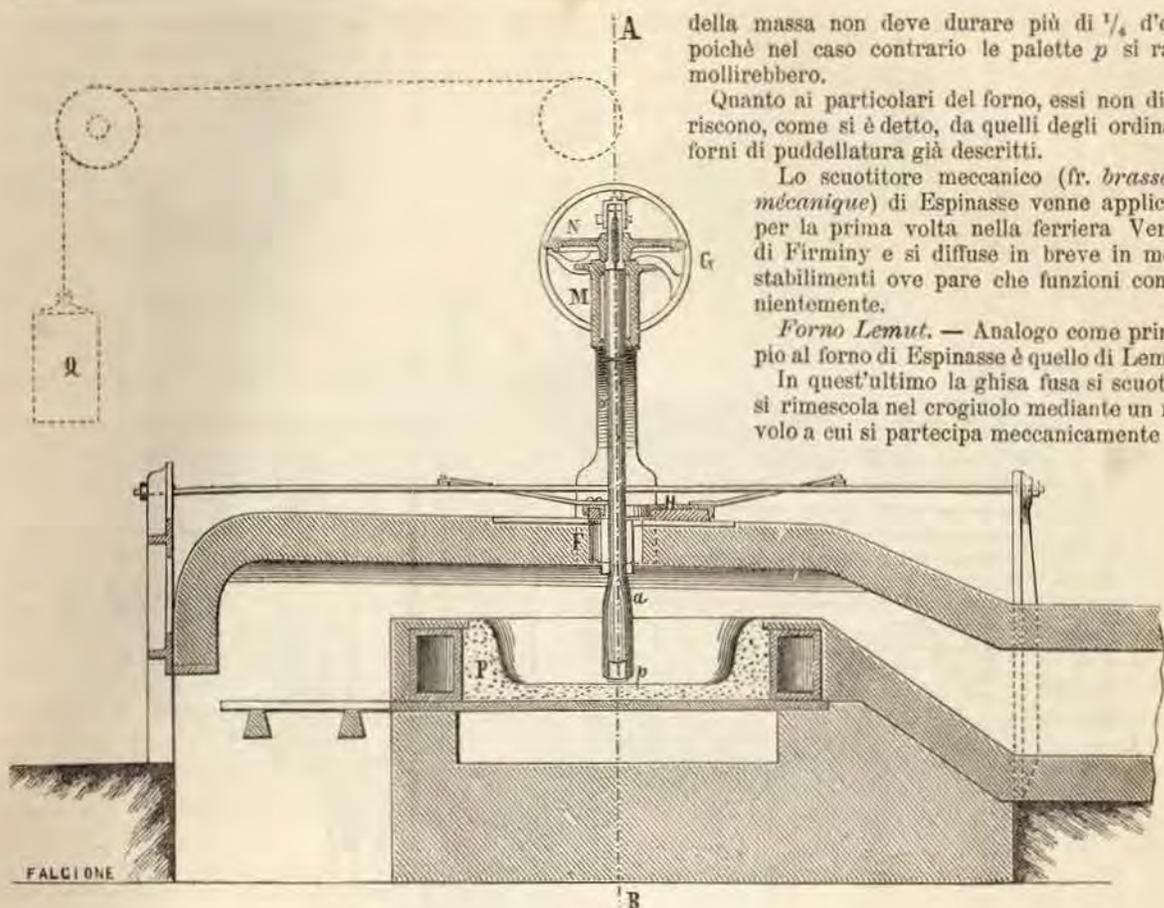


Fig. 513

della massa non deve durare più di $\frac{1}{4}$ d'ora, poichè nel caso contrario le palette *p* si rammolirebbero.

Quanto ai particolari del forno, essi non differiscono, come si è detto, da quelli degli ordinari fornaci di puddellatura già descritti.

Lo scuotitore meccanico (fr. *brasseur mécanique*) di Espinasse venne applicato per la prima volta nella ferriera Verdié di Firminy e si diffuse in breve in molti stabilimenti ove pare che funzioni convenientemente.

Forno Lemut. — Analogo come principio al forno di Espinasse è quello di Lemut.

In quest'ultimo la ghisa fusa si scuote e si rimescola nel crogiuolo mediante un riavolo a cui si partecipa meccanicamente un

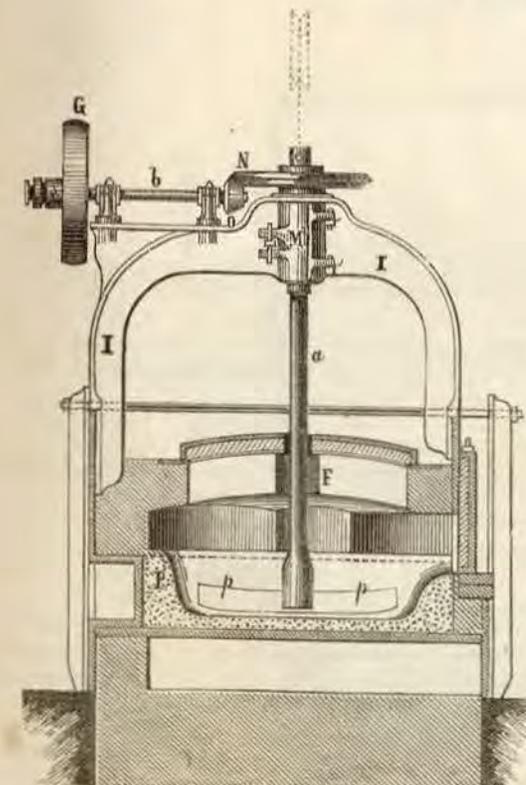


Fig. 514.

movimento di va e vieni rapidissimo, ed un movimento di traslazione da destra a sinistra e da sinistra a destra assai lento.

Il sig. Lemut ha voluto che il suo riavolo meccanico avesse gli stessi movimenti che ordinariamente si imprimono ai riavoli a mano.

Il lavoro dell'operaio puddellatore anche per questo forno si riduce a sorvegliare le reazioni che avvengono nel crogiuolo e a riparare alle accidentalità che per avventura si manifestassero nel corso dell'operazione.

Forno girante di Danks. — Il forno dell'americano Danks presenta questo di speciale, che il crogiuolo è mobile, ha la forma di un solido di rivoluzione costituito da un cilindro congiunto alle sue basi con due tronchi di cono, e produce esso stesso il rimescolamento della massa del metallo fuso, rotando intorno al proprio asse.

Le fig. 515, 516, 517 e 518 danno un esatto concetto della disposizione e costruzione di questo forno e del suo modo di funzionare.

Il focolajo fisso *F* rappresentato in sezione longitudinale secondo *XX*, in proiezione e sezione orizzontale dalle figure 515 e 516, è in mattoni refrattari, e rassomiglia nel complesso al focolare di un ordinario forno di puddellatura.

Il crogiuolo *D*, che si vede pure in sezione longitudinale secondo *XX* e in proiezione orizzontale nelle figure 515 e 516 e inoltre per metà in azione trasversale e per l'altra metà in vista laterale dalla fig. 517, ha, come abbiamo detto, la forma di un cilindro terminato lateralmente da due tronchi di cono, ed è mobile intorno al proprio asse.

Fig. 515.

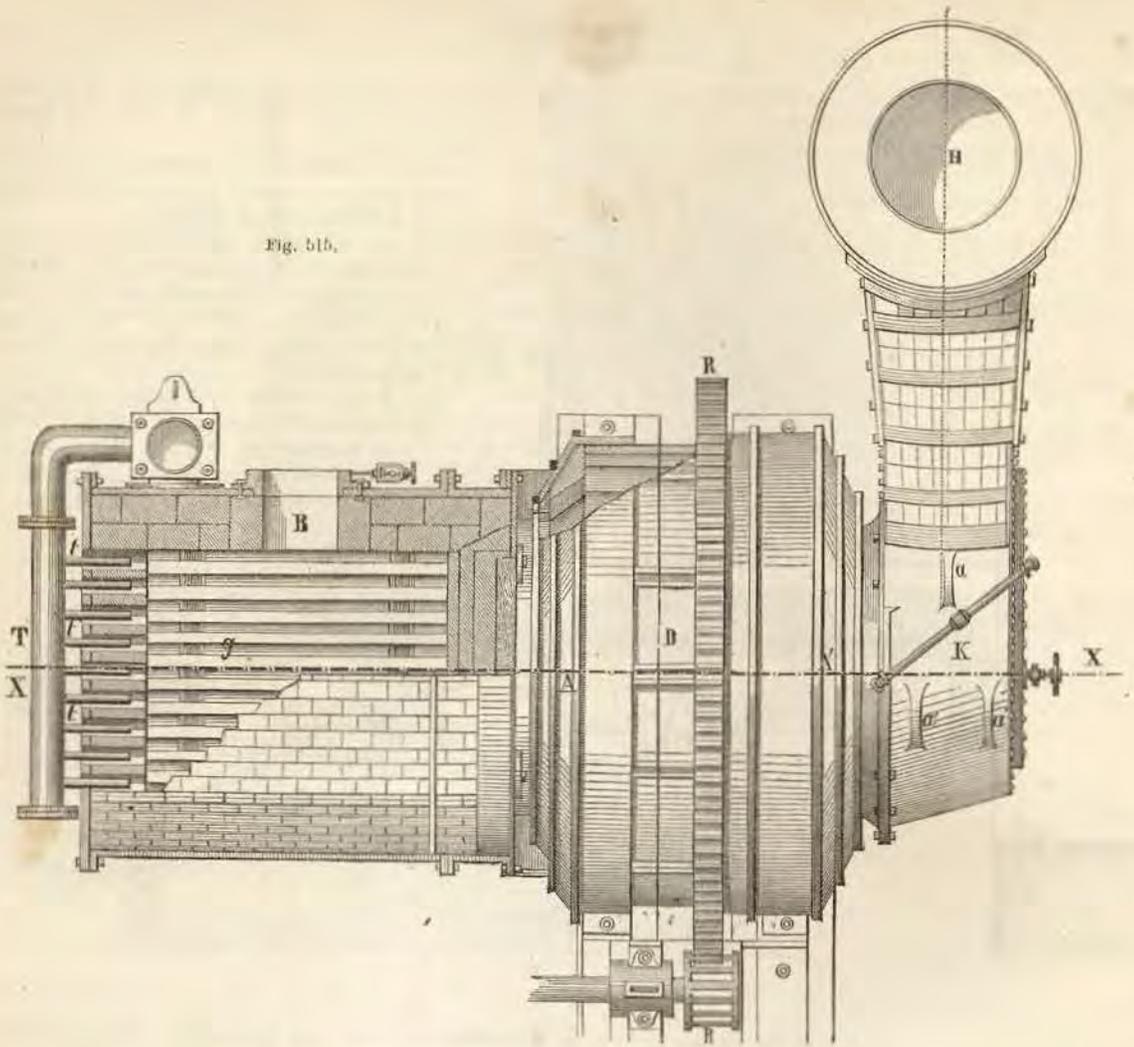
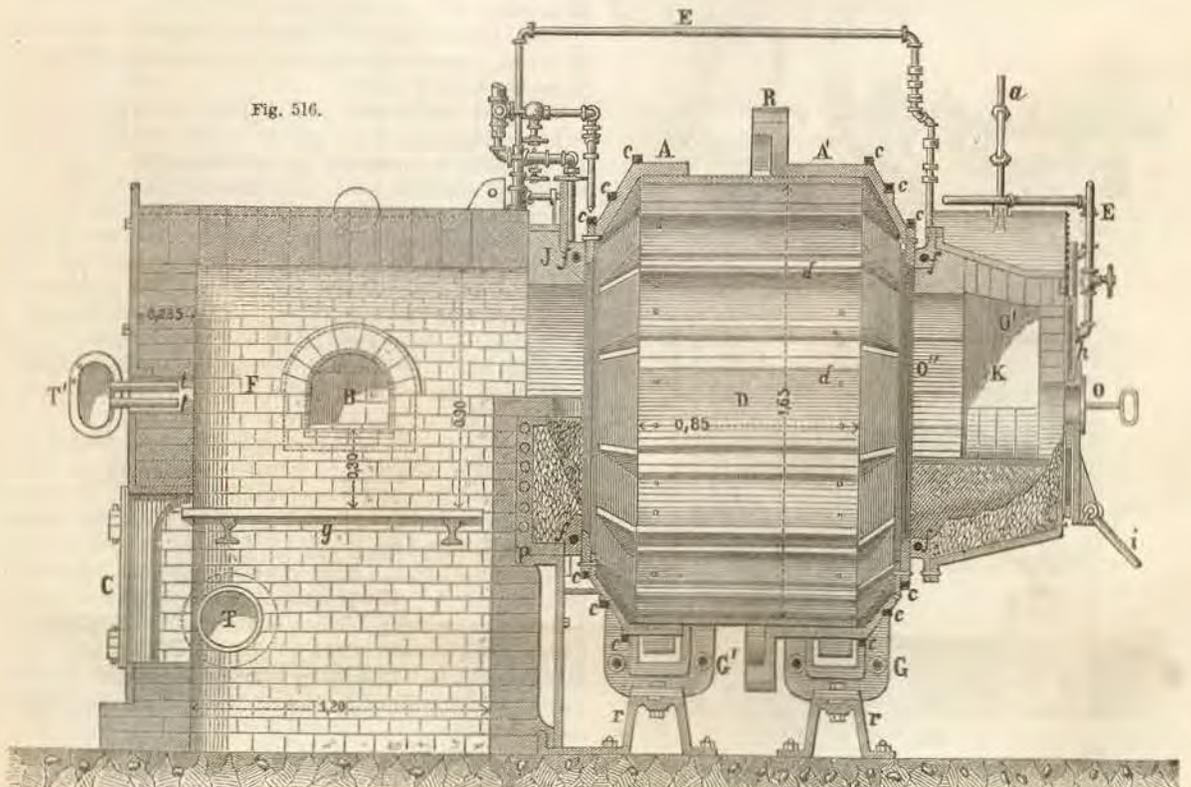


Fig. 516.



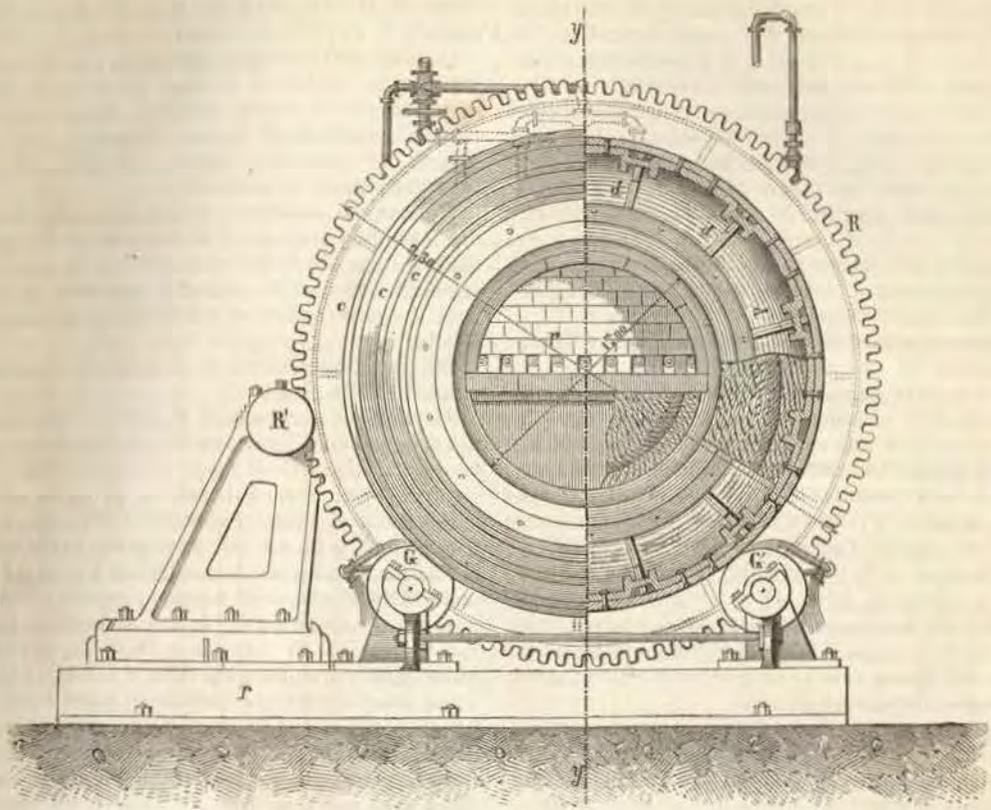


Fig. 517.

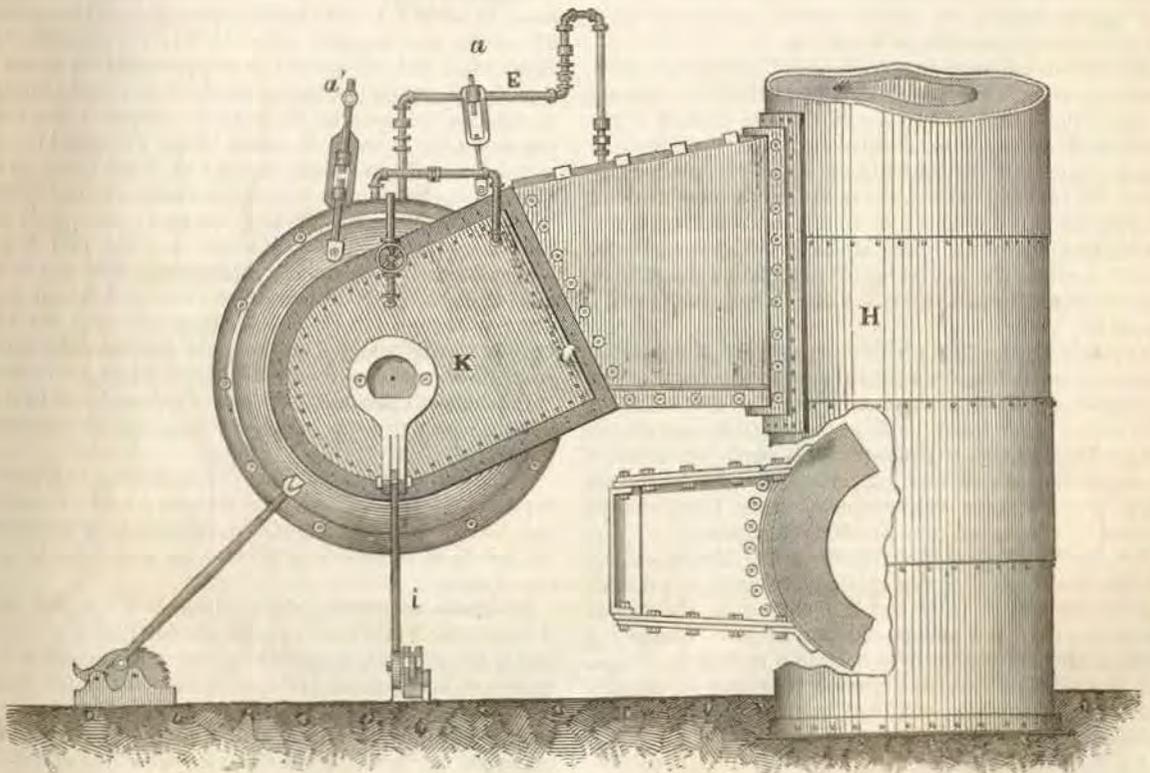


Fig. 518.

Il corpo cilindrico D è formato da tanti pezzi d in ghisa fortemente inchiodati alle due pareti laterali A, A'.

I due tronchi di cono laterali A e A', entrambi in un sol pezzo, sono rinforzati mediante i cerchi c.

Uno dei due tronchi conici porta, proveniente con esso dalla fondita, la ruota dentata R destinata, come vedremo in seguito, a produrre la rotazione del forno.

Un'apertura, detta *apertura di colata*, destinata a dare efflusso alle scorie, è praticata nella parete conica.

Il crogiuolo è poi rinforzato da robuste armature e rivestito internamente e in tutte le sue parti da un intonaco di minerale di ferro.

Il camino si compone di due parti, una mobile e l'altra fissa.

La parte mobile, rappresentata in sezione longitudinale, in proiezione orizzontale e in fianco dalle fig. 515, 516 e 518, consta di una cassa di ghisa K rivestita internamente da mattoni refrattari, la quale ha tre aperture: una O'' che comunica col crogiuolo, un'altra O' che conduce al camino, e infine una terza O che permette all'operajo di seguire l'andamento del lavoro di affinamento e da cui si può, occorrendo, introdurre nel crogiuolo una sbarra di ferro od iniettarvi un getto di acqua a seconda del bisogno. Questa cassa è sospesa mediante i tiranti a e a' ad una gru a carrello mobile posta al disopra del forno, colla quale può essere allontanata od avvicinata alla camera girante.

Si allontana la camera K dal crogiuolo quando occorre di introdurre in esso il minerale dall'apertura O'', o estrarvi le sfere di ferro spugnoso. Durante l'operazione di affinamento si mantiene invece in contatto col forno la detta camera servendosi anche delle aste, nel modo indicato dal disegno.

La parete metallica h della camera K è doppia e in essa si fa circolare una corrente d'acqua fredda.

La parte fissa H del camino non diversifica in nulla da un ordinario camino in muratura.

Nel focolare F sono da considerarsi l'apertura B, dalla quale si carica il combustibile sulla graticola g , il cenerajo C che si tiene chiuso ermeticamente durante l'operazione di affinamento, il tubo circolare T e i piccoli ugelli t innestati sul condotto ellittico T', i quali iniettano nel focolare l'aria occorrente per la combustione fornita da un ventilatore o da una macchina soffiante, il primo al disotto e gli altri al disopra del combustibile. L'aria lanciata nel focolajo proviene in generale per tre quarti circa dal grosso tubo T e per l'altro quarto dagli ugelli t .

Il ponte P (fig. 515 e 516) compreso tra il crogiuolo mobile e il focolare è costituito da una piastra di ghisa cava a foggia di serpentino entro cui si fa circolare una corrente d'acqua fredda onde impedirne il sovraccaldamento. Tale piastra è riparata dalla parte del focolajo e superiormente da una guernitura di mattoni refrattari, e dalla parte del crogiuolo da un rivestimento formato da minerali e da scorie agglomerate.

Un anello di ghisa J è fissato al focolare, e contro la sua faccia esterna ben spianata, striscia a perfetta tenuta durante la rotazione la parte mobile del forno, la quale scorre poi ancora dal lato opposto contro un altro anello unito alla cassa o camino mobile K.

I due anelli J e J', tra i quali è compresa la camera del forno, hanno una cavità S in cui circola continuamente dell'acqua fredda.

La camera rotante D riposa sulle quattro rotelle di ghisa G fissate sulle traverse r infisse al suolo, ed è posta in movimento da una macchina a vapore a mezzo del

rochetto R' (fig. 516 e 517) il quale imbocca colla ruota dentata R di cui si è parlato più sopra.

Quattro getti d'acqua, diretti là ove avviene il contatto tra le rotelle ed il corpo cilindrico si servono ad impedire che il calore originato dalla ragguardevole resistenza dell'attrito dovuto all'enorme peso del forno girante, produca delle dannose elevazioni di temperatura delle parti in contatto.

L'acqua che, come si è visto, circola nelle diverse parti del forno allo scopo sempre d'impedirne l'eccessivo riscaldamento e il rapido deterioramento che ne sarebbe la conseguenza, si deriva mediante apposite chiavette dai tubi E che comunicano con un unico serbatoio situato in alto.

Ciò posto, ecco come si conduce l'operazione di affinamento della ghisa.

Si comincia a riscaldare il forno, si introduce quindi nel crogiuolo dall'apertura O'', che sarà aperta, prima una certa quantità di loppe di scavezzatura e di laminatura, poi al disopra di esse la ghisa da affinarsi.

Ciò fatto, si chiude l'apertura O' mettendo a sito il camino mobile K, e si inietta aria nel focolajo. La ghisa si riscalda allora gradatamente, e di lì a un po' di tempo, onde tutte le sue parti vengano esposte all'azione delle fiamme, si comincia a far subire al forno un lento movimento parziale di rotazione. Dopo 45 minuti circa la ghisa sarà compiutamente fusa, e allora si imprime al forno una velocità di rotazione di 3 giri circa al minuto primo per favorire la reazione del metallo colle scorie. Trascorsi pochi minuti, l'operajo apre l'apertura O, e per essa lancia per due o tre minuti un getto d'acqua continuo sulle pareti interne del forno e sul bagno liquido allo scopo di fare reagire più vivamente le scorie solide colle impurità della ghisa e di espellere il solfo allo stato di composto idrogenato.

Dopo poco tempo il metallo cominciando ad addensarsi, si arresta il movimento di rotazione del crogiuolo. Si inietta una maggior quantità d'aria nel focolare F. Elevandosi per tal motivo la temperatura, le scorie si liquefanno completamente e formano uno strato liquido al disopra del metallo. Si fa allora girare il crogiuolo per modo che la bocca di colata venga a disporsi in corrispondenza di tale strato. Aperta la detta bocca, si favorisce, mediante una verghella, l'efflusso delle scorie liquide. Ciò fatto, si chiude la bocca di scolo, si dà ancora maggior forza al vento iniettato dai tubi T e t , e si rimette il crogiuolo in movimento con una velocità di circa 8 giri al minuto. Avviene allora una reazione vivissima tra l'ossigeno del minerale di cui è rivestito il crogiuolo, e il carbonio ed il silicio della ghisa, reazione che produce il noto fenomeno del sobbollimento.

Dopo questo periodo, che dura d'ordinario da 10 a 12 minuti, cominciano a comparire le grane di ferro metallico.

Si riduce allora la velocità di rotazione del crogiuolo a sole due o tre rivoluzioni al minuto, ed ecco che dopo brevissimo tempo il metallo si rapprende in grani che da per sé si saldano e si riuniscono pressochè in una sola massa.

Mediante un riavolo che s'introduce dall'apertura O si riuniscono a tale massa principale tutti gli altri frammenti del metallo. La detta massa, a causa del movimento di rotazione del crogiuolo, cadendo su tali frammenti ne determina la saldatura e se li incorpora.

Non rimane più allora che allontanare il condotto mobile K ed estrarre dal forno la sfera di metallo ottenuta per portarla all'acciacco.

La qualità di ghisa che si affina in ogni operazione

coi forni Danks che si costruiscono oggidì è di 500 chilogrammi circa.

La durata totale dell'operazione varia da 50 minuti ad un'ora e mezza.

La quantità di carbone occorrente per ogni 100 chilogrammi di ferro spugnoso prodotto si ritiene mediamente di 140 chilogrammi circa.

Due forni Danks modificati, che funzionano nella ferriera del Creusot, producono 20 tonnellate di metallo in 24 ore e la ghisa si carica in essi allo stato liquido.

Il peso della sfera metallica dopo essere stata scavazzata all'acciaccatojo e mondata per conseguenza della maggior quantità delle scorie supera ancora di qualche poco il peso della ghisa stata impiegata. Ciò deve attribuire al fatto che oltre alla ghisa concorrono a formare il metallo una discreta quantità di battiture ed altri ossidi che si gettano nella massa fusa, ed una parte anche del minerale che costituisce il rivestimento del crogiuolo.

Dobbiamo ancora aggiungere che all'Esposizione universale di Parigi del 1878 figurava il modello di un forno sistema Danks modificato dall'ing. Bouvard, che da parecchi anni funziona regolarmente al Creusot.

Tale forno è a doppia parete a circolazione d'acqua ed ha una nervatura trasversale per dividere il massello in due.

Il primo forno di Danks venne costruito ed esperimentato per la prima volta nel 1868 nella ferriera di Cincinnati. La prova fatta avendo dato dei risultati soddisfacenti, nell'anno successivo si applicarono nella stessa ferriera due altri forni già alquanto più perfezionati; e in seguito nel 1870, visti i risultati sempre più favorevoli, tutti i forni di puddellatura a braccia d'uomo della detta ferriera vennero sostituiti con altrettanti del sistema Danks. A partire da tale epoca il forno di Danks si diffuse in breve nelle più importanti ferriere d'America e d'Europa, ove trovansi ancora impiegato al presente.

Il forno di Danks fu il primo forno di puddellatura meccanica che sia stato adottato nella pratica. Già prima del Danks, Menelaus, direttore della ferriera di Dowlais nel paese di Galles, aveva tentato di costruire un forno girante per la puddellatura meccanica, ma non poté riescirvi principalmente per non aver trovato un minerale adatto per il rivestimento della parete interna della camera del forno. Il Danks fu più fortunato di lui prescegliendo a tale scopo il così detto *minerale della montagna* (ingl. *iron mountain*) assai diffuso nel Missouri, e poté condurre a compimento con felice esito l'apparecchio immaginato da Menelaus.

Forno oscillante di Mennessier. — Il forno di Danks ora descritto presenta un inconveniente, ed è, che a causa del movimento di rivoluzione il minerale di ferro, di cui è internamente rivestito il crogiuolo, difficilmente si mantiene aderente alla parete di ghisa.

Onde ovviare a tale inconveniente il sig. Mennessier ha pensato di sostituire al movimento di rotazione della camera di lavoro un movimento di oscillazione ed ha costruito il forno che trovasi in sezione longitudinale secondo YY e in sezione trasversale secondo AB rappresentato rispettivamente dalle fig. 519 e 520.

Il focolare F ed il condotto R del camino sono entrambi fissi. Il crogiuolo solo è mobile e può ricevere due movimenti, uno di oscillazione intorno al proprio asse, e l'altro progressivo in direzione normale all'asse del forno. Esso consiste in un cilindro cavo formato parte in ghisa o in lamiera di ferro e parte in muratura refrattaria. La parete metallica g, rivestita interna-

mente da un intonaco di scorie battute, costituisce la parte inferiore o fondo del crogiuolo, e quella in muratura la parte superiore o il cielo.

Il cielo è munito di due porte P e P' dalle quali l'operaio introduce nel forno la ghisa da affinarsi, attende al lavoro, e estrae le sfere di ferro spugnoso ottenute.

Il fondo è munito di fori f' dai quali si dà efflusso alle scorie liquide.

Per mezzo dei rulli rv, il crogiuolo appoggia sopra un carro A mobile su un binario disposto in direzione trasversale al forno.

Il movimento oscillatorio si partecipa al crogiuolo mediante apposite leve non rappresentate nel disegno, ma delle quali è facile immaginare la disposizione.

Il forno di Menessier non data che dal 1874, e si trova già applicato in parecchie ferriere.

Forno girante di Crampton. — Nel forno di Crampton non solo il crogiuolo ma anche il focolajo è mobile, ed entrambi, tra loro solidali, ricevono un movimento di rotazione intorno al loro asse durante il lavoro di affinamento.

Il combustibile si impiega allo stato polverulento, e viene introdotto nella camera di combustione unitamente all'aria d'alimentazione in diverse correnti di cui si regola a volontà l'efflusso a seconda del bisogno.

Il focolare rotando intorno al proprio asse mentre le bocche di efflusso del combustibile e dell'aria d'alimentazione rimangono fisse, le dette correnti agiscono successivamente su tutta la periferia della camera di combustione, di guisa che il rivestimento interno non viene soggetto a consumi e a deterioramenti parziali. Inoltre mettendo un po' di scorie liquide nella camera di combustione, siccome tutte le parti della superficie interna durante la rotazione sono obbligate a passare nella posizione più bassa, esso le ricoprirà successivamente preservando per tal modo sino ad un certo punto dal consumo l'intonaco interno. Tutto l'apparecchio rotante, che comprende il focolare ed il crogiuolo, è a doppia parete metallica, ed in essa si fa circolare dell'acqua, dell'aria od altro fluido per mantenerla a bassa temperatura.

Come si vede, la caratteristica del forno di Crampton consiste più che altro nella disposizione da lui adottata per la conservazione del focolare.

Il primo forno sistema Crampton venne proposto nel 1872. Tale forno trovasi ora applicato in alcune ferriere, tra le quali quelle di Denain e Anzin.

Forno girante di Pernot. — Il forno dovuto al sig. Pernot, capo-officina presso la ferriera di Saint-Chamond della Società degli alti forni della Marina e delle Strade ferrate, ha il crogiuolo, il quale è circolare, che è mobile intorno ad un asse che passa per il suo centro e fa un angolo non molto grande colla verticale.

Tale forno è rappresentato in sezione longitudinale secondo la linea YY, in sezione orizzontale secondo la linea XX e in sezione trasversale secondo la linea ZZ dalle figure 521, 522 e 523.

Il crogiuolo mobile S ha il fondo in lamiera di ferro e la parete laterale di ghisa formata da tanti segmenti congiunti tra di loro ed al fondo mediante chiavarde. Al fondo del crogiuolo sono uniti per mezzo di un pezzo in ghisa a quattro braccia l'asse obliquo di rotazione A (fig. 521 e 523) e le quattro ruote coniche R. Un carrello in ghisa rappresentato in figura porta nel suo centro un manico nel quale si adatta l'albero A e sopporta e guida nel loro movimento le ruote R.

Al fondo del crogiuolo è ancora fissata tutto all'intorno la ruota dentata I, la quale imbocca con un roc-

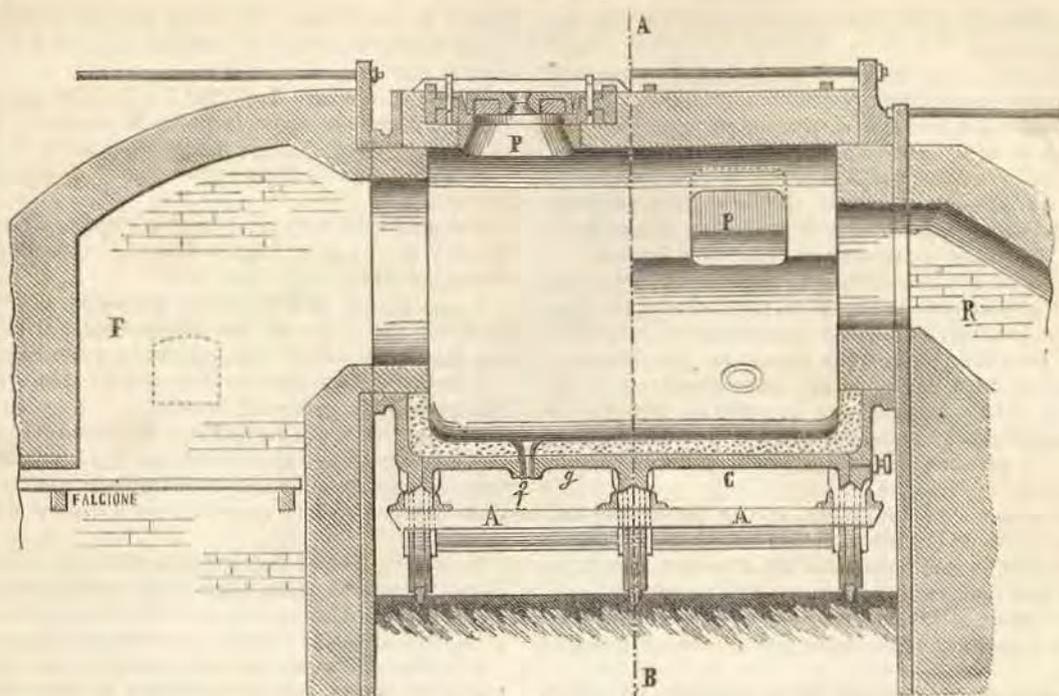


Fig. 519.

chetto C, calettato su un albero orizzontale posto in movimento dalla forza dell'acqua o del vapore, e comunica quindi un movimento di rotazione al crogiuolo S

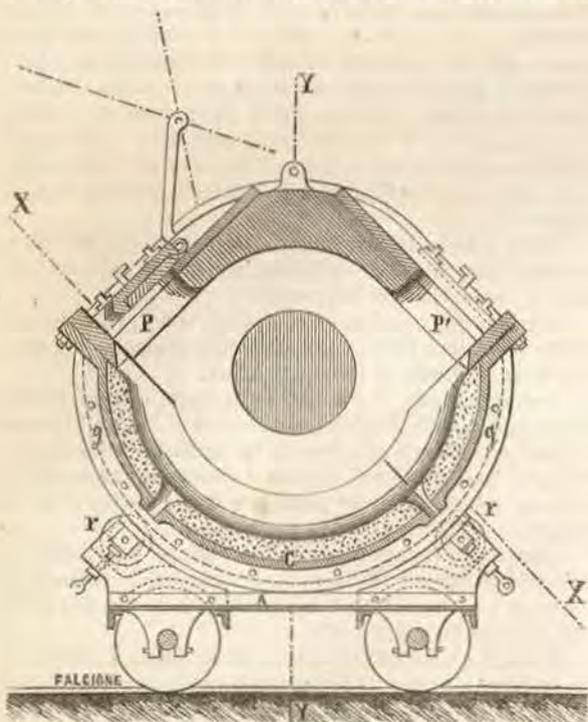


Fig. 520.

intorno al suo asse. Il carrello riposa sopra due rotaje r onde si possa comodamente allontanare il crogiuolo dal forno allorchè esso abbisogna di qualche riparazione.

La volta del forno è in parte a botte e in parte a cupola. È a botte il volto che ricopre il focolajo e a cupola quello che sovrasta al crogiuolo. I piedritti di quest'ultimo

vólto riposano sopra una piastra in ghisa L parallela al fondo del crogiuolo, la di cui parte che guarda il focolajo costituisce l'altare del forno.

Il focolajo ha due porte di carica P e P' (fig. 521 e 522), attraverso alle quali si dispone il combustibile sulla graticola. L'aria che alimenta la combustione arriva sotto la graticola dal condotto C spinta da un ventilatore o da una macchina soffiante.

Quattro piccole aperture a che si possono chiudere mediante porte in ghisa permettono di osservare e regolare l'andamento della combustione.

Le due porte di lavoro B e B' si trovano dalla stessa parte del forno e corrispondono alla parte più bassa del fondo del crogiuolo. Da queste porte si introducono le cariche di ghisa nel crogiuolo, si formano e si estraggono i masselli di ferro affinato.

Il condotto che conduce i gaz al camino è nella direzione dell'asse longitudinale del forno.

Il crogiuolo metallico S si riveste internamente di scorie ricche, le quali concorrono anch'esse a determinare l'affinamento della ghisa.

Durante il movimento di rotazione del crogiuolo, la massa fusa in esso contenuta, sia per aderenza alla superficie del crogiuolo, sia per forza centrifuga, risale in sottilissime lingue sul fondo inclinato e per tal modo la superficie del metallo esposta all'ossidazione resta notevolmente accresciuta. Inoltre, a causa della sua inclinazione, una parte della parete interna del crogiuolo emerge alternativamente dal bagno fuso, ed in contatto colle fiamme si ossida e ripassando poscia sotto il bagno determina una reazione decarburante.

Dalla combinazione di tutti questi effetti si ottiene un rimescolamento intimo e regolare ed un'energica azione ossidante, e quindi un affinamento efficace ed uniforme in tutta la massa del metallo.

Il Pernot ha poi apportati alcuni perfezionamenti di dettaglio al suo apparecchio, tra i quali l'impiego di una corrente d'acqua attorno al crogiuolo per impedirne il soverchio riscaldamento durante l'operazione di affinamento.

Egli ha inoltre combinato il suo apparecchio col riscaldamento a gaz, ed infine ha proposto un forno doppio

costituito da due forni addossati e sovrapposti, il primo dei quali avente il crogiuolo girevole serve alla forma-

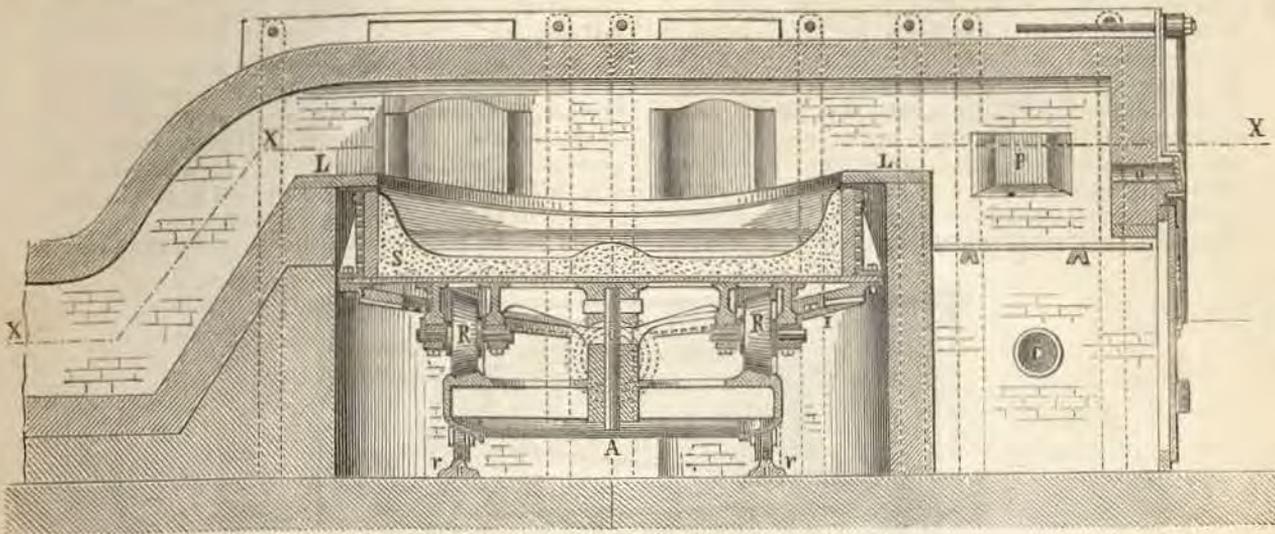


Fig. 521.

zione del ferro, ed il secondo con crogiuolo mobile o fisso è destinato al completo affinamento del metallo ed alla formazione dei masselli.

Il forno Pernot non data che dal 1873; pure si è già diffuso in tutte le ferriere di qualche importanza. Dopo il forno di Danks è senza dubbio il forno di puddellatura

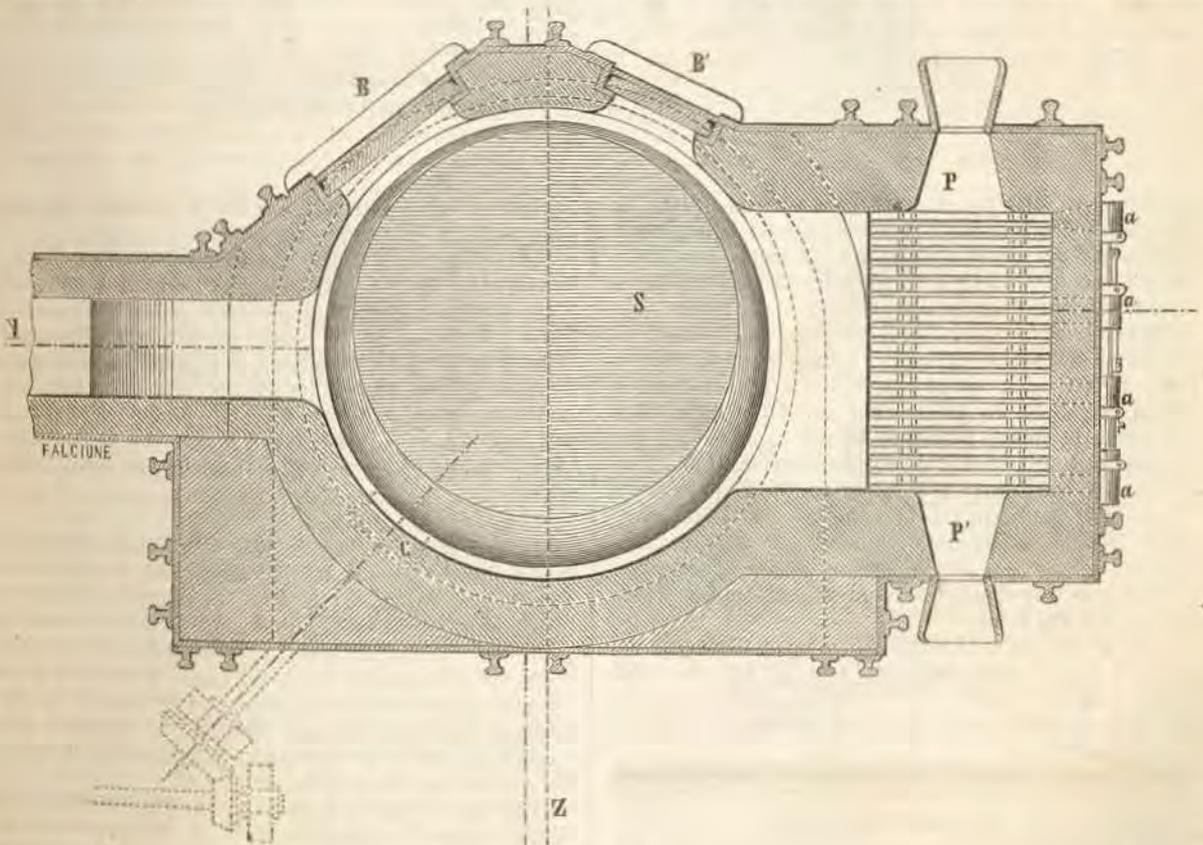


Fig. 522.

più in uso al presente, ed è questa una non dubbia prova della sua bontà e convenienza.
Forno di Godfrey e Howson. — Il signor Howson in

una comunicazione fatta all'*Institut du fer et de l'acier* dà la seguente succinta descrizione di questo forno.
La parte essenziale dell'apparecchio consiste in una

specie di crogiuolo montato sopra un asse sopportato da perni orizzontali. Una ruota dentata, comandata da una vite senza fine, permette di muovere questi perni e per conseguenza di imprimere all'apparecchio un movimento di altalena. L'esterno del fondo del crogiuolo porta egualmente una ruota dentata comandata da un pignone che consente di far rotare il crogiuolo intorno al suo asse: si vede adunque che l'apparecchio mentre può rotare su se stesso come una trottola, è ancora suscettibile d'essere inclinato sotto un angolo qualunque. Per mezzo di questa disposizione si può condurre l'apertura del crogiuolo innanzi alla fiamma, e, terminata l'operazione, far cadere il massello mediante un movimento di altalena.

La sorgente di calore consiste semplicemente in un grosso cannello a gaz il cui getto penetra nella bocca del crogiuolo verso il centro, mentrechè i prodotti della combustione sfuggono lungo le pareti e tutto intorno dell'apertura.

I gaz entrano dal tubo principale in uno spazio anulare che precede il becco del cannello, e l'aria passa attraverso il condotto centrale la cui estremità è forata da buchi buchi. I gaz sono prodotti in un apparecchio analogo al generatore di Siemens. È facile regolare l'arrivo dell'aria e del gaz per modo che la fiamma sia a volontà ossidante, riducente o neutra.

Con questo apparecchio pare si possa effettuare la

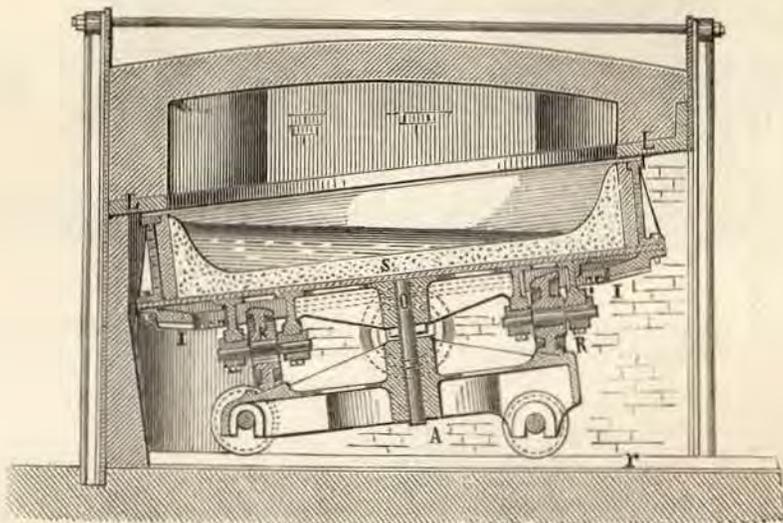


Fig. 523.

puddellatura sotto una temperatura assai moderata da evitare il sobbollimento e la conservazione delle guerniture: essa è per conseguenza resa più facile.

Un forno di Godfrey e Howson trovasi già applicato nelle ferriere di Fourchambault.

Puddellatura coi gaz perduti dagli alti forni. — Dobbiamo ancora aggiungere, prima di abbandonare l'argomento della fabbricazione del ferro nei forni di puddellatura, che sin dal 1839 si è tentato in Inghilterra dal signor Levick di utilizzare in tali apparecchi i gaz perduti dagli alti forni. Non essendosi ottenuti dei risultati troppo soddisfacenti, si ritentò più tardi la prova a Wasserafingen in Germania e questa ebbe miglior successo. Non ci fermeremo a descrivere le varie disposizioni state adottate, giacchè di esse si parlerà a lungo nell'articolo MAGONA, ove saranno descritti in tutti i loro dettagli gli alti forni.

Oltre ai gaz perduti dagli alti forni, si impiegarono pure nei forni di puddellatura dei combustibili convertiti in gaz in appositi apparecchi detti gassogeni. Tra questi quello più generalmente impiegato è il forno di Siemens (Vedi GASSOGENI).

Il principale vantaggio dei gassogeni per quanto concerne la loro applicazione ai forni di puddellatura risiede in questo, che essi permettono di impiegare per l'affinamento della ghisa dei combustibili che altrimenti non servirebbero a tale uso, come quelli, per esempio, che ardono senza fiamma e comunque essi sieno, in polvere, in frantumi, di debole poter calorifero, ecc. ecc.

Tra i vari sistemi proposti di puddellatura con combustibili allo stato gassoso ebbe miglior successo e venne

più generalmente impiegato quello di Langlade, del quale daremo un breve cenno.

Il Langlade osservò che la temperatura dei gaz degli alti forni è debole e incostante in seguito della presenza d'una quantità talvolta importante e variabilissima di vapor d'acqua. Il mezzo di rendere costante la composizione del gaz è quello di fissare la proporzione del vapor d'acqua in esso contenuto raffreddandolo ad una temperatura costante in contatto dell'acqua. Più questa temperatura sarà bassa e più si eleverà la temperatura di combustione, poichè il gaz conterrà meno vapor acqueo.

Il mezzo di elevare la temperatura della fiamma è di scaldare il gaz nei forni a rigenerazione di calore. Ma allora, affinchè il gaz non trasporti una considerevole quantità di polvere e non ingombri le cavità dei generatori, occorre assoggettarlo ad una energica lavatura.

Bisogna adunque lavare e raffreddare energicamente il gaz e condurlo quindi nei forni a rigenerazione di calore, nei forni di Siemens per es. E così opera il Langlade mediante una serie di apparecchi assai ingegnosi.

Nella puddellatura coi gaz di litantrace, di lignite, ecc. egli aveva incontrato delle difficoltà d'altra natura, di cui la principale il rapido otturarsi dei canali dei forni colla polvere delle scorie e degli ossidi di ferro. Nonostante tutte le precauzioni prese per arrestare questa polvere in punti facili a pulirsi, praticamente i forni di puddellatura coi gaz di lignite e di litantrace non davano dei risultati soddisfacenti.

Anche questo ostacolo venne superato colla preventiva lavatura dei gaz, e l'esperienza prova che allorquando

questi gaz vengono convenientemente lavati e raffreddati non si producono più otturamenti di sorta e i forni agiscono diversi mesi di seguito in condizioni perfette senza aver bisogno di ripuliture.

La temperatura dei forni scaldati con questi gaz è elevatissima, perfettamente regolare ed alla mercè del puddellatore, che può elevarla od abbassarla istantaneamente. Inoltre mentre nei forni a graticola non si può

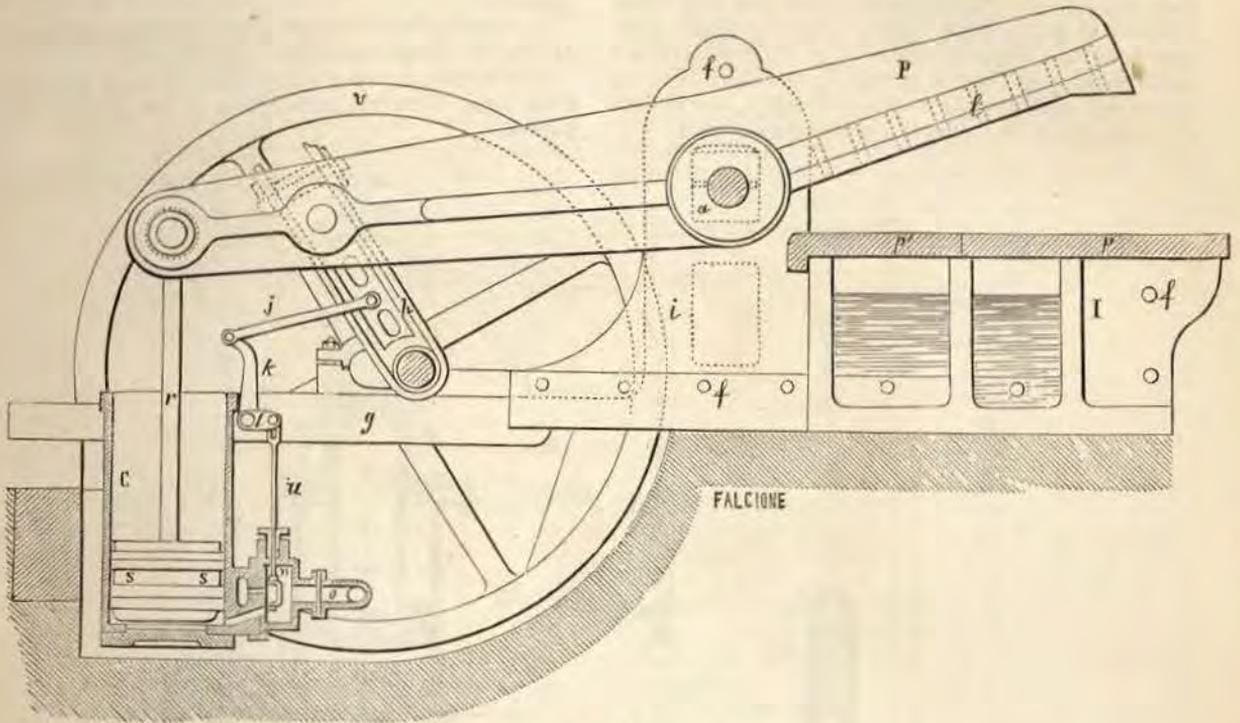


Fig. 524.

impedire l'arrivo nel bagno di puddellatura dei residui del combustibile e delle ceneri misti alla fiamma riducete, col processo Langlade la fiamma resta affatto

monda da ogni impurità. Però tale processo richiedendo un'abbondante quantità d'acqua, incontrerà in certe località delle difficoltà ad essere adottato.

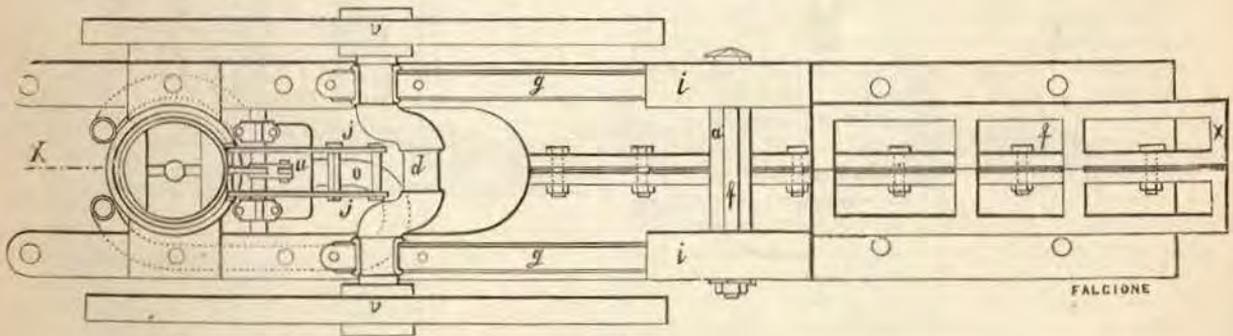


Fig. 525.

Acciaccatoi (franc. *cingleurs*, *machines à cingler*; ingl. *squeezers*; ted. *Presswerke*, *Quetschwerke*). — I masselli di ferro che si ottengono direttamente dai minerali o dalla ghisa nei fucinali e nei forni di affinamento, contenendo delle impurità e delle soluzioni di continuità, si scavezzano, come abbiamo detto, mediante speciali apparecchi detti *acciaccatoi*.

Tale operazione si fa pure subire ai masselli di acciaio naturale o puddellato ma non però a quelli in acciaio fusò che non ne hanno bisogno.

Parleremo ora brevemente dei principali sistemi di acciaccatoi in uso nelle ferriere.

Acciaccatojo Cavé. — Questo apparecchio, rappresentato in parte in elevazione e in parte in sezione verticale secondo la linea XX dalla fig. 524 e in proiezione orizzontale (supposto tolto il bilanciante P) dalla fig. 525, consta essenzialmente di un'incudine cava I in ghisa, piena d'acqua affinché non possa soverchiamente scaldarsi, di un bilanciante P pure in ghisa, di cui uno dei bracci, inferiormente rivestito dalle lastre in ferro Z, co-

stituisce il pestello che opera sui masselli disposti sulla tavola *pp'* dell'incudine.

Il bilanciere *P* è sostenuto dall'albero *a*, il quale riposa sopra una robusta intelajatura in ghisa *i* in due parti tra loro fortemente unite mediante le chiavarde *f*, ed è comandato all'estremità dell'altro braccio dall'asta *r* dello stantuffo di un cilindro a vapore *C*. Questo cilindro resta compreso tra i due prolungamenti *g* dell'intelajatura, i quali sostengono l'asse a gomito *d*, che riceve il movimento dal bilanciere *P* a mezzo dell'asta *h*, movimento che partecipa ai due volanti *v* calettati su di esso.

L'asta *h*, mediante le piccole aste *i* ed *u* e la leva *K, L*, comanda pure il cassetto di distribuzione *n* del vapore somministrato dal tubo d'ammissione *o*.

L'asta *r* è congiunta a snodo collo stantuffo *s* dovendo essa oscillare durante il movimento di va e vieni dello stantuffo.

La velocità dello stantuffo e quindi dell'acciaccatojo è da 40 a 60 colpi completi per minuto primo.

Altri acciaccatojo analoghi a quello di Cavé, ma mossi dalla forza dell'acqua, sono pure in uso presso molte ferriere.

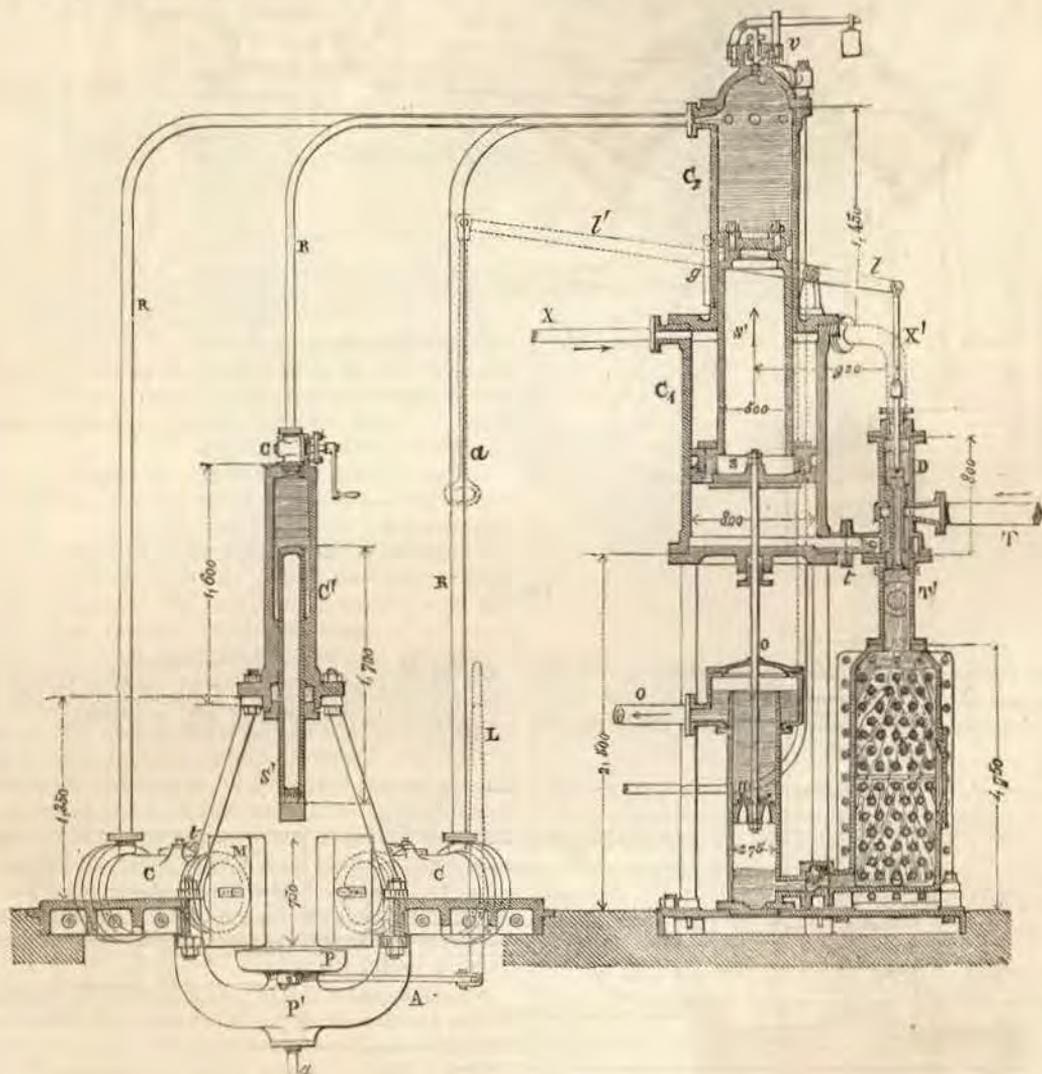


Fig. 526.

Acciaccatojo di Siemens. — Coll'acciaccatojo di Siemens non si assoggetta il massello a successive percosse come con quello di Cavé, ma si sottopone invece ad una pressione costante, lenta e progressiva in più direzioni.

L'acciaccatojo propriamente detto consta di cinque torchi idraulici, di cui quattro disposti orizzontalmente hanno i loro assi che concorrono in un centro comune e il quinto ha il suo asse che coincide colla verticale che passa per questo punto.

L'azione di tutti questi torchi è diretta contemporaneamente verso uno stesso punto, ove trovasi il massello

da scavezzare disposto sopra una piattaforma orizzontale girevole intorno al proprio asse. Situato il massello nel centro della piattaforma, si assoggetta ad una prima compressione, poi durante il movimento di ritorno degli stantuffi dei torchi idraulici si fa rotare di un piccolo arco la piattaforma e si presentano altre parti del massello all'azione degli stantuffi, e così si prosegue sino a che si sia prodotta la completa compressione della massa in tutte le direzioni.

Passiamo ora ad esaminare le varie parti dell'apparecchio che è rappresentato in sezione verticale longitudinale dalla fig. 526, in proiezione e in parte in sezione

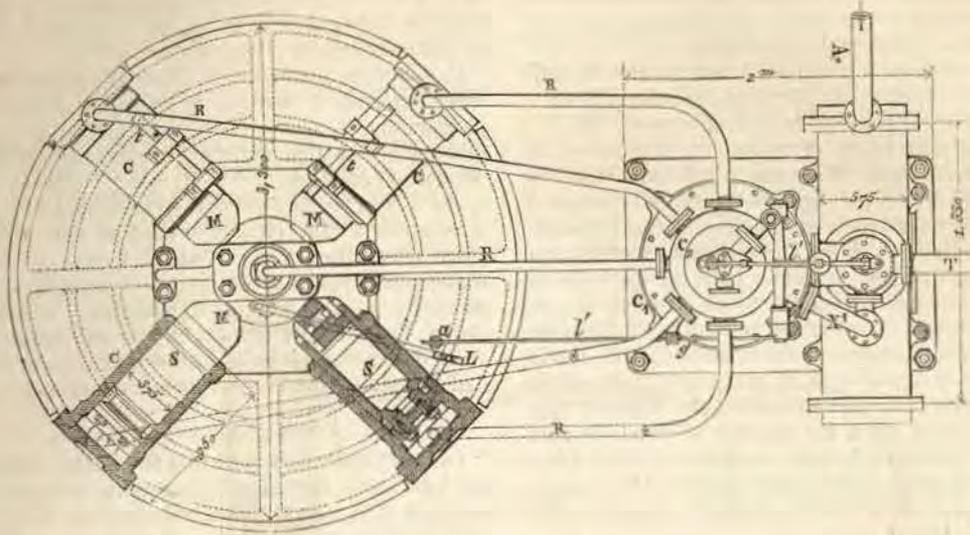


Fig. 527.

orizzontale dalla fig. 527, e infine in vista e sezione laterale dalla parte del motore dalla fig. 528.

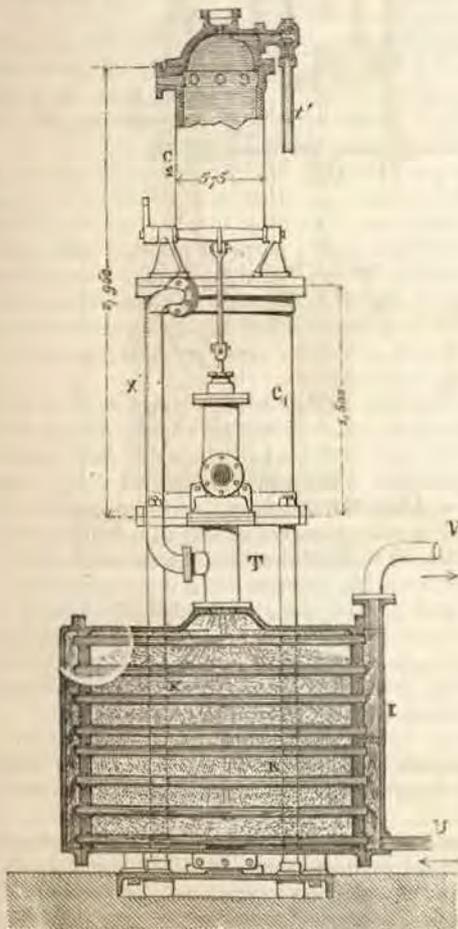


Fig. 528.

Gli stantuffi S dei quattro torchi orizzontali sono cavi e portano all'esterno i blocchi M, i quali agiscono direttamente sul massello guidati dalle aste *t* scorrevoli entro

due occhielli congiunti ai cilindri C. I cilindri C sono fortemente uniti ad un basamento in ghisa che riposa sopra una fondazione in muratura, al quale mediante un robusto supporto è pure fissato il torchio verticale costituito dal cilindro C' e dallo stantuffo S'.

La piattaforma P di sostegno dei masselli si fa girare a mano mediante la leva L che comanda il tirante di collegamento A.

L'apparecchio motore si compone di due cilindri verticali sovrapposti C₁ e C₂ (fig. 526) di cui il primo è a vapore e il secondo idraulico. Nel cilindro a vapore C₁ si muove lo stantuffo S di cui l'asta cava S' costituisce lo stantuffo del cilindro idraulico C₂.

La distribuzione del vapore nel cilindro C₁ si fa con un cassetto equilibrato, il quale però si manovra a mano mediante l'asticella *a* che comanda le leve *l*, *l'*. Si noti che allorché il cassetto di distribuzione occupa la posizione inferiore, il vapore, il quale arriva dal condotto T, entra nella camera di distribuzione D e passando attraverso alle luci *b*, si introduce nel condotto *t* e da questo nel cilindro. Allora lo stantuffo *s* che era all'estremità inferiore della sua corsa, si solleva e spingendo l'acqua contenuta nel cilindro C₂ nei tubi R, che comunicano coi cilindri C e C', fa agire contemporaneamente sul massello i cinque torchi idraulici.

Sotto alla camera D di distribuzione del vapore, e con essa in comunicazione mediante il tubo T', trovasi un condensatore tubulare metallico I.

Una corrente d'acqua fredda è condotta dal tubo V (fig. 528) nella parte inferiore del condensatore, da dove, avendo essa una conveniente pressione, si solleva attraversando i tubi X del condensatore ed esce dal condotto V.

Si supponga ora che si sia portato il cassetto di distribuzione nella sua posizione superiore. Allora il vapore contenuto nel cilindro C₁, attraversando in senso inverso le luci *b*, entra nel condotto T' e da questo nei tubi metallici del condensatore, ove si condensa. Nello stesso tempo i cinque torchi cessano manifestamente di comprimere il massello.

L'acqua di condensazione che si raccoglie nel condensatore viene aspirata dalla tromba ad aria N, da dove nel periodo di discesa dello stantuffo essendo intercettata da una valvola la comunicazione tra la tromba e il condensatore, essa attraversando la valvola *n* dello stan-

tuffo si porta nella camera superiore N' e da questa, durante il movimento ascendente dello stantuffo, nel tubo O che la conduce nella caldaia a vapore.

Questo stantuffo della tromba d'aria è comandato dallo stantuffo s del cilindro a vapore a cui è unito dall'asta o.

Suppongasì che l'apparecchio sia in riposo; allora il cassetto di distribuzione sarà in alto e lo stantuffo s del cilindro a vapore sarà all'estremità inferiore della sua corsa. Volendo fare agire l'apparecchio si deve prima di tutto estrarre l'aria contenuta nella camera superiore del cilindro motore C₁. A tal fine questo è congiunto con un tubo X (fig. 526) che comunica colla caldaia e con un tubo X' che comunica col condensatore. Aprendo la chiave che intercetta la comunicazione, un getto di vapore entra nella camera superiore del cilindro C₁ e da questa attraversando il condotto X' si porta nel condensatore asportando seco l'aria in esso contenuta. Espulsa dopo pochi minuti tutta l'aria dal cilindro, si chiude la chiave: allora il vapore in esso contenuto si condensa e forma un vuoto parziale. Ciò fatto, mediante l'asticella a si abbassa il cassetto di distribuzione del vapore, e l'apparecchio si mette in azione.

Importa avvertire che durante il movimento dal basso all'alto dello stantuffo s, la camera superiore del cilindro a vapore C₁ comunica col condensatore mediante il tubo X'.

Ottenuta la voluta compressione del massello, volendo partecipare agli stantuffi dei torchi idraulici il moto di ritorno, basterà innalzare il cassetto di distribuzione.

Il cilindro C' del torchio idraulico verticale è munito di una chiave c colla quale si può regolare la velocità dello stantuffo S' e renderlo indipendente, ove si voglia, dagli stantuffi S degli altri torchi idraulici.

Il cilindro idraulico C₂ porta una valvola di sicurezza v (fig. 526) e un tubo t' (fig. 528) d'alimentazione munito di una valvola che si apre dal basso in alto, il quale comunica con un serbatoio d'acqua che deve distare meno dell'altezza atmosferica (praticamente meno di 7 m.) dalla sua sommità. Pertanto, ove avvenissero delle fughe d'acqua dai condotti R, lo stantuffo S', discendendo, aspirerebbe altra acqua dal tubo t' in surrogazione di quella mancante.

Nel caso poi che avvenisse una fuga dal cilindro idraulico C₂ nel cilindro a vapore C₁, l'acqua verrebbe vaporizzata in seguito al vuoto che si otterrebbe in questo cilindro allorché lo stantuffo si porta all'estremità inferiore della sua corsa; e il vapore prodotto verrebbe iniettato nel tubo X' e da questo condotto nel condensatore durante il movimento ascendente dello stantuffo.

L'arresto g serve a regolare lo spostamento angolare della leva t' di comando della distribuzione. Facendo variare questo spostamento si cambia conseguentemente la corsa dello stantuffo motore S e degli stantuffi idraulici S e S'. Quando non si hanno che dei piccoli masselli da scavezzare, queste corse si riducono anche sino della metà.

La piattaforma P la quale sopporta il massello, è munita inferiormente di un piccolo stantuffo idraulico adattato nel cilindro P' (fig. 526), il quale mediante il tubo a comunica con un serbatoio d'acqua situato ad una certa altezza. Per tal modo la piattaforma riposa sopra un cuscin d'acqua, il quale mentre ne facilita i movimenti di rotazione serve anche ad ammortizzare gli urti a cui venisse soggetta.

Inutile aggiungere che l'altezza totale della colonna d'acqua contenuta nel cilindro idraulico C₂ sui cilindri orizzontali C, deve essere inferiore all'altezza atmosferica, poichè nel caso contrario, tornando impossibile aspirare l'acqua dai tubi R, l'apparecchio non potrebbe funzio-

nare. Praticamente, a causa delle resistenze passive assai notevoli delle condotte R, questa altezza non può essere di molto superiore a 5 metri.

Con questo acciaccatojo, oltre al purgare il metallo dalle impurità e togliere le soluzioni di continuità, si possono ancora sovrapporre e saldare insieme più masselli colla massima facilità ed ottenere dei blooms di dimensioni colossali.

Acciaccatojo di Danks. — L'acciaccatojo di Danks si compone di due cilindri orizzontali scanalati in direzione longitudinale, posti l'uno di fronte all'altro, che si fanno girare per lo stesso verso. Superiormente ai detti cilindri è situato un grosso eccentrico che ruota nella stessa direzione dei cilindri. Posta sui cilindri la sfera da scavezzarsi, essa sotto l'azione combinata di questi e dell'eccentrico subisce una specie di energica laminazione.

FOGGIATURA DEL METALLO.

Ottenuti i masselli di ferro e di acciaio o direttamente dai minerali o mediante l'affinamento della ghisa, e sottoposti, a meno che non siano di acciaio fuso, all'azione dell'acciaccatojo onde purgarli dalle impurità, occorre dar loro una prima forma, sotto la quale, a seconda dei casi, o vengono direttamente impiegati nelle costruzioni, o assoggettati prima ad ulteriori lavori di finitura.

Ora tale risultato si può raggiungere in tre modi differenti: colla laminazione, col lavoro al maglio, e infine colla foggatura entro stampi.

Laminazione (franc. *laminage*; ingl. *rolling, lamination*; ted. *Walzen, Strecken*). — Si eseguisce questo lavoro mediante speciali apparecchi detti *laminatoi* o *cilindratoi* (franc. *laminoirs, trains de laminoir*; ingl. *rolling mills*; ted. *Walzwerke*).

Nella loro forma più semplice constano questi apparecchi di due cilindri o rulli (franc. *cylindres à laminer*; ingl. *rolling-trains, rollers*; ted. *Walzwerke, Walzenstrecke, Walzenpaar*) paralleli posti ad una certa distanza l'uno al disopra dell'altro, i quali rotano per verso contrario. I due cilindri hanno lo stesso diametro e la stessa velocità angolare. Essi sono generalmente di ghisa fusa in forme metalliche onde abbiano una grande durezza alla loro superficie.

Presentando ai detti cilindri un pezzo di ferro al calor rosso-bianco la cui grossezza sia alquanto maggiore dell'intervallo compreso tra i due cilindri, dalla parte ove le loro periferie si muovono l'una verso l'altra, verrà il metallo attirato dall'aderenza dei rulli ed escirà dal lato opposto con una grossezza eguale al loro intervallo.

Ciò fatto, se si diminuisce la distanza tra i due cilindri e si fa passare una seconda volta il metallo tra di essi, ovvero se si porta il metallo tra due cilindri più vicini l'uno all'altro, esso subirà un successivo assottigliamento, e proseguendo per un numero conveniente di volte tale operazione, si riuscirà a dare al metallo la voluta grossezza definitiva.

Come si vede, i cilindrai operano sul metallo per compressione, analoghi in ciò alle macchine a foggare, mentre, come si vedrà in seguito, i magli agiscono per percosse.

Se i rulli invece di un intervallo rettangolare presentano dei vani quadrati, romboidali, ottagonali, ovali, circolari, ecc., si potranno avere ferri di qualunque foggia e dimensioni.

I laminatoi si dividono in laminatoi per barre e in laminatoi per lamiera.

Laminatoi per barre. — I cilindri dei laminatoi per barre si distinguono in cilindri abbozzatori o digrossatori (franc. *cylindres dégrossisseurs, chaucheurs*,

cingleurs; ingl. *blooming rolls, roughing-down rolls, shingling rolls*; ted. *Puddel oder Luppen, Präparirwalzwerke, Zängwalzen, Vorwalzwerke*) nei quali si fa passare il metallo che non ha subito che un leggero scavezzamento, ed in *cilindri finitori* (franc. *cyndres finisseurs, cyndres étireurs*; ingl. *finishing rolls, merchant rolls*; ted. *Fertigwalzwerke, Vollenwalzwerke, Reckwalzwerke*) che danno la forma definitiva al metallo già completamente scavezzato o all'acciaccatojo od al maglio od ai cilindri digrossatori.

Uno dei laminatoi più comunemente usato nelle ferriere per la foggatura delle sbarre è quello rappresentato dalla fig. 529.

I cilindri inferiori A', B' sono tra loro solidali e ricevono il movimento direttamente dalla macchina motrice; i cilindri superiori A, B sono comandati dai cilindri inferiori mediante ruote dentate c c'. Tanto i cilindri inferiori come quelli superiori appoggiano coi loro perni su guancialetti di bronzo sostenuti dai robusti castelli in ghisa h. I cilindri A, B si possono allontanare più o meno dai cilindri A', B' mediante viti di pressione che agiscono

sui guancialetti dei cilindri A, B. Queste viti debbono avere esattamente lo stesso passo e rotare inoltre di angoli perfettamente eguali onde mantenere un perfetto parallelismo tra i cilindri.

In certi laminatoi il movimento delle viti di pressione che agiscono alle estremità di uno stesso cilindro si partecipa mediante una stessa ruota dentata che imbecca con due ruote dentate solidali ciascuna ad una vite di pressione. Queste due ruote dentate dovendo sollevarsi ed abbassarsi, occorre che abbiano una certa altezza onde poter sempre imboccare colla ruota dentata di comando che si mantiene a livello costante.

I cilindri inferiori sono uniti fra di loro dagli assi d, d' mediante i manicotti p q fissati con chiavette onde riesca facile, occorrendo, rendere indipendenti la coppia A A' dei cilindri dalla coppia B B'.

Per impedire che i cilindri si riscaldino soverchiamente durante il lavoro, si fanno effluire sopra di essi e principalmente sui perni e sui cuscinetti dei fili permanenti d'acqua derivati da tubi t da un condotto longitudinale superiore.

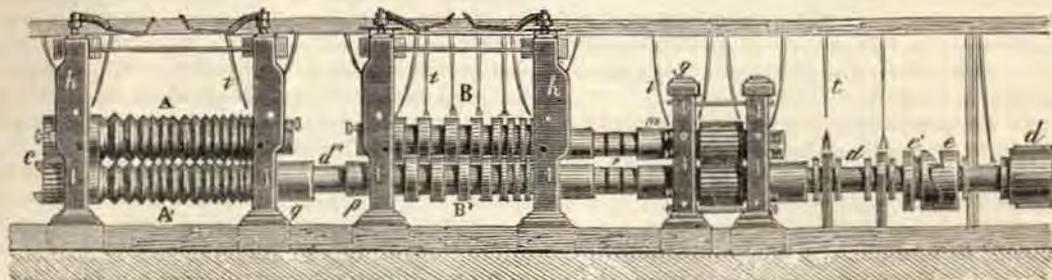


Fig. 529.

I cilindri A, A', che hanno le scanalature che presentano dei vani o circolari o romboidali cogli angoli smusati, od ovali decrescenti in ampiezza da sinistra a destra, funzionano come cilindri abbozzatori; e i cilindri B, B', che danno al ferro la forma di barre piatte, come cilindri finitori.

La prima apertura del cilindro sbazzatore ha da 15 a 20 cent. di altezza e l'ultima 8 cent. circa; la larghezza di tali aperture è poi eguale o maggiore dell'altezza. Le scanalature dei cilindri abbozzatori avendo, come si vede, una considerevole profondità e larghezza, sarebbe operazione lunga e assai costosa quella di farle o anche solo di ripassarle al tornio; per questo a tali cilindri si dà direttamente nel getto il profilo definitivo, tanto più che questo non ha d'altronde bisogno di una grande esattezza.

I cilindri finitori rassomigliano a quelli abbozzatori; però le loro scanalature sono in numero assai più ragguardevole e di dimensioni sensibilmente minori. I cilindri finitori per ferri di piccolo calibro sono poi lavorati al tornio.

Ciò posto, ecco come si conduce il lavoro di laminazione. Tolto il massello dal forno sotto forma sferica, scavezzato all'acciaccatojo, e data ad esso una forma grossolanamente prismatica, il capo degli operai addetti al laminatojo lo prende, ancora incandescente, ad uno de' suoi estremi con una tanaglia e lo presenta per l'estremo opposto alla maggior apertura dei cilindri abbozzatori se ha ancora bisogno d'essere scavezzato o se le sue dimensioni sono troppo diverse da quelle finali richieste, e a quella dei cilindri finitori nel caso contrario. I cilindri afferrano il massello, lo schiacciano, ed esso passa oltre già alquanto assottigliato e colla forma del-

l'apertura attraverso a cui è passato. Un operaio lo afferra con una tanaglia al suo uscire dai cilindri e lo trasmette al capo operaio. Questo lo prende di nuovo colla tanaglia e lo presenta alla seconda apertura di minor grossezza; e così si continua finchè il metallo abbia assunta la forma e le dimensioni volute.

Se durante il corso dell'operazione la massa metallica si raffredda e rifiuta di costiparsi più oltre, si porta al forno e si riprende in seguito l'operazione non appena sia convenientemente riscaldata.

Per la foggatura di grosse barre piatte si impiega in molte ferriere il così detto *laminatojo a scalini*, i cui rulli hanno la loro superficie costituita da tante superficie cilindriche poste in prosecuzione l'una dell'altra aventi lo stesso asse, ma il diametro successivamente minore a partire dalla prima sino all'ultima. Nel passaggio dall'una superficie cilindrica a quella consecutiva v'è uno scalino, donde il nome dato al laminatojo.

I due rulli essendo disposti per modo che i cilindri dello stesso diametro si corrispondano, si possono foggare ferri di diversa grossezza.

Talvolta con questi cilindri si fanno barre commerciali, tal'altra delle barre che tagliate in tanti pezzi col forbicione, si riuniscono tra loro in un pacchetto e si portano al forno, da dove, dopo che si sono riscaldate al caldo sudante, si riportano al laminatojo ed ivi si riuniscono in una sola barra.

I laminatoi per barre si costruiscono talvolta con tre cilindri posti uno sopra l'altro, ed allora si ha il vantaggio di evitare la perdita di tempo richiesta per portare il metallo sempre dalla stessa parte alla fine di ogni passaggio attraverso i cilindri. Con tali laminatoi il metallo

dopo aver attraversata un'apertura compresa tra il cilindro mediano e l'inferiore, ritorna dalla stessa parte attraversando l'apertura di sopra compresa tra il cilindro di mezzo e il superiore.

Però per la lavorazione dei masselli assai pesanti non sono convenienti i laminatoi a tre cilindri, giacchè si incontrano allora delle gravi difficoltà nella manovra del metallo da foggarsi. Si preferisce generalmente in tale caso di impiegare due laminatoi a due cilindri posti in prosecuzione l'uno dell'altro che si fanno lavorare in direzione contraria. Allora non appena la sbarra esce dall'un cilindro, si raccoglie sopra un carretto e si porta dalla stessa parte al cilindro consecutivo.

Anche coi laminatoi a due soli cilindri si può presentare il metallo da laminarsi ora da una parte del laminatoio ed ora dall'altra, ma allora bisogna invertire alternativamente la direzione del movimento dei cilindri, il che in certi casi non è scevro d'inconvenienti. A tale riguardo è da avvertirsi che sono state proposte diverse disposizioni assai ingegnose onde ottenere l'inversione del movimento dei cilindri senza invertire quello della macchina motrice.

Rispetto alle scanalature dei laminatoi da sbarre debbesi osservare che non si hanno regole per determinare le dimensioni e che si ricorre in ciascun caso speciale ai risultati dell'esperienza.

In generale nei laminatoi esistenti per ferri quadri e tondi, il rapporto tra il lato ed il diametro di un calibro e il lato od il diametro del calibro successivo varia da $\frac{84}{100}$ a $\frac{94}{100}$ per i laminatoi da ferro grosso, e da $\frac{92}{100}$ a $\frac{96}{100}$ per quelli da ferro sottile.

Per i laminatoi da ferri piatti il rapporto normale tra le altezze di due calibri successivi è mediamente di $\frac{78}{100}$. Però siccome in tali laminatoi si varia a seconda del bisogno l'altezza dei due cilindri, il detto rapporto non è costante per uno stesso laminatoio ed esso è da considerarsi come una media tra i due limiti di $\frac{62}{100}$ e $\frac{94}{100}$ entro cui varia generalmente.

I laminatoi da sbarre si distinguono poi a seconda dei ferri che foggiano in laminatoi per rotaje, per ferri a T, per ferri ad angolo, ecc. ecc.

Un laminatoio tutt'affatto speciale è quello per la foggatura dei cerchioni da ruote per ruotabili da strade ferrate.

Tali cerchioni si fanno oggidì quasi esclusivamente o mediante lingotti pieni provenienti dal forno Siemens-Martin o dal convertitore Bessemer, che si abbozzano al maglio per trasformarli in ciambelle e dar loro approssimativamente il profilo definitivo del cerchione, o mediante lingotti gettati direttamente sotto forma di ciambelle. Queste ciambelle, ottenute sia nell'un modo come nell'altro, vengono in seguito portate al detto laminatoio, ove acquistano il diametro ed il profilo voluti.

Si hanno varii sistemi di laminatoi per cerchioni. Un tipo di tali laminatoi in uso presso molte importanti ferriere, tra le quali quella di Krupp a Essen, consta di due cilindri verticali scanalati posti l'uno di fronte all'altro, di cui quello destinato a formare il profilo esterno del cerchione riceve il movimento da una coppia di ruote coniche comandate dall'albero della macchina a vapore, e quello destinato a formare il profilo interno è folle e può essere sollevato nella direzione del suo asse a mezzo di una catena comandata da uno stantuffo idraulico. Muovendo una leva l'acqua in pressione agisce sopra questo stantuffo e fa alzare il cilindro; aprendo lo scarico, questo discende pel proprio peso. Il cilindro attivo del laminatoio unitamente alle due ruote coniche è suscettibile di un movimento di traslazione orizzontale

nella direzione del piano degli assi dei due cilindri laminatori che si partecipa mediante viti orizzontali che agiscono sui supporti a collare del detto cilindro comandate da altra motrice di minor potenza collocata lateralmente al cilindro.

I cilindri del laminatoio sono muniti di quattro scanalature corrispondenti, riferentisi a quattro profili successivi da assegnarsi ai cerchioni, a cominciare da quello di abbozzo sino a quello definitivo. Dinanzi al cilindro folle del laminatoio è situato un banco in ghisa, il quale serve a sostenere il cerchione.

Tale banco porta pure un rullo orizzontale e due rulli verticali, destinato il primo a determinare la faccia laterale del cerchione e gli altri due ad accompagnare questo nel suo movimento durante la laminazione. Il rullo orizzontale si può spostare sia nella direzione del suo asse come verticalmente; quelli verticali si possono spostare nella direzione del loro asse e in direzione normale al piano degli assi dei cilindri del laminatoio.

Il banco può alzarsi ed abbassarsi mediante aste dentate verticali che imboccano con pignoni comandati dall'asta dello stantuffo di un cilindro a pressione idraulica. Una semplice leva è quindi sufficiente alla manovra.

Premessa questa sommaria descrizione, passiamo a vedere come funziona l'apparecchio. Suppongasì che il banco sia nella sua posizione più bassa. Si solleva il cilindro folle del laminatoio e si presenta la ciambella rovente alla prima scanalatura del cilindro attivo. Si riabbassa il cilindro folle e si dà vapore alle macchine; le viti orizzontali, le quali agiscono sui collari del cilindro attivo, lo spingono verso l'altro cilindro, mentre la grande motrice lo anima di un rapido moto di rotazione. Allora comincia la laminazione: il cerchione rotola e ingrandisce successivamente di diametro compresso tra i due cilindri, mentre il rullo orizzontale sopportato dal banco in ghisa lo costringe a mantenere l'altezza voluta e i due rulli verticali impediscono ad esso di ovalizzarsi. Durante il lavoro un getto continuo d'acqua refrigera la superficie di sfregamento col pezzo caldo e contribuisce ad esportare l'ossido che altrimenti resterebbe compenetrato col metallo e ne renderebbe la superficie rugosa. Finita la prima lavorazione, si inverte la distribuzione del vapore alla motrice ausiliaria che imprime il moto di traslazione al cilindro laminatore attivo e questo vien retrocesso. Si disimpegna allora il cerchione abbozzato dalle scanalature del cilindro folle del laminatoio e si solleva il banco sino alla seconda scanalatura. Ciò fatto, si riavvicina il cilindro attivo al cilindro folle e si ricomincia come prima. Così si continua fino alla quarta scanalatura.

Allorchè il cerchione è vicino a raggiungere il diametro interno voluto, si applica a mano una rotella a gambo in un corsojo che corre in una scanalatura esistente nel banco in ghisa di supporto dei cerchioni. Il detto corsojo è comandato idraulicamente, e su di un quadrante sono segnate delle divisioni indicanti lo spostamento nel piano degli assi dei due cilindri laminatori che si vuol far subire al corsojo e quindi alla rotella. Applicata la rotella e messa la leva di comando in corrispondenza alla graduazione del quadrante riferentisi ad un determinato diametro del cerchione, si vede che la rotella è spinta contro la superficie interna del cerchione e per attrito viene da questo fatta rotare intorno al proprio asse. Allorchè il cerchione raggiunge il diametro voluto, cessa l'ammissione dell'acqua che spingeva corsojo e rotella e quindi questa non essendo più in contatto col cerchione cessa dal rotare. A questo punto si fa retrocedere il cilindro laminatore attivo, si

alza il cilindro folle, si abbassa il banco e si toglie il cerchione completamente laminato. Non rimane più allora che centrarlo nel caso che presentasse ancora qualche leggera ovalizzazione.

Uno di questi laminatoi esistente presso lo stabilimento Krupp può produrre in 24 ore da 260 a 270 cerchi da veicoli, 170 cerchi circa da locomotive merci e da carri di scorta, e da 100 a 110 cerchi da m. 1.50 a m. 2 di diametro. La macchina a vapore che imprime il movimento di rotazione al cilindrato ha la potenza da 200 a 250 cavalli effettivi, e quella che serve a produrre la necessaria pressione dei cilindri contro il cerchione, la potenza di 40 cavalli-vapore.

Un laminatoio col quale si possono ottenere dei ferri quadrati o rettangolari di qualsiasi dimensione senza che

i cilindri siano muniti di scanalature è il così detto *laminatoio universale* (franc. *laminoir universel*; ingl. *universal-rolling-mill*; ted. *Universalwalzwerk*) rappresentato dalle fig. 530 e 531.

Consiste questo laminatoio in due cilindri A, A orizzontali e in due cilindri B, B verticali. I due primi limitano la grossezza, e gli altri due la larghezza dei ferri laminati.

Il cilindro superiore A si può avvicinare più o meno al cilindro inferiore facendo girare convenientemente la manovella del volante M, che, mercè le ruote dentate R, R', comanda le viti di pressione dei perni. Analogamente i cilindri B, B, mediante i volanti m che comandano le ruote dentate rr', possono essere portati ad una maggiore o minor distanza relativa.

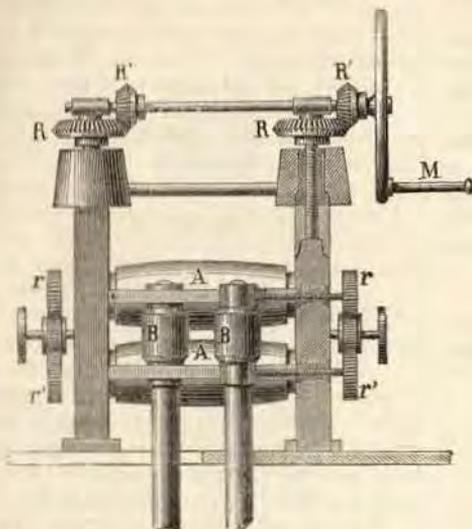


Fig. 530.

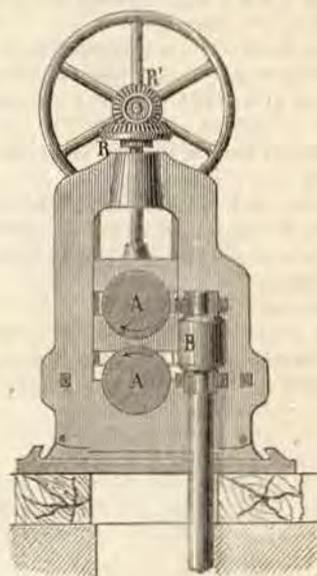


Fig. 531.

Spostando convenientemente il cilindro superiore A ed i cilindri verticali B, si possono manifestamente ottenere dei calibri quadrati o rettangolari di differenti dimensioni.

I cilindri B che rotano per verso contrario mossi da un motore afferrano il massello rovente che viene presentato in corrispondenza del calibro, lo schiacciano lateralmente e lo spingono tra i cilindri folli A i quali completano la foggatura.

In questi ultimi tempi si sono costruiti dei laminatoi speciali, detti *laminatoi eccentrici*, in cui o uno o ambi i cilindri A, A hanno i loro perni, i cui assi non coincidono cogli assi dei cilindri, per cui si muovono di moto eccentrico, disposti in modo che l'intervallo tra loro compreso non sia costante ma vada variando in modo periodico dalla loro distanza massima alla loro distanza minima. Con questi cilindroti si possono ottenere ferri di svariatissime foggie in cui la sezione varia da punto a punto secondo una determinata legge, come molle a cuneo per vetture, sopporti per terrazzi, ecc.; si possono foggare persino delle viti imprimendo al metallo durante la laminazione un movimento di rotazione intorno al suo asse.

Oltrechè col laminatoio eccentrico si possono pure ottenere dei ferri di sezione variabile mediante altri laminatoi speciali non eccentrici.

Siffatti laminatoi hanno i cilindri i quali presentano

delle cavità in certi punti della loro periferia, di determinata forma a seconda dei ferri che vogliono ottenere.

Per citare un esempio, si fabbricano con tali laminatoi dei ferri schiacciati che hanno degli ingrossamenti a, a', a'' , (fig. 532).



Fig. 532.

In tal caso la scanalatura dei cilindri presenta in certi punti tra loro equidistanti delle cavità corrispondenti ai nodi a, a', a'' , ecc., per modo che se essa potesse essere rettificata avrebbe un profilo simile a quello della figura 533.



Fig. 533.

Si fabbricano anche, mediante una coppia di cilindri di tal genere muniti entrambi di cavità adatte che nella rotazione si corrispondono esattamente, degli anelli per catene di ponti sospesi, chiodi, lame di coltelli e di cesoje, ferri da cavallo ed altri piccoli articoli.

Per la fabbricazione di tale specie di ferri si impiega preferibilmente del ferro assai tenero, prestandosi esso meglio che non il ferro di qualità superiore al lavoro dei laminatoi accennati. Tali ferri non dovranno adunque essere impiegati in quei casi in cui si domanda al metallo una considerevole resistenza.

Recentemente l'ing. Flotat ha immaginato e fatto costruire dei laminatoi per ferri speciali a sezione costante, nei quali i cilindri più o meno scanalati degli ordinari laminatoi sono sostituiti da dischi sottili, di profilo assai semplice, convenientemente inclinati. Tra i vantaggi che l'autore attribuisce a tali apparecchi, a fronte dei laminatoi a cilindri con calibri fissi, i principali sono quello di poter con uno stesso laminatoio ottenere dei ferri dello stesso tipo e di differenti dimensioni, e quello di poter con poca spesa sostituire quelle parti che per avventura venissero a guastarsi.

La foggatura del metallo ai laminatoi ha il vantaggio di compiersi in un tempo relativamente assai breve, ed oltre a ciò di dare al metallo una superficie esatta e ben levigata.

Per questo tutti i ferri a sezione costante conosciuti sotto il nome di *ferri speciali* (franc. *fers spéciaux*; ingl. *special irons*; ted. *Muster-eisen*, *Façoneisen*), che hanno innumerevoli applicazioni nelle costruzioni civili e meccaniche, si ottengono oggidì pressochè esclusivamente al laminatoio.

Tra questi citeremo:

i *ferri ad angolo* (franc. *fers à cornières*, *fers d'angle*; ingl. *angle irons*; ted. *Winkel-eisen*) rappresentati in sezione trasversale dalle fig. 534;

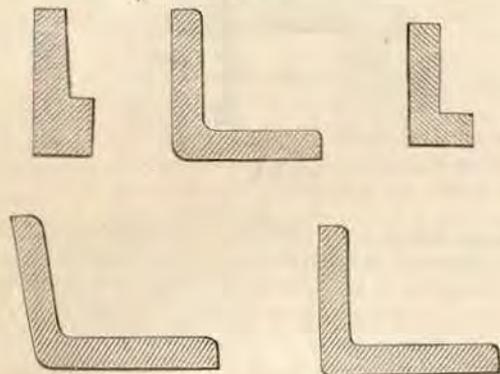


Fig. 534.

i *ferri a T* (franc. *fers en T*; ingl. *T-irons*; ted. *T-eisen*) (fig. 535);



Fig. 535.

i *ferri a doppio T* o *ferri ad H* (franc. *fers en T-double*, *fers en H*; ingl. *double T-irons*, *H-irons*; ted. *Doppel T-eisen*, *H-eisen*) (fig. 536);

i *ferri Zorés* (fig. 537);

i *ferri quadrati* (franc. *fers carrés*; ingl. *square-bar-irons*; ted. *Quadrat-eisen*) (fig. 538);

i *ferri piatti* (franc. *fers en lames*, *en feuilles*; ingl. *iron-plates*, *sheet-irons*, *plate-irons*; ted. *Eisenbleche*) (fig. 539);

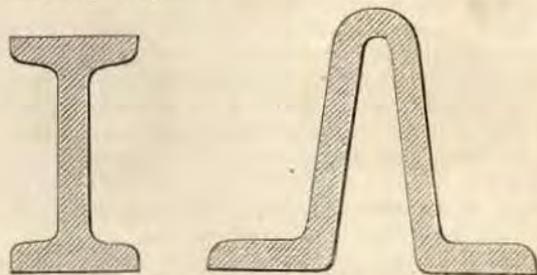


Fig. 536.

Fig. 537.



Fig. 538.



Fig. 539.

i *ferri tondi* (franc. *fers ronds*; ingl. *round-bar-irons*, *round-irons*; ted. *Rund-eisen*) (fig. 540);



Fig. 540.



Fig. 541.

i *ferri mezzo-tondi* (franc. *fers demi-ronds*; ingl. *half-round-irons*; ted. *die halbrunden Eisen*) (fig. 541);

i *ferri triangolari* (franc. *fers triangulaires*; ingl. *triangle bar-irons*; ted. *Dreieck-eisen*) (fig. 542);



Fig. 542.

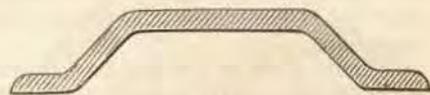


Fig. 543.

i *ferri a ponte* (franc. *fers à pont*, *à U inverse*; ingl. *bridge-irons*; ted. *Brückeisen*) (fig. 543);

i *ferri a croce* (franc. *fers à croix*; ingl. *+-irons*; ted. *Kreuz-eisen*) (fig. 544);



Fig. 544.

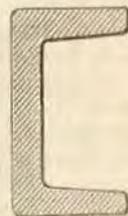


Fig. 545.

i *ferri a C* o *a V* (fr. *fers à C*, *à V*; ingl. *C-irons*, *V-irons*; ted. *C-eisen*, *V-eisen*) (fig. 545);

i ferri ovali (franc. *fers en profil ovale*) (fig. 546);
i ferri vuoti (franc. *fers creux*; ingl. *hollow irons*,
iron-tubes; ted. *d. hohlen Eisen, Eisen-röhre*) (fig. 547);



Fig. 546.

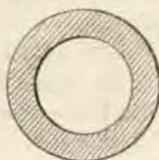


Fig. 547.

i ferri da vetri (franc. *fers à vitrage*; ingl. *window-bar-irons*; ted. *Fenstersprosseneisen*) (fig. 548);

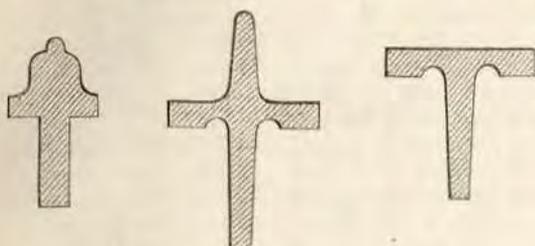


Fig. 548.

i mancorrenti (franc. *main-courantes*; ingl. *hand-rails*; ted. *Handgriffe, Handleisen*) (fig. 549);



Fig. 549.

i ferri per coprigiunti (fr. *couvre-joints*) (fig. 550);

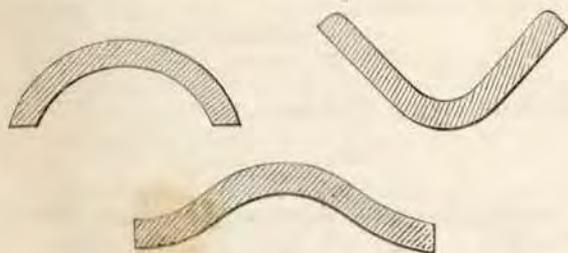


Fig. 550.

i ferri per graticole (franc. *barres de grille*; ingl. *fire-bars*; ted. *Roststäbe*) (fig. 551); ecc. ecc.

Ai ferri speciali appartengono anche le rotaje per strade ferrate (franc. *rails*; ingl. *rails*; ted. *Eisenbahnschiene*) (fig. 552), che si distinguono poi in rotaje Vignoles, di Barlow, di Brunet, ecc. (Vedi articolo FERROVIE).

Laminatoi per lamiere. — (franc. *laminoirs à plaques, à tôles*; ingl. *rolling-mills, plate rollers*; ted. *Blechwalzwerke*). — I laminatoi per lamiere (fig. 553) hanno i cilindri privi di scanalature e perfettamente lisci dall'un capo all'altro. Il cilindro superiore deve essere suscettibile di innalzarsi ed abbassarsi sia perchè si pos-

sano foggiare lamiere di diversa grossezza, sia perchè per ridurre le lamiere alla grossezza voluta occorre far passare più volte il metallo attraverso ai cilindri diminuendo successivamente per gradi l'intervallo fra essi compreso.

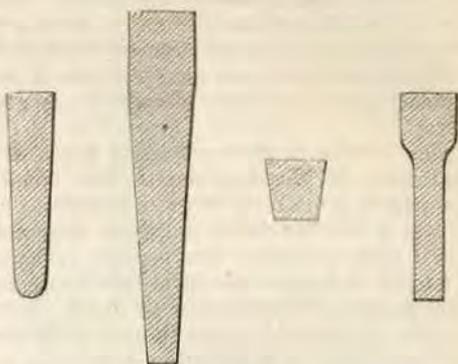


Fig. 551.



Fig. 552.

I cilindri riposano su guancialetti o in bronzo o in ghisa con guerniture di bronzo, sostenuti da un castello *h* come quello dei laminatoi per sbarre. Le viti di pressione *a* che agiscono sui guancialetti mobili del cilindro superiore debbono avere esattamente lo stesso passo, ed oltre a ciò rotare di angoli perfettamente eguali, essendo condizione essenziale che i cilindri siano sempre tra loro paralleli, onde le lamiere abbiano una grossezza costante.

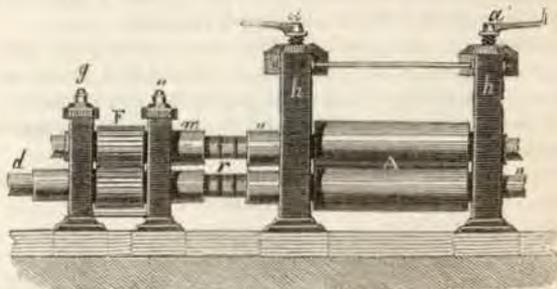


Fig. 553.

Nei grandi laminatoi tali guancialetti mobili riposano sopra molle a bovolo od a balestra, le quali li mantengono sempre in contatto colle viti di pressione mentre queste si sollevano. Nei piccoli laminatoi sono per lo più sostenuti da contrappesi o direttamente dalle viti di pressione.

Sia nell'un caso però come nell'altro si vuole che i detti guancialetti mobili non possano urtare violentemente.

mente o contro i sostegni inferiori quando si toglie la lamiera dal laminatoio, o contro le viti di pressione quando si introduce il metallo da laminarsi.

Il cilindro inferiore, come nei laminatoi da sbarre, è mosso direttamente dall'albero motore a cui è congiunto mediante un manicotto d , e talvolta comunica esso il movimento di rotazione al cilindro superiore in direzione contraria al proprio mediante le ruote dentate F .

Però nella maggior parte dei laminatoi il cilindro superiore è folle; in altri, principalmente se di grande potenza, i due cilindri ricevono il moto indipendentemente l'uno dall'altro.

I cilindri si fanno di ghisa gettata in forme di ferro, eccettuati quelli dei piccoli laminatoi che si fanno in acciaio temperato, e vengono ritorniti a perfetto calibro lungo tutta la loro lunghezza, e quindi diligentemente smerigliati onde acquistino una perfetta levigatura. I piccoli cilindri in acciaio talvolta si bruniscono anche.

I perni formano generalmente un pezzo solo coi cilindri. I perni dei cilindri piuttosto corti però sono talvolta di ferro, ed allora si gettano i cilindri con un foro quadrangolare nella direzione del loro asse e si introduce in esso una sbarra quadrangolare che si adatti perfettamente, terminata con due perni che costituiscono appunto i perni dei cilindri.

I perni debbono avere i loro assi che coincidano perfettamente cogli assi dei cilindri, giacchè nel caso contrario la lamiera invece di risultare piana e di grossezza costante sarebbe ondulata e contorta.

Affinchè possano resistere senza inflettersi agli sforzi cui sono assoggettati, i cilindri e i loro perni dovranno avere una determinata grossezza dipendente dalla loro lunghezza e dalla qualità del materiale di cui son fatti. Generalmente si dà ai cilindri dei laminatoi un diametro che varia a seconda dei casi da $\frac{1}{3}$ a $\frac{2}{5}$ della lunghezza ed ai perni un diametro eguale circa alla metà del diametro dei cilindri.

Oltre a ciò i cilindri dovranno avere un diametro compatibile colla massima grossezza del metallo da laminarsi, o in altri termini dovranno avere un diametro tale che consenta loro di afferrare il metallo e di laminarlo.

Suppongasì che venga presentato un pacchetto di grossezza D (fig. 554) tra due cilindri C, C' i quali rotano nella direzione indicata dalla freccia. Sia R la pressione esercitata dall'uno cilindro contro tale pacchetto. La pressione R originerà due forze orizzontali, una forza resistente ed una forza aderente o potenza.

Questi due componenti orizzontali, unitamente alle altre due componenti orizzontali dovute alla pressione del cilindro inferiore contro il pacchetto, concorrono rispettivamente ad impedire e ad effettuare il movimento del metallo tra i due cilindri.

Tali due componenti orizzontali sono la forza Q e la forza aderente dovuta alla pressione P .

Si osservi che

$$Q = R \sin \varphi,$$

$P = R \cos \varphi$, essendo φ l'angolo che la direzione della pressione R fa colla direzione CC' .

Affinchè il metallo venga afferrato dal laminatoio bisogna che la forza aderente fP , essendo f il coefficiente d'aderenza, sia eguale o maggiore della resistenza Q ; vale a dire che:

$$fR \cos \varphi \geq R \sin \varphi; \text{ da cui ricavasi:}$$

$$f \geq \tan \varphi.$$

Si faccia ora $\varphi = 0$; allora si ha:

$P = R$ e $Q = 0$, da cui si deduce che i punti della superficie del laminatoio quando si trovano nel piano CC'

esercitano la loro pressione massima sul metallo mentre allora la forza resistente è nulla.

Si osservi ora che

$$\overline{CC'} = \overline{CS} + \overline{SU} + \overline{UC'}$$

ovvero

$$\overline{CC'} = 2r \cos \varphi + D$$

essendo r il raggio dei due rulli.

D'altra parte si ha che:

$$\overline{CC'} = 2r + d.$$

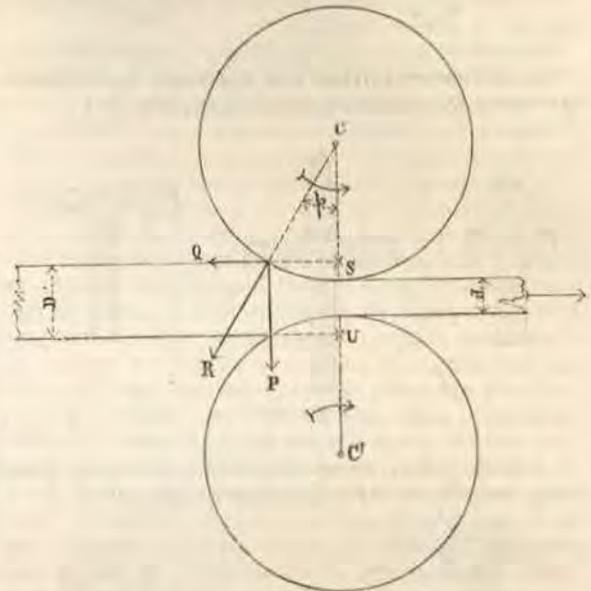


Fig. 554.

Eguagliando tra di loro i due valori di CC' si ottiene:

$$2r \cos \varphi + D = 2r + d; \text{ da cui ricavasi}$$

$$2r - 2r \cos \varphi = D - d, \text{ ovvero}$$

$$2r(1 - \cos \varphi) = D - d,$$

$$2r = \frac{D - d}{1 - \cos \varphi}.$$

Ma $\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \varphi}}$;

e siccome $\tan \varphi = f$, si ha:

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}.$$

Sostituendo questo valore nell'espressione di $2r$, si ottiene:

$$2r = \frac{D - d}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}}$$

che è l'espressione del diametro che i cilindri dovranno avere per essere in grado di afferrare il metallo.

La lunghezza dei cilindri è estremamente varia. Si hanno nelle ferriere dei cilindri laminatori con lunghezze comprese tra 1 m. e 4 e più metri. La lunghezza dei cilindri deve sempre essere alquanto maggiore della larghezza delle lamiere che vogliono ottenere.

La velocità di rotazione dei cilindri varia anch'essa entro limiti assai discosti principalmente a seconda della quantità di forza motrice di cui possono disporre.

Essa non è però mai inferiore di 50 cent. al minuto secondo alla periferia e difficilmente superiore ad 1 m.

Nella maggior parte dei laminatoi si inverte il movimento dei cilindri alla fine di ogni passaggio del metallo. Per quelli i cui cilindri rotano sempre per lo stesso verso, dovendosi presentare il metallo sempre dalla stessa parte, bisogna far uso di un elevatore per il trasporto del metallo al di sopra dell'apparecchio. In alcuni casi si impiegano due laminatoi, i quali si muovono di moto contrario, posti in prosecuzione l'uno dell'altro, ed allora si opera nello stesso modo stato indicato parlando dei laminatoi da sbarre.

Ciò posto, ecco come si eseguisce la fabbricazione delle lamiere di ferro e di acciaio.

Si forma un fascio di sbarre di ferro o di acciaio il quale abbia una quantità di materia sufficiente a costituire la lamiera delle dimensioni volute e si porta al forno ove si riscalda fortemente. Quando esso è arroventato al calore bianco sudante si afferra con un congegno adatto, che è una specie di leva fissata nel suo fulcro ad una gru girevole, la qual leva dalla parte dove deve afferrare il metallo ha un braccio che termina in una specie di tanaglia e dall'altra parte ha un braccio da manovrarsi dagli operai, il quale è assai lungo sia per moltiplicare lo sforzo di questi, sia per preservarli in parte dalla forte irradiazione di calore che emana dal forno che sta aperto per quel tempo che occorre ad estrarre il metallo. Afferrato il pacchetto, si porta, mediante tale leva, sopra un carretto posto quasi sin contro al laminatoio, poi colla leva stessa si spinge il detto pacchetto contro i cilindri laminatori, mentre un operaio munito di una maschera onde ripararsi dal calore, getta, se occorre, un po' di sabbia su tali cilindri onde accrescerne l'aderenza. Questi afferrano il metallo proiettandone all'intorno delle particelle incandescenti, lo schiacciano, e lo restituiscono dalla parte opposta, ove viene raccolto, già alquanto assottigliato e con una maggior estensione, sopra un carretto simile al primo. Tale operazione si prosegue sino a che la lamiera abbia raggiunte le dimensioni volute, avvertendo di presentare possibilmente il metallo ai cilindri ora in direzione longitudinale, ora in direzione trasversale. Se, come accade per i piccoli pacchetti destinati a fare dei lamierini, il metallo si raffredda durante il corso dell'operazione e non ha più la necessaria malleabilità, si riporta al forno, si riscalda e si continua in seguito a farlo passare al laminatoio.

I piccoli pacchetti inoltre, costituiti talvolta da lamierini preparati a parte e tuffati preventivamente nell'acqua d'argilla, si introducono e si tolgono dal forno e si presentano al laminatoio con una lunga tanaglia a mano.

Il forno in cui si riscaldano i pacchetti, detto *forno di riscaldamento* (franc. *four à réchauffer*; ingl. *welding-furnace, reheating-furnace*; ted. *Schweißofen*) è una specie di forno a riverbero. Esso ha una suola relativamente alla superficie F della graticola (fig. 555 e 556) assai più ampia che non quella dei forni di puddellatura, giacchè la temperatura che vi si deve produrre è inferiore a quella occorrente per l'affinamento della ghisa. Il suolo si cuopre generalmente di un letto di sabbia.

Il forno ha due porte, una delle quali serve al caricamento del combustibile sulla graticola, e l'altra situata là ove il forno si congiunge col camino B serve all'introduzione dei fasci di ferro e alla loro estrazione quando sono pervenuti al bollore. Una saracinesca r chiude quest'ultima porta, e può facilmente sollevarsi con una leva cui è congiunta una catena. È importante che non entri nel forno che dell'aria priva quasi completamente del suo ossigeno, per preservare il ferro dall'ossidazione. Per questo le porte del forno debbono star chiuse erme-

ticamente il maggior tempo possibile affinché non entri in esso che l'atmosfera riducente che ha attraversata la graticola. La porta di lavoro essendo situata immediatamente al disotto del camino, quando si apre per togliere un fascio di sbarre, l'aria esterna non entra nel forno ma si porta direttamente al camino.

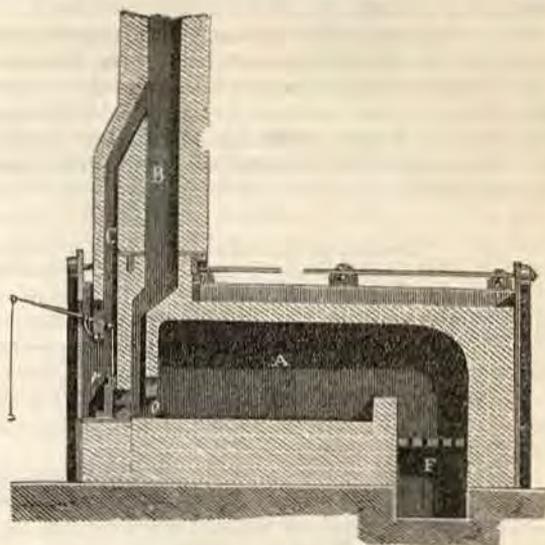


Fig. 555.

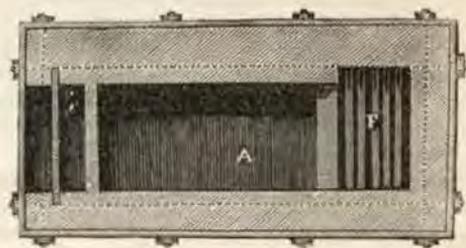


Fig. 556.

Il canale C ha lo scopo di ricevere quella parte di fumo e fiamma che esce dalle commessure della porta di lavoro e dalla bocca di questa quando è aperta.

Quando le lamiere riescono troppo dure si addolciscono portandole a ricuocere in un forno detto *forno di ricottura* (franc. *four à recuire la tôle, four dormant à tôle*; ingl. *plate-heating-furnace*; ted. *Blechglühofen*) che rassomiglia assai nel suo complesso al forno di riscaldamento e principalmente nella disposizione adottata onde impedire l'entrata dell'aria dalla porta di lavoro. Per rendere più facile l'introduzione e l'estrazione delle lamiere dal forno si fissa innanzi alla soglia della porta un rullo orizzontale di ghisa e sul pavimento stesso del forno delle specie d'alari pure in ghisa, i quali facilitano lo scorrimento delle lamiere e favoriscono inoltre il riscaldamento del metallo isolandolo dalla muratura del pavimento.

Non tutte le lamiere che si ottengono, quantunque fatte con materiale di buona qualità, sono convenienti; alcune di esse, per quanta sia la cura che si pone nella fabbricazione, presentano in certi punti delle sostanze eterogenee, più spesso silicee, che le attraversano da parte a parte. Tali lamiere assolutamente inservibili si tagliano poi colle cesoje e si riducono in lamiere più piccole eliminandone le parti difettose.

Anche le lamiere perfettamente riescite non presentano in tutti i loro punti una stessa resistenza.

Prima di tutto la resistenza nella direzione della laminazione o resistenza longitudinale, riferita ben inteso all'unità di sezione trasversale, è sempre maggiore della resistenza in direzione normale alla prima o resistenza trasversale; ed altrettanto dicasi dei relativi allungamenti proporzionali.

Oltre a ciò la resistenza e l'allungamento proporzionale variano ancora da punto a punto nella stessa direzione.

Noi crediamo utile di dare a tale riguardo i valori della resistenza alla trazione per mmq. e dell'allungamento per % di una lamiera in ferro sperimentata dalla *Compagnie des Chemins de fers Paris-Lyon-Méditerranée*.

Tale lamiera venne scomposta in 32 barrette di prova nel modo indicato dalla fig. 557 e ciascuna di esse diede i risultati indicati nella figura stessa.

Come si vede, da un punto all'altro della lamiera, la quale è di buona qualità, la resistenza alla trazione varia da 32 a 46 chilogr. nel senso della laminazione, e da 32 a 37 chilogrammi nel senso trasversale, e l'allungamento per % da 12.5 a 21.5 nel senso longitudinale, e da 7 a 14.5 nel senso trasversale.

Le lamiere di ferro e di acciaio servono a molteplici usi nell'industria, a far caldaie a vapore, cosciali da locomotive, pannelli da veicoli, ecc. ecc.

Dobbiamo ancora accennare alle lamiere ondulate dell'inglese sig. Fox che figuravano, crediamo per la prima volta, all'Esposizione Universale di Parigi del 1878. Tali

R = 32	l = 14	R = 39	l = 19	<table border="1"> <tr> <td>R = 42</td> <td>l = 13</td> </tr> <tr> <td>R = 39</td> <td>l = 19</td> </tr> <tr> <td>R = 8</td> <td>l = 8</td> </tr> <tr> <td>R = 10.5</td> <td>l = 10.5</td> </tr> <tr> <td>R = 10.5</td> <td>l = 10.5</td> </tr> <tr> <td>R = 11.5</td> <td>l = 11.5</td> </tr> <tr> <td>R = 2.5</td> <td>l = 2.5</td> </tr> <tr> <td>R = 8</td> <td>l = 8</td> </tr> <tr> <td>R = 7</td> <td>l = 7</td> </tr> </table>	R = 42	l = 13	R = 39	l = 19	R = 8	l = 8	R = 10.5	l = 10.5	R = 10.5	l = 10.5	R = 11.5	l = 11.5	R = 2.5	l = 2.5	R = 8	l = 8	R = 7	l = 7
R = 42	l = 13																					
R = 39	l = 19																					
R = 8	l = 8																					
R = 10.5	l = 10.5																					
R = 10.5	l = 10.5																					
R = 11.5	l = 11.5																					
R = 2.5	l = 2.5																					
R = 8	l = 8																					
R = 7	l = 7																					
R = 36	l = 13	R = 35	l = 15.5																			
R = 34	l = 11.5	R = 37	l = 15																			
R = 37	l = 12	R = 36	l = 20																			
		R = 32	l = 17																			
		R = 35	l = 21.5																			
R = 34	l = 18	R = 11.5	l = 11.5																			
R = 35	l = 16	R = 12	l = 12																			
R = 37	l = 16.5	R = 14.5	l = 14.5																			
R = 39	l = 15.5	R = 11	l = 11																			
		R = 10.5	l = 10.5																			
		R = 36	l = 36																			
		R = 34	l = 34																			
		R = 32	l = 32																			
		R = 35	l = 35																			
		R = 37	l = 37																			
		R = 36	l = 36																			
		R = 37	l = 37																			
		R = 46	l = 46																			

Fig. 557.

lamiere, mediante una laminazione speciale, sono ondulate o nel senso della loro lunghezza o in quello della loro larghezza secondo una sinusoidale. L'inventore attribuisce ad esse diversi vantaggi a fronte delle lamiere piane, tra i quali quello di presentare una maggior resistenza ed elasticità a parità di grossezza, una maggiore e più efficace superficie di riscaldamento, ecc.

Per fare con queste lamiere dei tamburi per corpi cilindrici di caldaie, il sig. Fox comincia a saldare l'anello per sovrapposizione probabilmente al laminatojo, e poscia le rende ondulate nella direzione delle generatrici servendosi di un laminatojo speciale analogo ai laminatoi per cerchi. Queste caldaie ondulate presentano una grande resistenza trasversale, in parte però a spese della loro resistenza longitudinale. Per questa ragione il loro impiego è ristretto a quei casi in cui esse non debbono resistere che a sforzi in direzione trasversale.

Lavorazione al maglio. — Consiste questo lavoro nell'assegnare al metallo la forma voluta percuotendolo successivamente in diverse parti mediante convenienti apparecchi detti *magli* (franc. *mar-teaux de forge*, *mar-teaux pilons*; ingl. *forge-hammers*; t. *Eisenhämmer*).

I magli, mossi per lo più dalla forza dell'acqua o del vapore, si dividono in due grandi categorie: in *magli a leva* e in *magli paralleli*.

Magli a leva. — I magli a leva consistono in una pesante mazza di ghisa o di ferro acciajato detta *testa* (franc. *tête*; ingl. *head*; ted. *Hammerkopf*), unita all'estremità di un *manico* (franc. *manche*; ingl. *helve*; ted. *Helm*), talvolta di ferro, talvolta di legno, il quale è munito di due perni soportati da un castello di legno o di ghisa, che permettono ad esso di rotare attorno ad un asse orizzontale. Producendo il sollevamento della testa e lasciandola cadere abbandonata a se stessa, essa eserciterà un lavoro di percussione sul metallo rovente che l'operajo andrà voltando e roviando sul *tasso* o *incudine* (franc. *enclume*; ingl. *anvil*; ted. *Ambos*).

Si hanno tre sorta di magli a leva: i *magli ad allatena* o *a coda* (franc. *mar-teaux à queue*; ingl. *tilt-hammers*; ted. *Schweanzhämmer*); i *magli frontali* (franc. *mar-teaux frontaux*; ingl. *front hammers*; ted. *Sirnhämmer*) e i *magli a sollevamento* (franc. *mar-teaux à l'allemande*; ingl. *lift hammers*; ted. *Aufwerfern*).

Nei magli a coda (fig. 558) le palmole *p* unite all'albero *A* le quali, rotando questo intorno al proprio asse, producono l'innalzamento della testa *T'* operano sulla estremità del manico *M* opposto alla testa *A* di là dei perni *p'*; nei magli frontali (fig. 559), dalla parte della testa, e nei magli a sollevamento (fig. 560), in un punto intermedio tra la testa e i perni. In altri termini i magli

a altalena agiscono come leve di primo genere avendo il fulcro compreso tra la potenza e la resistenza; quelli frontali come leve di secondo genere giacchè la resi-

stenza resta compresa tra il fulcro e la potenza, ed infine quelli a sollevamento come leve di terzo genere essendo la potenza compresa tra il fulcro e la resistenza.

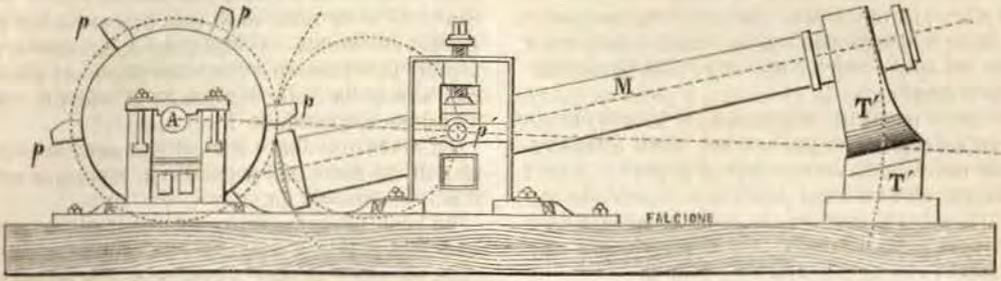


Fig. 558.

Il tasso T' è talvolta di ghisa ma più spesso di ferro acciaiato. Esso è stabilmente fissato per lo più mediante biette sopra uno zoccolo (franc. *chabotte*; ingl. *anvil's bed*; ted. *Chabotte, Schabatte, Schawatte, Ambossblock*,

Ambossfutter), incastonato in un ceppo di legno della lunghezza di 2 m. circa e del diametro di oltre 1 m. sostenuto direttamente dal terreno se questo è incompressibile, od altrimenti da una palatitta.

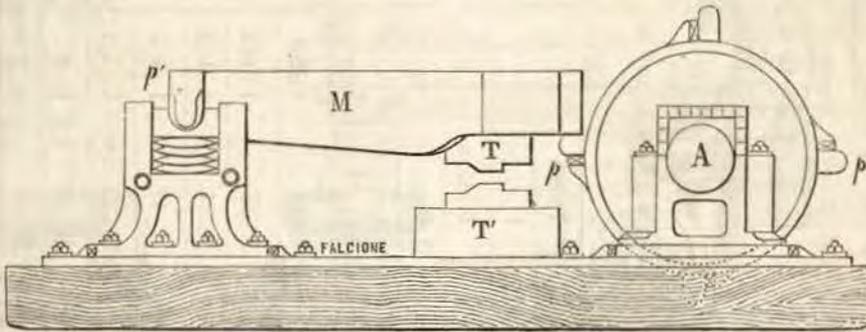


Fig. 559.

La lunghezza del manico nei magli a leva ordinariamente in uso nelle ferriere varia da m. 1.80 a m. 3.50. La bocca della testa e la tavola dell'incudine sono gene-

ralmente di forma rettangolare, talvolta però terminano con una superficie cilindrica concava o convessa.

I cuscinetti dei perni invece di riposare direttamente

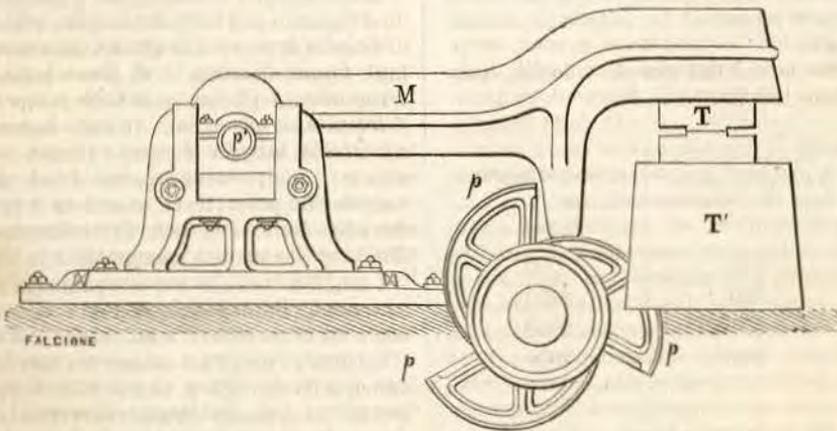


Fig. 560.

sul castello appoggiano alcune volte sopra delle molle interposte destinate ad ammortire le scosse del manico e del castello.

Inoltre, siccome è conveniente che il maglio ricada con una velocità per quanto è possibile maggiore, giacchè oltre al risparmio di tempo si ottiene allora una maggiore potenza di percussione, o, ciò che torna lo stesso, a pari effetto un risparmio di forza motrice, si suole collocare

al disopra del manico un *ribattero* (franc. *rabat*; ingl. *recoil, rabbit*; ted. *Reitel*), costituito da un corpo elastico il quale, colpito dal manico nella sua salita, lo rispinge con una velocità assai più grande di quella che esso acquisterebbe in forza solo del proprio peso.

L'alzata del maglio varia generalmente da 20 a 70 centimetri e il numero dei colpi al minuto primo da 80 a 300.

Maglio di Bradley.— Alla famiglia dei magli a leva appartiene il maglio dell'americano Bradley, stato esposto per la prima volta all'Esposizione di Filadelfia del 1876.

Il manico M (fig. 561 e 562) di legno è sospeso tra due punte d'acciajo temperato, sostenute da cuscinetti i quali si possono innalzare od abbassare mediante le viti V, e compreso tra spessi cuscini mobili di caoutchouc C.

Il maglio è fatto agire da un albero *b* posto al disotto del manico tra i perni di sospensione e lo zoccolo per mezzo di un eccentrico *e* calettato sul detto albero che imprime un movimento oscillatorio al pezzo in ghisa L girevole intorno all'asse *a* dei perni, movimento che esso trasmette al manico M mediante i cuscini di caoutchouc C.

L'eccentricità dell'eccentrico si può variare per cambiare a volontà l'altezza di caduta del maglio.

L'albero è posto in moto da una coreggia e da una puleggia. La coreggia è folle sulla puleggia e quando si

vuole far agire il maglio, si esercita contro la coreggia una certa pressione mediante un rullo di tensione. A tal fine il maglio è munito alla sua base di una specie di forcilla *m* unita a snodo alle sue estremità, la quale secondochè si esercita su di essa una pressione più o meno grande determina dei colpi più o meno forti e più o meno rapidi. Tale pressione viene esercitata col piede dall'operaio stesso che sta esponendo il metallo da foggarsi all'azione del martello T sul tasso T'.

La detta forcilla o leva di comando *m* è inoltre munita di un freno che permette di arrestare subitamente il movimento del maglio.

Lo zoccolo riposa sopra una fondazione indipendente, ed è esso solo che sopporta i colpi del martello; inoltre i contraccolpi essendo ammorzati dai cuscini di caoutchouc, tutte le altre parti della macchina non sono soggette nè a scosse nè a vibrazioni sensibili.

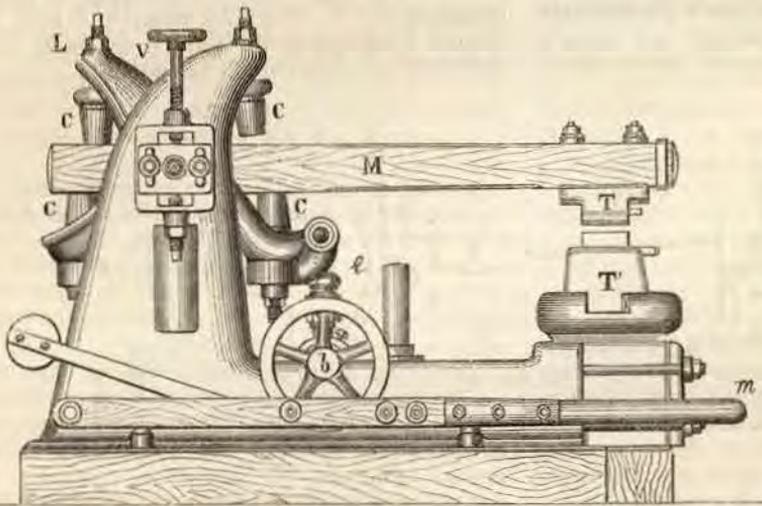


Fig. 561.

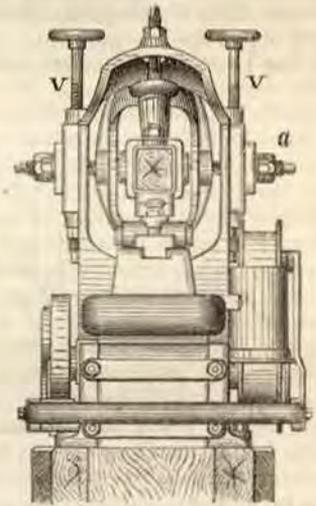


Fig. 562.

La bocca del martello e l'incudine si fissano per mezzo di chavette colle quali si possono avvicinare più o meno a seconda del bisogno.

Questi magli agiscono ad una grande velocità, come risulta dalla seguente tabella.

Peso del Martello	Massimo numero dei colpi al minuto	Peso del Maglio
Chilogr.		Chilogr.
12	350	750
30	300	2000
50	270	2850
100	200	4000

Magli paralleli (fr. *marteaux verticaux*, *marteaux pilons*; ingl. *stamp hammers*, *block-hammers*; ted. *Falthämmer*, *Verticalthämmer*). — Nei magli paralleli la massa percussiva si muove di moto progressivo innalzandosi verticalmente e ricadendo poscia sul tasso guidata da due ritti o montanti.

Tale massa è congiunta al disopra con un robusto gambo verticale il quale ne produce il sollevamento comandato o da un albero a bocciuoli, o da due dischi di frizione o da un eccentrico, o direttamente dal vapore, o da altro fluido.

A seconda del modo con cui si partecipa il movimento direttamente alla testa del maglio, questo prende il nome di *maglio a bocciuolo* (franc. *marteau pilon à comes*; ingl. *tappet-hammer*; ted. *Daumenhammer*), *maglio a sfregamento* (franc. *marteau pilon à friction*; ingl. *friction-hammer*; ted. *Frictionshammer*), *maglio a eccentrico*, *maglio a vapore* (franc. *marteau pilon à vapeur*; ingl. *steam-hammer*; ted. *Dampfhammer*), *maglio idraulico* (franc. *marteau à pression*; ingl. *hydraulic hammer*; ted. *Presshammer*, *hydraulische Hammer*) e *maglio pneumatico*.

I magli a bocciuolo e a sfregamento sono oggidì assai raramente impiegati; del resto la loro disposizione è facile ad immaginarsi e noi non ci fermeremo sopra.

Quanto ai magli ad eccentrico merita di essere ricordato quello dovuto a Shaw e Justice, detto *maglio a molla americano* (franc. *marteau à ressort*; ingl. *spring hammer*, *dead shoke hammer*; ted. *Federhammer*). Tale maglio presenta questo di speciale, che l'asta del martello congiunta superiormente ad articolazione coll'eccentrico non è unita all'altra estremità direttamente col martello, ma una molla d'acciajo a più lame simile a quelle di sospensione dei veicoli incurvata a perfetto semicircolo colla concavità rivolta al basso, è interposta tra la detta asta ed il maglio, fissata a quella nel suo mezzo ed a questo ne' suoi due estremi mediante una coreggia fortemente tesa e più e più volte ripiegata su se stessa.

Il movimento all'eccentrico si partecipa mediante una puleggia ad esso unita direttamente, per mezzo di un cingolo. Il maglio si pone in movimento o si arresta facendo agire una leva pressochè orizzontale che comanda un rullo di tensione il quale agisce sulla cinghia motrice ed un freno a nastro che opera sopra una puleggia calettata sullo stesso albero su cui è calettata la puleggia motrice. Abbassando la leva il freno si rallenta, il rullo di tensione assoggetta alla necessaria tensione la cinghia motrice ed il maglio agisce. Innalzando invece la leva il freno a nastro opera sulla puleggia motrice e d'altra parte il rullo di tensione non esercitando più alcuna pressione sul cingolo, questo cessa dall'agire sulla detta puleggia, per cui il maglio quasi istantaneamente si arresta.

Da uno studio teorico fatto dall'ing. Résal a richiesta del Combes (vedi *Annales des Mines*, t. I, 1872) risulterebbe che per effetto di tale molla la velocità del maglio all'istante dell'urto sarebbe tre volte più grande di quella che esso avrebbe ove fosse raccomandato direttamente al nerbo motore.

I magli a vapore, dal 1842, anno in cui per la prima volta vennero proposti da Bourdon in Francia e da Nasmyth in Inghilterra, riceverono sempre sotto forme e disposizioni diverse numerose applicazioni, ed oggidì si trovano universalmente impiegati dalla più importante ferriera alla più umile officina da fucinatori.

In quasi tutti i magli a vapore l'asta verticale che comanda la massa percotente è congiunta direttamente all'estremità superiore dello stantuffo di un cilindro a vapore. Tale cilindro è sostenuto da una intelajatura in ghisa che spesso serve anche di guida del martello o maglio propriamente detto costituito da una mazza prismatica in ghisa terminata inferiormente da una bocca in acciaio. L'intelajatura come pure il tasso riposano quasi sempre sopra una piattaforma sostenuta da una solida fondazione. Il cilindro a vapore è difeso dagli urti dello stantuffo da un ribattero a molla, o a vapore, o ad aria.

Dal modo con cui il vapore opera nel cilindro, i magli a vapore si distinguono in due grandi categorie: *magli a semplice effetto* nei quali il vapore lavora solo nella camera inferiore del cilindro e non ha altro scopo che quello di produrre il sollevamento del martello, e *magli a doppio effetto* in cui il vapore lavora dapprima nella camera inferiore del cilindro onde produrre il detto innalzamento e poscia nella camera superiore affine di imprimere al maglio che cade una determinata forza viva oltre quella che acquista in forza del proprio peso.

Dal modo poi con cui il vapore viene distribuito nel cilindro, se con un cassetto ordinario, equilibrato, o con sedi cilindriche, se con valvole, chiavi, ecc. o ancora direttamente dallo stantuffo, si ha un'innumerabile varietà di magli.

Alcune volte gli organi di distribuzione del vapore si comandano dalla mano dell'uomo ed allora i magli prendono il nome di *magli regolati a mano*, altre volte dal martello stesso ed allora si denominano *magli automotori*.

Il lavoro di un maglio a semplice effetto di peso P che cade da un'altezza h è dato dal prodotto $P h$, vale a dire è proporzionale al peso morto del maglio ed all'altezza della sua caduta. Però non si può da questo desumere che i magli i quali sviluppino lo stesso lavoro $P h$, se di peso e di caduta differente, siano capaci di produrre in ciascun colpo uno stesso lavoro di fucinatoria. E infatti, la deformazione prodotta da un colpo di maglio sul metallo da lavorare sarebbe proporzionale al lavoro $P h$ se essi fossero perfettamente elastici, ma la massa del detto metallo essendo invece pastosa, il maglio non

rimbalza subito dopo l'urto, ma continua invece a discendere sino a che la sua forza viva sia spenta, percorrendo uno spazio tanto maggiore quanto maggiore è il fattore P del lavoro $P h$. Dunque a parità del valore $P h$, il maglio ha tanto maggior attitudine a comprimere il metallo quanto minore è la sua caduta. I magli di grande massa e di piccola caduta danno dei risultati affini a quelli degli acciaicatoi, laminatoi, ecc.; quelli invece di piccola massa e di grande caduta riproducono meglio le condizioni caratteristiche del martellare.

Nei magli a doppio effetto l'intensità dell'urto dipende dal lavoro della caduta del martello e da quello sviluppato dal vapore sullo stantuffo motore durante la sua discesa.

Chiamando ancora rispettivamente P e h il peso e la caduta del maglio e inoltre A la superficie in centimetri quadrati dello stantuffo motore e N la pressione media in atmosfere del vapore che agisce sullo stantuffo, il lavoro prodotto dal maglio a doppio effetto è espresso da $P h + A N h = h (P + A N)$. Da ciò risulta che la potenza di un maglio a doppio effetto di peso P in cui il vapore lavora alla pressione media di N atmosfere sopra uno stantuffo di area A espressa in eq. può considerarsi equivalente a quella di un maglio a semplice effetto di peso $P + A N$.

Il sollevamento del maglio, sia esso a semplice o a doppio effetto, esige un lavoro eguale al lavoro $P h$ sviluppato dal suo peso nella discesa moltiplicato per un coefficiente sperimentale K maggiore dell'unità che tien conto delle resistenze dell'attrito, delle fughe di vapore e della sua condensazione nel cilindro, degli spazi nocivi, ecc. ecc.

Le perdite di lavoro dovute alla condensazione del vapore nel cilindro sono nei magli a vapore ben più considerevoli di quelle che si verificano nelle ordinarie macchine a vapore operando essi in modo assai meno regolare ed uniforme.

Anche gli spazi nocivi sono nei magli assai più ragguardevoli che non nelle ordinarie macchine a vapore. In queste infatti lo stantuffo motore si porta quasi sin contro i coperchi dei cilindri, mentre nei magli esso si arresta per lo più ad una distanza variabile di volta in volta ma non indifferente dall'estremo della sua corsa. Ora gli spazi non percorsi dallo stantuffo si debbono riempire di vapore in pura perdita prima di far di nuovo agire il maglio.

Però è da notarsi che il complesso delle resistenze passive rappresentato dal coefficiente K è diverso nei magli a semplice che non nei magli a doppio effetto della stessa potenza. Inoltre il coefficiente K varia anche nei magli della stessa specie e potenza col variare di P , di h e del grado di espansione del vapore che opera nel cilindro motore.

In generale si può ritenere che nei magli a doppio effetto il valore di K è minore che nei magli a semplice effetto della stessa potenza se il vapore lavora a grande espansione nel cilindro motore e la differenza è tanto maggiore quanto maggiore è lo spazio percorso dallo stantuffo a fronte della sua corsa totale. Se invece il vapore lavora a piena pressione e la corsa del maglio non è troppo limitata rispetto alla massima corsa dello stantuffo, il valore di K è pressochè lo stesso per i due sistemi di maglio. Se infine il vapore agisce a piena pressione e la corsa effettiva dello stantuffo motore non è che una piccola frazione della sua corsa totale, il valore di K è minore nei magli a semplice effetto.

I magli a doppio effetto possono all'uopo servire come magli a semplice effetto se la distribuzione del vapore

nelle due camere si fa con apparecchi tra loro indipendenti.

Quanto alla velocità del maglio, vale a dire al numero dei colpi in un minuto, essa deve poter variare entro limiti assai estesi giacchè vario è il lavoro di fucinatura che esso deve poter eseguire e vario il tempo occorrente all'operajo onde cangiare successivamente di posizione sulla incudine la massa metallica che si sta lavorando.

Nei magli a semplice effetto la velocità di discesa del martello, trascurando la resistenza dell'attrito dello stantuffo e della sua asta, è quella dovuta alla sua caduta, espressa quindi da $\sqrt{2gh}$, essendo g il valore della gravità ed h l'altezza di caduta. Nei magli a doppio effetto essa è invece assai più grande ed è eguale alla somma di quella dovuta alla gravità e di quella impressa dalla pressione del vapore che opera sulla faccia superiore dello stantuffo motore.

Ora tale pressione potendosi far variare entro limiti assai estesi col cambiare il grado d'introduzione del vapore, si potranno ottenere nei magli a doppio effetto non solo velocità di innalzamento ma anche velocità di caduta assai differenti. Nei magli a semplice effetto invece, per la ragione espressa, non si può far variare che la sola velocità di innalzamento.

Dunque, a parità di altre circostanze, i magli a doppio effetto rispondono meglio dei magli a semplice effetto alla condizione di una grande variabilità nel numero dei colpi.

Passando ora ad esaminare gli apparecchi di distribuzione del vapore nei cilindri motori dei magli, dobbiamo subito avvertire che essi, salvo alcune differenze di poca entità, sono analoghi a quelli che si impiegano per la distribuzione del vapore nei cilindri delle ordinarie macchine a vapore.

Rimandando il lettore per lo studio di tali apparecchi all'art. **MACCHINE A VAPORE**, ci limiteremo ad alcune brevi avvertenze.

A tutti è noto come nella distribuzione del vapore nei cilindri delle ordinarie motrici siano a considerarsi nella corsa diretta, il periodo di ammissione, di espansione, e di anticipazione al scarico; e nella corsa retrograda, il scarico, la compressione e l'anticipazione all'ammissione.

Orbene, è egli conveniente che nella distribuzione del vapore nei cilindri motori del maglio si riscontrino pure tutti questi differenti periodi?

Si osservi che le ordinarie macchine a vapore debbono vincere una resistenza durante tutta la corsa dello stantuffo, mentre il maglio ha da spiegare tutta la sua potenza con brevissimo tratto del suo percorso dopo averla accumulata in quasi tutta la sua corsa discendente. Mentre quindi nelle ordinarie macchine a vapore è conveniente di avere il periodo di compressione e di anticipazione principalmente perchè possano sviluppare un lavoro più costante e uniforme, nei magli, i quali operano in modo affatto diverso, tali periodi nella corsa discendente non farebbero altro che attenuare l'intensità dell'urto e nuocere all'effetto utile dell'apparecchio.

Laonde nella distribuzione del vapore nei cilindri motori dei magli si debbono trascurare nella corsa discendente dello stantuffo i due periodi, di compressione e di anticipazione all'introduzione, il che si può ottenere mediante apparecchi di distribuzione adatti.

Pei magli di piccola potenza il vapore si distribuisce sovente mediante una ordinaria valvola a cassetto. Quando inoltre sono a semplice effetto il numero delle luci si riducono a due sole, di cui una è in comunicazione colla camera inferiore del cilindro e l'altra coll'atmosfera.

Pei magli di grande potenza il consumo di vapore essendo assai maggiore, il cassetto di distribuzione avrà proporzioni più ragguardevoli, e presentando per conseguenza una più ampia superficie alla pressione del vapore, se non si ricorresse a qualche artificio si dovrebbe vincere per comandarlo una resistenza d'attrito assai considerevole. Onde attenuare tale resistenza passiva, in luogo di un ordinario cassetto si impiega allora un cassetto di distribuzione equilibrato, consistente per lo più in un ordinario cassetto congiunto mediante un tirante snodato ad uno stantuffo adattato in un cilindro che comunica colla camera di distribuzione del vapore ed è disposto in direzione normale allo specchio. Lo stantuffo essendo premuto da una parte del vapore contenuto nella camera di distribuzione e dall'altra dall'atmosfera eserciterà sul cassetto un'azione contraria all'azione premente del vapore. Assegnando allo stantuffo una superficie conveniente a fronte dell'area della proiezione del cassetto sullo specchio, si potrà attenuare di quanto si vuole la resistenza dell'attrito di scorrimento della valvola di distribuzione. Ad ogni modo bisognerà che il cassetto di distribuzione eserciti sempre una pressione sullo specchio sufficiente ad impedire le fughe di vapore.

In alcuni magli di considerevole grossezza si ottiene il movimento del cassetto di distribuzione non equilibrato mediante il vapore. A tal fine di fianco al cilindro motore del maglio si ha un piccolo cilindro a vapore il cui stantuffo è congiunto direttamente mediante la sua asta alla grande valvola a cassetto. Un piccolo cassetto facilmente manovrabile a mano permette l'introduzione del vapore nel piccolo cilindro. Questo sollevandosi ed abbassandosi comanda il grosso cassetto, il quale distribuisce per tal modo il vapore nel cilindro motore del maglio.

Le valvole a cassetto con sedi cilindriche si trovano frequentemente impiegate nei magli, principalmente in quelli di Righby, Twaites, Carbutt e Naylor. Esse altro non sono che stantuffi moventi entro cilindri muniti di aperture o luci trasversali da cui si distribuisce il vapore.

Una di tali valvole delle più comunemente impiegate nei magli a doppio effetto consiste in due stantuffi uniti ad una stessa asta, i quali scorrono entro un cilindro nel quale si hanno in tre sezioni poste a eguale distanza tra di loro tre serie di fori equidistanti. Le due serie estreme comunicano rispettivamente colle luci di ammissione nel cilindro motore, e quella di mezzo compresa tra i due stantuffi, colla camera del vapore e col tubo di ammissione. Pertanto i due stantuffi restano premuti dal vapore sulle due faccie interne. La valvola è adunque una valvola equilibrata e si può manovrare con un piccolissimo sforzo.

Allo stato di riposo i due stantuffi coprono rispettivamente i fori estremi, quando agiscono invece stabiliscono successivamente le comunicazioni delle luci di ammissione al cilindro col tubo di ammissione e con quello di scarica.

Anche le valvole semplici si trovano impiegate come organi di distribuzione in alcuni magli di grandissima potenza che richieggono luci di considerevole sezione.

Le valvole equilibrate, le chiavi, ecc., si applicano frequentemente principalmente in questi ultimi tempi sia nei magli a semplice come in quelli a doppio effetto.

Dobbiamo ancora aggiungere, prima di por termine a questi brevi cenni sulla distribuzione del vapore nei magli, come si conoscano ancora diversi sistemi coi quali il vapore si distribuisce servendosi dell'azione diretta

dello stantuffo motore o dell'asta del maglio. Tra questi citeremo solo quello di Joy, secondo cui il vapore arriva al cilindro attraversando una serie di piccole luci sovrapposte le une alle altre e mascherate o scoperte da un registro pur esso forato. Le luci vengono chiuse ed aperte successivamente e direttamente dallo stantuffo mentre il registro potendo assumere diverse posizioni serve a regolare la corsa e la velocità del maglio.

Ciò posto, daremo un rapido sguardo ai principali sistemi di magli a vapore.

Tutti questi principali sistemi di magli quanto alla loro struttura si possono ridurre ai seguenti tipi: 1° Maglio di Nasmyth (fig. 563); 2° Maglio di Nillus (fig. 564); 3° Maglio di Voisin (fig. 565); 4° Maglio di Morriçon (fig. 566); 5° Maglio di Daelen (fig. 567); 6° Maglio di Condie (fig. 568).

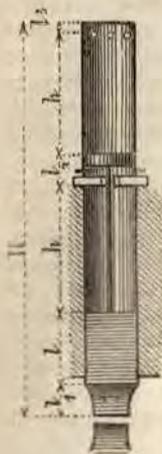


Fig. 563.

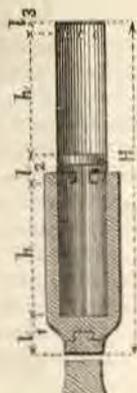


Fig. 564.

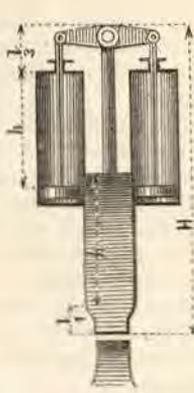


Fig. 565.

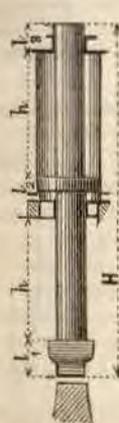


Fig. 566.

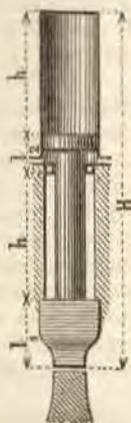


Fig. 567.

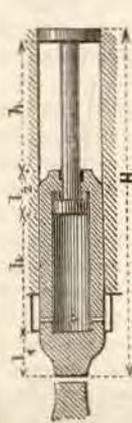


Fig. 568.

Nel maglio di Nasmyth la mazza è unita direttamente all'asta dello stantuffo del cilindro motore e guidata nel suo movimento da due montanti laterali che superiormente sopportano il detto cilindro. Chiamando h la corsa, l l'altezza del martello, l_1 l'altezza massima dei pezzi da fucinarsi, l_2 l'altezza delle guerniture compresa l'altezza dello stantuffo e degli spazi nocivi del cilindro a vapore, ed l_3 l'altezza della parte del maglio sovrastante alla posizione suprema dello stantuffo, si ha che l'altezza totale del maglio di Nasmyth nel piano del tasso è espressa da

$$H = 2h + l + l_1 + l_2 + l_3.$$

Il maglio di Nillus ha esso pure la mazza unita direttamente al gambo dello stantuffo del cilindro motore, però questa è cava e guidata nel suo movimento dalla parete del cilindro stesso, il quale deve perciò necessariamente essere sospeso all'intelajatura del maglio nella sua parte superiore. L'altezza totale del maglio è data da

$$H = 2h + l_1 + l_2 + l_3.$$

Nel maglio di Voisin la mazza è comandata da due stantuffi motori. A tal fine essa è unita al centro di un bilanciere i cui estremi sono congiunti colle aste degli stantuffi. L'altezza totale del maglio risulta eguale a

$$H = 2h + l_1 + l_2 + l_3.$$

Il maglio di Morriçon è simile a quello di Nasmyth, ma differisce da questo in ciò che la mazza invece che da due montanti è guidata nel suo movimento direttamente dal gambo dello stantuffo motore il quale attraversa ambi i coperechi del cilindro a vapore. L'altezza totale del maglio è eguale a

$$H = 2h + l_1 + l_2 + l_3.$$

Nel maglio di Daelen, come nel maglio di Nasmyth, il cilindro motore riposa sulle due guide tra cui scorre il martello. Il gambo dello stantuffo ha una considerevole grossezza come quello del maglio di Morriçon. L'altezza totale del maglio di Daelen è espressa da

$$H = 2h + l + l_1 + l_2.$$

Il maglio di Condie differisce da tutti gli altri tipi di magli a vapore per avere lo stantuffo fisso ed il cilindro a vapore mobile, il quale costituisce esso il martello. L'altezza di questo maglio è eguale a

$$H = 2h + l_1 + l_2.$$

I magli i quali hanno una minor altezza complessiva a fronte di una stessa corsa del martello, a parità di altre circostanze, sono evidentemente i più stabili.

Tra i differenti sistemi di magli sono più generalmente impiegati e diedero dei migliori risultati quelli di Nasmyth e di Daelen. I magli di Nillus, Voisin e Condie sono quelli che incontrarono meno favore nella pratica.

Ciò premesso, daremo una breve descrizione di due tipi di magli automatici, uno a semplice e l'altro a doppio effetto.

Maglio automatico di Nasmyth. — Questo maglio è rappresentato di fronte, di fianco ed in sezione trasversale secondo l'asse del cilindro a vapore dalle fig. 569, 570 e 571.

Consta esso dell'intelajatura in ghisa c , la quale appoggia su travi di legno sostenute sopra una fondazione in muratura, del cilindro a vapore C ad essa unito mediante forti chiavarde, del maglio propriamente detto o martello M e dello zoccolo I col relativo tasso.

La distribuzione del vapore nel cilindro C si fa mediante un'ordinaria valvola a cassetto g (fig. 571) comandata automaticamente dalla testa M del maglio.

Il cassetto g è unito mediante il tirante a allo stantuffo s del piccolo cilindro a vapore D . La camera superiore di questo cilindro mediante il tubo t comunica colla camera B di distribuzione del vapore nel cilindro motore C . Il tirante a ha un rigonfiamento r munito di scanalatura rettangolare entro la quale può scorrere l'estremità della leva l girevole intorno al perno f sostenuto dalle mensole m . Questa leva all'altro suo estremo è congiunta a snodo col tirante b , il quale mediante la staffa d è unito al prolungamento superiore della vite V . Questa vite V attraverso i mozzoli delle ruote dentate R e r' le quali sono girevoli intorno ai loro assi ma non possono però né innalzarsi, né abbassarsi. La detta vite V , essendo unita alle ruote R e r' mediante due chiavette le quali attraversano rispettivamente i mozzoli delle ruote e due scanalature a' sui suoi estremi, può ricevere un mo-

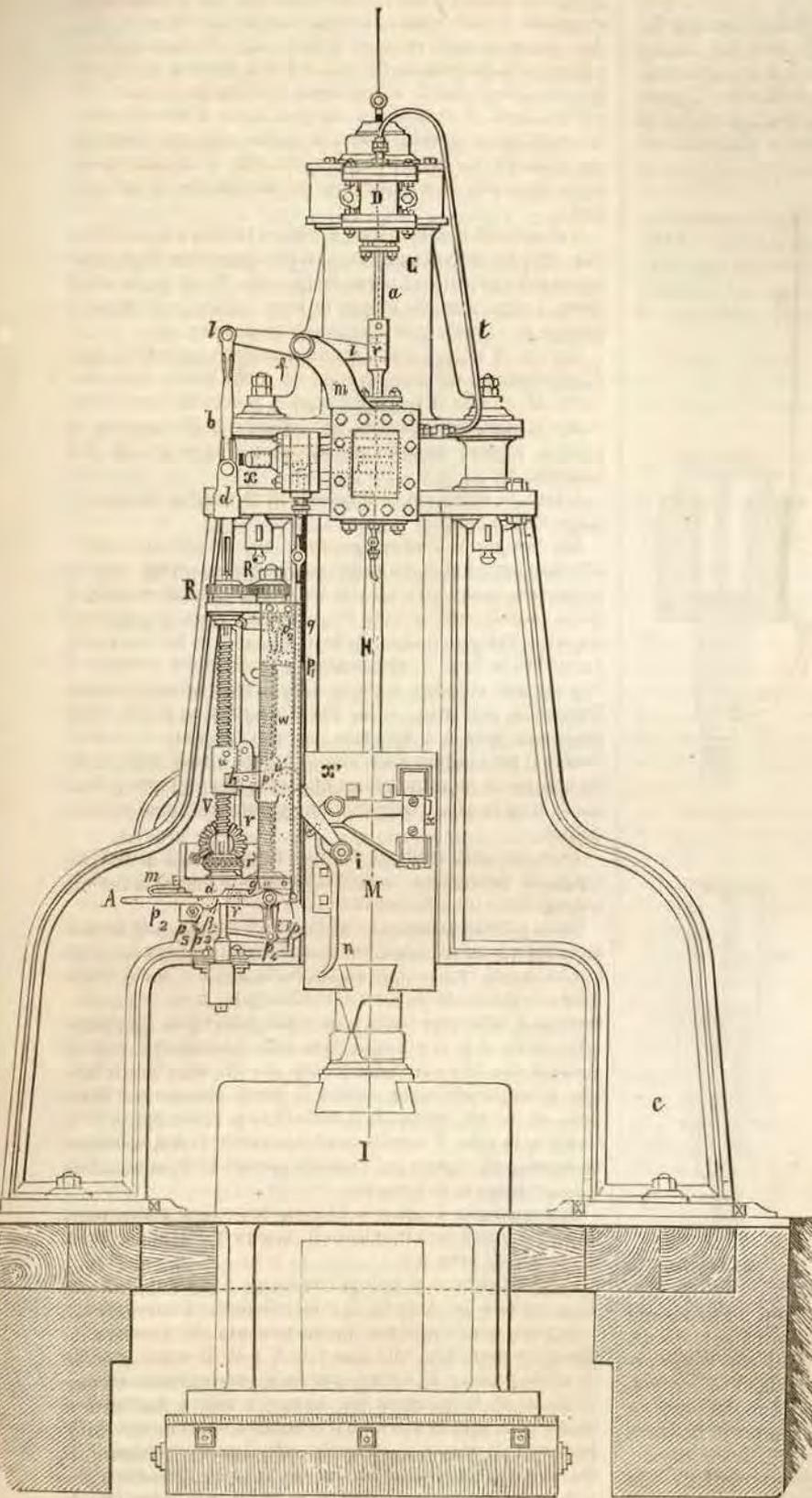


Fig. 569.

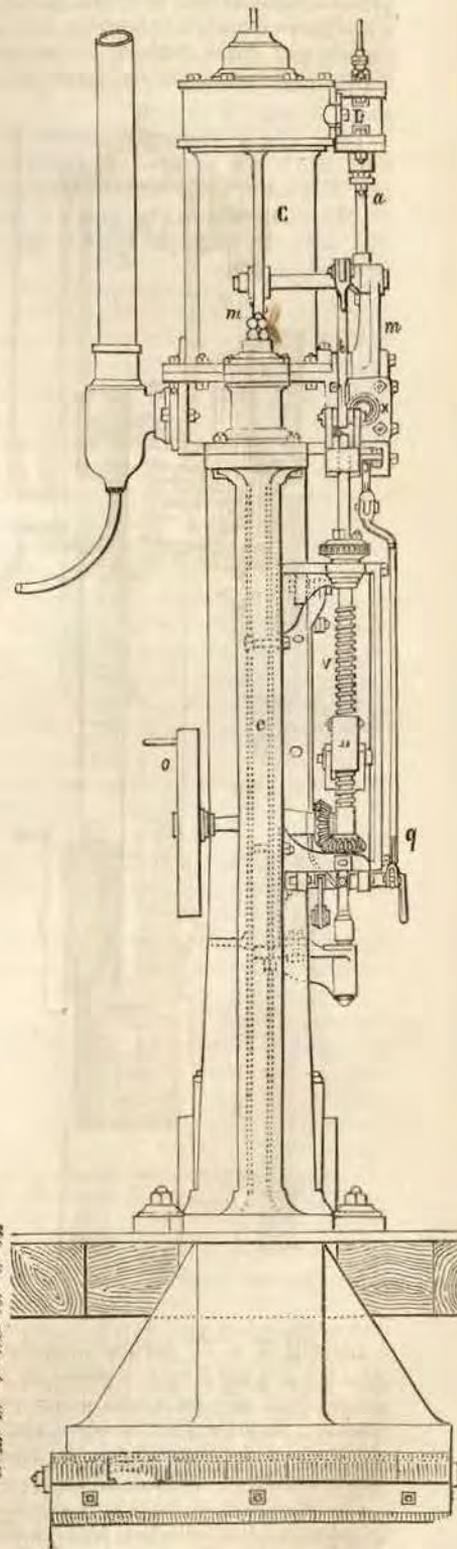


Fig. 570.

vimento nella direzione del suo asse ed è inoltre obbligata a rotare colle due ruote R e r'.

La ruota dentata R imbocca colla ruota dentata R' calettata sulla vite W. Questa vite W non può innalzarsi ed abbassarsi ma solo rotare intorno al proprio asse. Essa ha esattamente lo stesso passo della vite V, però il suo passo è contrario a quello della prima, si vedrà in seguito per quale ragione. Il rocchetto r' imbocca col rocchetto r comandato dal volantino o.

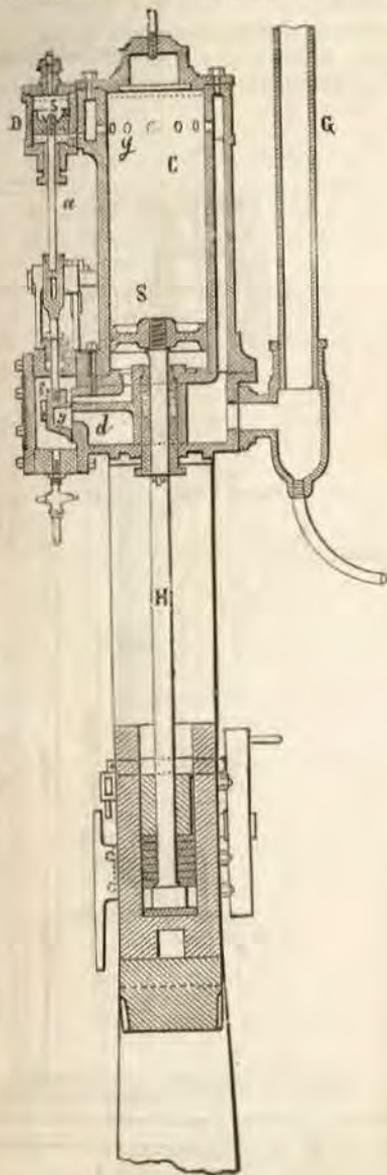


Fig. 571.

Le viti V e W portano rispettivamente le chioccioline u e u' a cui è unito a snodo un braccio della leva h. Questa leva alle estremità dell'altro braccio porta una rotella i, la quale allorché il martello M si solleva è obbligata a scorrere sopra un ritegno n fissato sulla faccia anteriore del martello.

Ciò premesso, si supponga che il maglio non agisca. In tal caso il martello M si troverà all'estremità inferiore della sua corsa ed il cassetto g di distribuzione all'estremità superiore tenendo chiusa la luce d'introduzione del vapore.

Suppongasi ora che vogliasi fare agire il maglio. L'operajo mediante la leva A che comanda l'asta g comincia ad aprire il regolatore. Il vapore allora dal tubo w d'arrivo penetra nella camera B (fig. 571) di distribuzione e da questa per mezzo del tubo t nella camera superiore del cilindro D. Sotto la pressione del vapore lo stantuffo s si abbassa, il cassetto g apre la luce d'introduzione del vapore e questo penetra nella camera inferiore del cilindro motore C determinando l'innalzamento dello stantuffo S e quindi quello del maglio M ad esso unito.

Il maglio M innalzandosi, fa rotare la leva a squadra h i (fig. 569) intorno al suo fulcro, e produce quindi uno spostamento dall'alto al basso della vite V, la quale nello stesso tempo facendo rotare la leva l intorno al perno f solleva la valvola g di distribuzione del vapore.

Questa va quindi restringendo successivamente la luce d'introduzione del vapore e ad un certo punto della sua corsa la chiude del tutto e mette poscia in comunicazione la camera inferiore del cilindro colla camera d, dove il vapore esausto si scarica e sfugge quindi dal condotto G.

Allora lo stantuffo S discende ed il maglio esercita il colpo sull'incudine.

Ma bisogna impedire, prima che il maglio sia giunto all'estremità inferiore della sua corsa ed abbia dato il colpo, che la squadra mobile h i rotoli intorno al suo perno come farebbe certamente se potesse sempre appoggiare contro il ritegno della rotella i, giacchè in tal caso essa aprirebbe la luce d'introduzione e lascierebbe entrare il vapore nel cilindro motore attenuando sensibilmente l'intensità dell'urto. A tal fine un nottolino β (fig. 569) unito alla leva A α girevole intorno al perno α , preme contro il prolungamento inferiore della vite V sollecitato da una molla m e impedisce alla vite di sollevarsi prima che il maglio abbia esercitata la voluta percossa sull'incudine.

Ecco in qual modo il maglio urtando sul pezzo da foggarsi determina lo spostamento del nottolino ed il conseguente innalzamento della vite V.

Sulla parete anteriore del maglio è situata una leva a squadra $w w'$ avente il suo fulcro in w' , il cui braccio $w w'$ è mantenuto orizzontale da apposita molla e la cui estremità w' mediante le leve articolate $p p_1$, $p_2 p_3$, e $p_4 p_5$ allontana il nottolino dalla vite ogni qualvolta il braccio orizzontale $w w'$ si abbassa. Ora tale braccio $w w'$ non si abbassa che in forza della scossa che gli imprime il maglio allorché urta contro il pezzo situato sull'incudine, ed allora soltanto il nottolino β viene spostato a sinistra, la vite V si solleva ed il cassetto di distribuzione dà accesso al vapore nel cilindro motore C determinando il sollevamento del maglio.

Nel caso che il braccio di leva $w w'$ non si abbassasse, l'operajo potrà fare innalzare il maglio spostando a mano il braccio di leva A α .

Col volantino o si può poi regolare a volontà il grado d'espansione del vapore. È infatti facendo girare il detto volantino esso imprime un movimento di rotazione in direzione contraria alle due viti V e W le quali essendo di egual passo e di verme contrario produrranno un movimento di traslazione dal basso in alto e dall'alto al basso della squadra h i. Ora è facile il vedere che dalla posizione di questa squadra dipende il grado d'espansione del vapore. Se essa infatti si trova nella posizione più alta, la rotella i premendo per un tempo più lungo contro la parte della guida n più discosta dalla mezzaria del martello M, manterrà aperta maggior tempo la luce d'introduzione del vapore. Abbassando la posizione della

detta squadra si potrà diminuire di quanto si vuole il grado d'introduzione del vapore nel cilindro motore.

I fori *y* sono destinati a dare sfogo al vapore contenuto nella camera inferiore del cilindro onde impedire che lo stantuffo possa innalzarsi di troppo ed urtare contro il coperchio superiore del cilindro.

Il vapore che si estrica dai fori *y* si porta nella camera anulare *z* che circonda il cilindro motore, la quale comunica colla camera di scappamento *d*, e fugge dal condotto di scarica *G* unitamente al vapore di scappamento.

Anche la camera inferiore del piccolo cilindro *D* trovasi in comunicazione collo spazio anulare *z*, onde, nel caso che lo stantuffo *s* non fosse a perfetta tenuta, il va-

pore che entrerebbe in detta camera non impedisca allo stantuffo *s* di discendere.

La testa *M* del maglio è unita alla sua asta *H* (fig. 569 e 571) mediante biette coll'interposizione di sostanze elastiche, come legno, cuojo, caoutchouc, onde impedire che gli urti del maglio possano reagire violentemente sullo stantuffo producendo guasti, rotture od altri inconvenienti; ed altrettanto dicasi di tutte quelle altre parti dell'apparecchio che sono soggette ad urti od a strappi violenti.

L'incudine e lo zoccolo, come pure la mazza e il pezzo che percuote direttamente il metallo, sono solidamente congiunti tra loro mediante unioni a coda di rondine con biette.

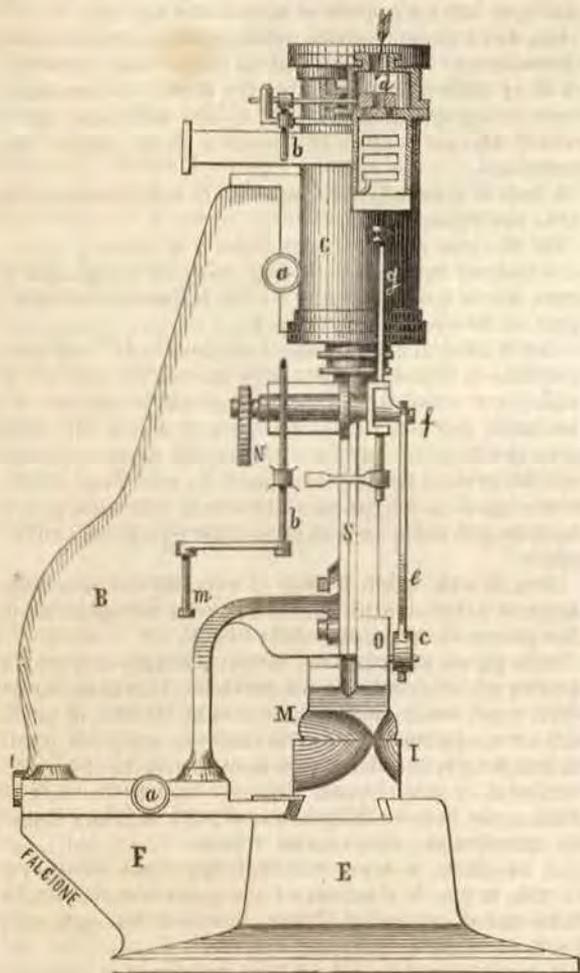


Fig. 572.

Maglio automatico a doppio effetto. — Un maglio a vapore a doppio effetto automatico di uso frequente è rappresentato dalle fig. 572 e 573.

Il cilindro motore *C* è unito all'intelajatura *B* congiunta colla coda *F* dello zoccolo *E* del maglio. Sullo zoccolo di ghisa *E* è fissato il tasso di ferro acciajato mediante un'unione a coda di rondine con chiavette *I*.

Il maglio propriamente detto consiste in una mazza di ferro *O*, a cui è unito a coda di rondine con biette il pezzo *M* di ferro acciajato, comandata dal grosso gambo *A* dello stantuffo del cilindro motore *C* e scorrevole tra e due guide *S* fissate con chiavarde all'intelajatura *B*. Lo

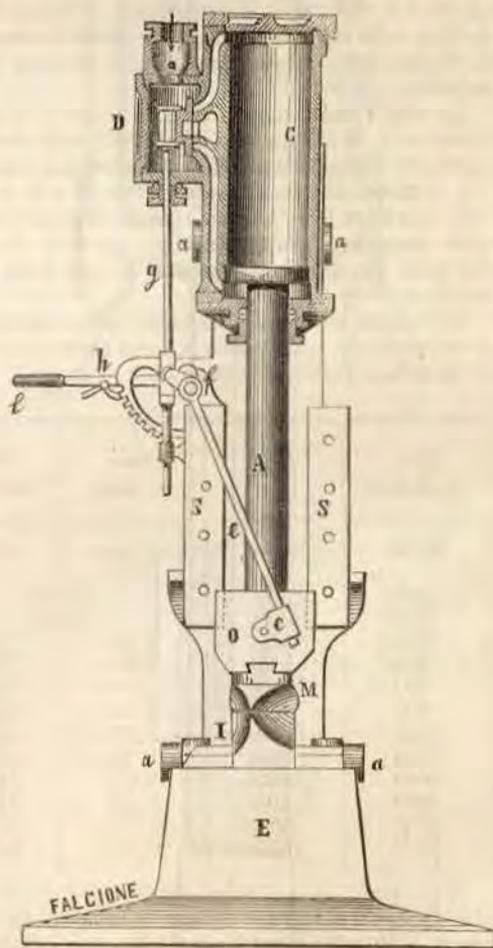


Fig. 573.

stantuffo motore, il gambo *A* e la mazza *O* si ottengono generalmente al maglio in un sol pezzo complessivamente.

Alla testa *O* del maglio è unito a snodo l'occhiello *c*, entro cui può scorrere la piccola asta *e*, che comanda l'albero *f* mobile intorno al proprio asse. Quest'albero mediante una piccola leva comunica, rotando, il movimento al cassetto di distribuzione del vapore nel cilindro *C*.

A tal fine tale piccola leva è impigliata in un telarino congiunto all'asta *g* del cassetto di distribuzione, ed esso durante la corsa ascendente e discendente del maglio urtando alternativamente colla parte inferiore e colla

parte superiore del telarino imprime il movimento di va e viene al cassetto di distribuzione.

Col manubrio *m* che comanda l'asta *b* si apre o chiude il regolatore *d* del vapore d'arrivo.

Suppongasì che il regolatore *d* sia aperto e che il cassetto scopra la luce inferiore d'ammissione del vapore. Allora questo penetra nella camera inferiore del cilindro e produce il sollevamento del maglio. Questo innalzandosi solleva l'asta *e*, la quale fa rotare il cilindro *f* che determina l'abbassamento del cassetto di distribuzione. In breve il vapore nella camera inferiore del cilindro si espande poi si scarica.

Nel frattempo si scopre la luce superiore di ammissione del vapore; questo entra nella camera superiore del cilindro ed accelera la caduta del maglio. Nella discesa il maglio produce automaticamente l'innalzamento del cassetto di distribuzione, il vapore torna ad entrare nella camera inferiore del cilindro mentre quello contenuto nella camera superiore si scarica, e così di seguito.

La leva *l* calettata sul piccolo albero *f'* munita del nottolino *h* che s'impiglia tra i denti della dentiera *N*, permette di regolare a volontà la corsa del maglio.

Il cilindro motore *C*, l'intelajatura *B* e lo zoccolo *E* sono uniti tra loro mediante anelli applicati a caldo, i quali stringono strettamente gli sporti *a* di ghisa in due pezzi appartenenti ciascuno ad una delle parti in contatto.

Nei magli a vapore sussistono generalmente le seguenti relazioni tra il peso e la corsa del martello, il peso del maglio e quello dello zoccolo.

Peso del Martello	Corsa	Peso del Maglio	Peso dello Zoccolo
Chilogr.	Millim.	Chilogr.	Chilogr.
100	300		2900
200	400		4500
300	460	1,900	4,750
400	510	2,500	6,000
500	550	3,500	7,500
600	620	3,900	8,000
1000	800	5,250	14,000
1250	900	9,750	15,000
2000	1000	12,000	24,000
3000	1400	19,000	33,000
4000	1550	23,500	44,000
5000	1850	30,000	50,000

In generale nei grandi magli lo zoccolo ha un peso eguale a 10 volte circa il peso della massa cadente.

Il maglio di Perm in Russia, del quale figurava un modello in vera grandezza dello zoccolo all'Esposizione di Vienna del 1873, ha il martello del peso di 50 tonn. e della corsa massima di 3 m. e lo zoccolo del peso di 620 tonnellate.

Il gran maglio del Creusot di recente costruzione ha il cilindro motore del diametro di 1 m. 90, il martello del peso di 100 tonn. e della corsa di 4 m. e lo zoccolo del peso di 725 tonn. Il peso di tutto il maglio compreso il tasso è 1270 tonnellate. Il costo del maglio compreso quello del suo corredo di forni da riscaldare, gru, ecc., raggiunge un milione e mezzo circa di lire.

Col lavoro al maglio si ottengono pezzi di forma diversa e di ogni dimensione, ferri, lamiere, ruote, corazzature, assi motori, ecc., ecc.

È uno spettacolo che maraviglia e che commuove quello del lavoro al maglio dei colossali pezzi di corazzatura e degli assi delle potenti macchine a vapore marine!

Dei voluminosi fasci formati di barre di ferro, talvolta già preventivamente epurati (franc. *corroyés*), sono scaldati al calor bianco sudante, poi compressi sotto il martello e agglomerati in una massa compatta. Si tratta di dare una forma prefissa a questa massa informe.

Questa viene allora afferrata mediante una leva potente simile a quella di cui abbiamo fatto cenno parlando della fabbricazione delle lamiere e si introduce in un vasto forno di riscaldamento. Si chiude la porta scorrevole del forno. Gli operai si mettono al loro posto e si preparano alla manovra. Ottenuto il voluto riscaldamento della massa, si solleva la porta del forno, un turbine di fiamme esce dall'apertura e gli operai si attaccano all'estremità della leva, alle catene, ai ganci, estraggono il metallo incandescente e lo portano sotto il maglio. Il capo operaio è là che prende ad ogni istante delle misure col suo gigantesco compasso o calibro, ed a' suoi ordini gli operai obbedienti come i differenti organi di un meccanismo, avanzano, ritirano, girano e rigirano il metallo. Il maglio dà frattanto dei colpi ora con una violenza senza confine, ora misurati e docili. Durante il lavoro la massa raffreddandosi viene ripetutamente portata al forno.

Adattando alla bocca dei magli ed al tasso degli stampi convenienti o in incavo o in rilievo si foggiano anche dei pezzi di forma assai complicata.

Le lamiere che si ottengono al maglio, dette *lamiere martellate* (franc. *plaques martelées, tôtes martelées*; ingl. *hammered sheet-irons*; ted. *die geschlagenen Eisenblech*) riescono difficilmente scovre affatto da difetti, principalmente da quello di avere una grossezza variabile da punto a punto. Per questo le lamiere si fabbricano oggidì quasi esclusivamente al laminatoio, e le lamiere martellate non si impiegano che in casi affatto speciali.

Foggiatura entro stampi (franc. *estampage*; ingl. *stamping*; ted. *Stanzung, Stempfung, Stempelung*). — Nel lavoro di foggiatura entro stampi, non si assoggetta il metallo ad urti come nel lavoro al maglio, non si sottopone ad una pressione che permetta ad esso di distendersi o nel senso della sua lunghezza ovvero in quello della sua larghezza e della sua larghezza come nel lavoro al laminatoio, ma si assoggetta invece ad una pressione uniforme in tutti i punti della sua superficie, in forza della quale esso è obbligato a costiparsi in tutti i sensi e ad assumere la precisa forma voluta.

A tale scopo si impiegano degli apparecchi adatti, per lo più mossi direttamente dalla pressione dell'acqua, detti *magli idraulici* (franc. *machineries hydrauliques, marteaux hydrauliques*; ingl. *drop press*; ted. *die hydraulischen Hämmer*) e *macchine a foggiare* (franc. *machines à forger*; ingl. *forging machines*; ted. *Schmiedemaschinen*).

Tali apparecchi consistono essenzialmente in due stampi (franc. *étampes*; ingl. *swages, bosses*; ted. *Gesenke*), che sono le forme entro le quali si comprime il metallo. Lo stampo inferiore porta il nome di *stampo propriamente detto* (franc. *dessous*; ingl. *bottom swage*; ted. *Untergesenk*) e quello superiore di *contrastampo* (franc. *dessus*; ingl. *top swage*; ted. *Obergesenk*).

Dalle disposizioni state adottate onde far agire gli stampi, si hanno poi diversi sistemi di macchine a foggiare, la macchina di Haswell, di Shank, di Bessemer, di Wilson, di Witworth, ecc. ecc.

Tutte queste macchine, salvo quelle che si impiegano per stampare oggetti minuti, come chiodi e simili, che

sono mosse generalmente da una cinghia comandata da un albero di trasmissione, agiscono per pressione idraulica e sono nel loro complesso dei veri torchi idraulici.

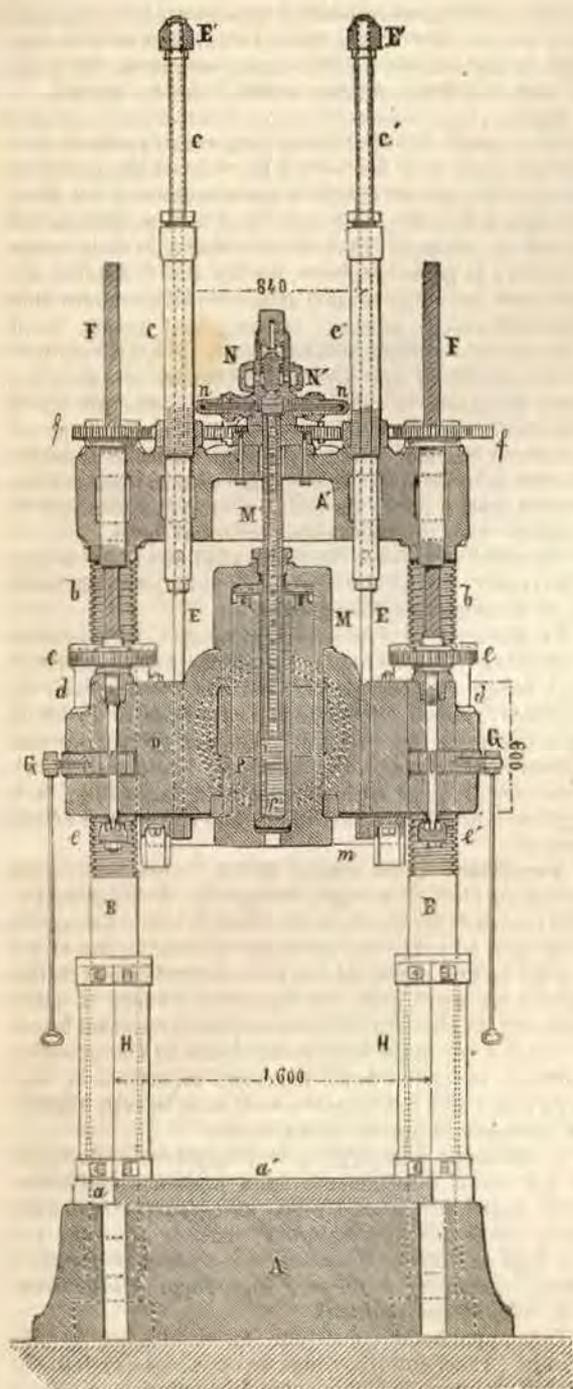


Fig. 574.

Noi ci limiteremo a descrivere quella più recente di Witworth per foggare il ferro e l'acciajo, poco dissimile da quella pure da lui immaginata per comprimere l'acciajo fuso ottenuto col suo processo.

La macchina a foggare di Witworth è rappresentata in sezione verticale fatta secondo il suo asse dalla figura 574.

Il suo insieme si compone di uno zoccolo in ghisa A, attraversato ai quattro angoli dalle colonne cave in ferro B, unite superiormente al giogo A' destinato a portare i due cilindri idraulici C e C'.

Le colonne sono fissate allo zoccolo A e al giogo A' mediante le viti a e sono filettate per una certa parte della loro altezza con pani quadrati b, coi quali sopportano le madreviti in ferro d. Queste due colonne servono di guida al blocco in ghisa D unito a mezzo delle aste di sospensione E e delle traverse E' agli stantuffi c e c' dei cilindri idraulici C e C'.

Il blocco D è provvisto nel suo mezzo di un cilindro idraulico M, il cui stantuffo P è destinato a produrre la voluta pressione sul metallo da foggarsi che si dispone sulla piastra in ferro a' che ricopre la base A.

Per mezzo dei cilindri C e C' stabilendo od interrompendo a volontà la comunicazione della loro camera inferiore con una tromba od un accumulatore di pressione d'acqua, si può innalzare od abbassare rapidamente il pezzo D; di più si può ancora mantenere in un punto qualunque della sua corsa per mezzo delle chiocciolle d nel modo che segue.

Ciascuna delle madreviti d porta al disopra una piccola ruota dentata piana la quale imbocca con una ruota simile e calettata sopra un albero verticale F. I due alberi F attraversano il blocco D, riposano alla base sulle ralle e e' e si innalzano al disopra del giogo A'; superiormente sono filettate, e i loro vermi attraversano le madreviti f fissate al giogo A' e fuse rispettivamente con una ruota dentata.

Gli alberi F sono disposti tra le due colonne laterali per modo che le ruote dentate e imboccano con due ruote corrispondenti alle madreviti d.

Ciò posto, se si introduce dell'acqua sotto pressione nella camera inferiore dei cilindri C e C', gli stantuffi c e c' si sollevano e per mezzo dei tiranti E si solleverà pure il pezzo D; unitamente a questo si innalzeranno le viti F, le quali però, essendo impigliate nelle madreviti f saranno nello stesso tempo obbligate a rotare intorno al proprio asse. Le viti F partecipano naturalmente il loro movimento alle ruote dentate e con esse solidali, e queste lo comunicano alle chiocciolle d, le quali sono quindi obbligate a sollevarsi lungo le colonne con una velocità proporzionale a quella del pezzo D, ammesso, ben inteso, che i rapporti delle ruote dentate e il passo delle viti F e delle colonne filettate b siano stati convenientemente calcolati.

Evidentemente allorchando si farà effluire l'acqua dalla camera inferiore dei cilindri C si dovrà ottenere un risultato contrario: il pezzo D discenderà conducendo seco le viti F che roteranno intorno al proprio asse e per mezzo delle ruote dentate faranno discendere le madreviti d.

Ma, come si è detto più sopra, lo scopo di queste madreviti d è quello di mantenere il pezzo D in una posizione fissa durante la compressione del metallo.

A tal fine queste chiocciolle debbono poter fissarsi contro il pezzo in ghisa D in una posizione qualunque della sua corsa. Un tal risultato si ottiene facendo rotare le madreviti f, le quali portano le ruote dentate che imboccano colla dentiera doppia f'. Questa dentiera può essere animata da un movimento di va e vieni dallo stantuffo di un cilindro idraulico, il quale determina la rotazione delle chiocciolle f, rese solidarie colle viti F; e queste, per mezzo delle ruote dentate, fanno rotare le chiocciolle d'arresto d della quantità necessaria per portarsi ad agire sul pezzo D.

Fissato per tal modo il pezzo D nella posizione voluta,

il movimento di rotazione delle viti F resta arrestato da due piccoli meccanismi discosti da ciascuna parte nell'interno stesso del pezzo D; ciascuno di questi meccanismi si compone d'una leva di manovra G calettata all'estremità di una piccola vite disposta in un quadro in ferro attraversato dall'albero F, il quale porta, unita con chiavetta, una rotella in corrispondenza della vite, vite che ha lo scopo di premere contro questa rotella in guisa da impedire la rotazione dell'albero F.

Fissato il pezzo D nella posizione conveniente per eseguire un determinato lavoro di foggatura, si sposta il cilindro M in modo da regolare la distanza da percorrersi dallo stantuffo P.

L'altezza del pezzo su cui si opera la foggatura diminuendo successivamente, il masso D di ghisa potrà occorrendo essere abbassato onde diminuire per quanto è possibile la corsa dello stantuffo P. Si può per tal modo far uso di un cilindro assai corto anche per foggare pezzi che variano sensibilmente di altezza.

Per controllare con facilità e prontezza l'azione dello stantuffo foggatore, il giogo A' porta una scatola N racchiudente una valvola nella quale l'acqua fornita dalle trombe penetra dai due tubi n, da cui essa, quando la valvola è chiusa, si porta per mezzo del tubo M' nell'interno del cilindro p posto al centro dello stantuffo foggatore P.

Quest'acqua, operando sul detto stantuffo, lo fa discendere e fa esercitare ad esso la necessaria pressione.

I cilindri C e C', allorché quando la macchina a foggare lavora, comunicano con un accumulatore od altra fonte di pressione costante, diguisachè non appena cessa la pressione esercitata sullo stantuffo P, quella che agisce sugli stantuffi c e c' solleva rapidamente l'insieme del pezzo D e del cilindro P.

Allorché quando la valvola chiusa nella scatola N è sollevata dalla sua sede, l'acqua sotto pressione può portarsi nell'anello N' e sfuggire dal tubo n' come vedesi nella fig. 575, che rappresenta l'apparecchio visto al di sopra della valvola di distribuzione dell'acqua nell'interno dello stantuffo P.

Per ricondurre la valvola nella sua sede è ancora l'acqua che agisce sulla sua faccia superiore. A tal fine essa penetra nell'interno dello zaffo che è in comunicazione col tubo d'arrivo o; quanto allo scappamento esso ha luogo dal tubo o', allorché lo stantuffo P' è completamente disceso. Allora l'acqua premuta dalle trombe arrivando dal tubo n agisce sulla valvola, l'apre e lo scappamento avviene nello stesso tempo che gli stantuffi c e c' dei cilindri C e C' effettuano il sollevamento del pezzo D.

La piccola valvola che regola l'ammissione dell'acqua del tubo o, che lascia effluire l'acqua al disopra della valvola N, si apre e si chiude facilmente, allorché quando si lavora ad alta pressione, poichè la proiezione della superficie superiore di questa valvola è assai maggiore di quella della superficie inferiore. Il cambiamento di movimento dello stantuffo foggatore avviene quindi senza sensibile perdita di tempo.

Per determinare esattamente la corsa di questo stantuffo, sulla faccia anteriore del pezzo in ghisa D è situato un grande quadrante rappresentato con linee punteggiate in figura, provvisto d'una sfera calettata sopra un piccolo rocchetto che imbecca con una dentiera unita alla

sua estremità inferiore alla traversa m fissata sul detto stantuffo, di guisa che quest'ultimo nel suo movimento sposta la dentiera ed essa per mezzo del rocchetto fa rotare la sfera sul quadrante graduato. Per tal modo gettando lo sguardo sul quadrante, l'operaio può rendersi esatto conto del grado di compressione esercitato in ciascun colpo, e regolare quindi l'effetto a seconda del bisogno.

Allorché quando la macchina non agisce, è inutile far sopportare il pezzo D dai tiranti E; si fa adunque effluire l'acqua sotto pressione contenuta nei cilindri C e il pezzo D viene a riposare sopra i dischi in legno situati sugli zoccoli di ghisa H cavi che rivestono per una parte della loro altezza le colonne di ferro vuoto B. I due zoccoli sono in due pezzi per poter montarli e smontarli facilmente.

In unione a questo suo apparecchio il Witworth ha combinato un meccanismo col quale si può far rotare i pezzi da foggarsi in modo uniforme e di un angolo prefisso dopo ciascuna compressione.

Tale meccanismo consiste ancora in un cilindro idraulico che è fissato verticalmente sul giogo A' della macchina a foggare. Lo stantuffo di questo cilindro è unito mediante un'asta con una leva orizzontale folle sopra un perno fissato all'estremità del supporto del pezzo da foggarsi; questa leva è munita d'un nottolino impigliato nei denti d'un rocchetto fissato sul detto perno, dimodochè quando lo stantuffo si innalza, il nottolino si sposta colla leva, fa rotare il rocchetto e con esso il supporto del pezzo da foggarsi. Quest'ultimo si trova per conseguenza a ciascuna pulsazione del cilindro animato da un certo movimento di rotazione corrispondente a ciascun colpo dello stantuffo foggatore.

Con tal mezzo si possono foggare con grande precisione cerchi per ruote, anelli per guerniture di stantuffi, ecc. ecc.

Allorché quando si vogliono foggare dei corpi cilindrici di considerevole lunghezza, come tubi, cilindri per macchine a vapore, ecc., la spina che a tal fine si impiega è una specie di tubo in acciaio che si introduce nel corpo cilindrico man mano che questo si sposta per essere esposto all'azione dello stampo e che serve poi anche per trasportarlo allorché esso deve essere riscaldato. A tale effetto la detta spina è unita allo stantuffo di un cilindro idraulico aperto ad un estremo e montato sopra un supporto che si fissa sopra un carrello mediante un'asta filettata; per mezzo di due ruote dentate coniche, di cui una è calettata sulla madrevite dell'asta filettata, si può innalzare od abbassare il tubo per modo che il suo asse coincida sempre coll'asse del pezzo da foggarsi qualunque sia il diametro della spina.

Il ferro che si lavora o al maglio o colle macchine a foggare si riscalda generalmente nella *fucina* (francese *forge*; ingl. *hearth*, *smith's hearth*; ted. *Schmiedeherd*, *Schmiedefeur*), con un fuoco di carbone di legno, di carbon fossile o di arso (*coke*) avvivato da aria alimentata da un mantice o da un ventilatore.

La *fucina* è un focolare fatto in muratura e talvolta in ferro a cui sovrasta un'ampia cappa la quale raccoglie i prodotti della combustione e li conduce al camino. Il *catino* o *erogiuolo* (franc. *creuset*; ingl. *fire place*; ted. *Feuergrube*), nel quale si ammucchia il combustibile ardente è generalmente di forma quadrata e della profondità di 75 millim. circa, ed ha una grandezza proporzionata alle dimensioni dei pezzi da riscaldarsi. Esso è situato ai piedi del *frontone* (franc. *contre-cœur*; ingl. *bach*; ted. *Brandmauer*) che sostiene la cappa. Un foro orizzontale attraversa il frontone e fa capo al catino;

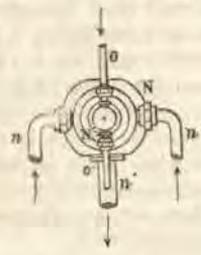


Fig. 575.

in questo foro è situato il *bucolare* (franc. *tuyère*; ingl. *tuyer*; tedesco *Form*, *Windform*) che è un tubo di ghisa della lunghezza da 75 a 100 millim., e della grossezza da 22 a 30 millim., il quale ad una delle sue estremità si allarga a guisa d'imbuto, disposto per modo che l'apertura più piccola sia rivolta verso il fuoco, mentre in quella più grande è adattata o la canna del mantice o il condotto che conduce l'aria dal ventilatore.

In alcune fucine si utilizzano i gaz perduti della combustione, aspirandoli mediante la corrente d'aria che avviva il fuoco e portandoli a bruciare nel catino; e si ottiene per tal modo un risparmio del 30 % circa nel consumo del combustibile. Inoltre, siccome il consumo del combustibile diminuisce ancora sensibilmente se si alimenta la combustione con aria calda da 180° a 300°, molte fucine sono provviste di apparecchi per riscaldare il vento delle soffierie.

Il consumo del combustibile dipende anche in gran parte dalla maggiore o minore abilità che ha l'operaio nel condurre il fuoco. Dovrà questi aver cura di ammuochiare continuamente il combustibile e procurare che il fuoco non produca una fiamma viva e gagliarda, ricoprendolo con carboni spenti ed occorrendo impregnati d'acqua per concentrare il calore.

Quanto al combustibile da impiegarsi, il carbone di legna sarebbe quello da preferirsi, poichè dà delle calde pronte, e producendo poca cenere insudicia assai poco il metallo; ma essendo piuttosto caro, viene per lo più surrogato col carbone di pietra, eccettuato però nei casi in cui devesi produrre il riscaldamento dell'acciajo, pel quale il carbone di legna ha una manifesta superiorità. Spesse volte si comincia a formare un letto di carbon fossile incandescente e si introduce poi in esso del carbone di legna col quale il metallo resta in contatto durante il riscaldamento.

Tra le diverse qualità di carbon fossile è da preferirsi pei fuochi di fucina quello così detto grasso che si infiamma facilmente, si ammolisce durante la combustione, si gonfia e si agglutina in una massa pastosa.

L'arso brucia, come è noto, ad una temperatura elevatissima, ed è impiegato in tutti quei casi in cui vuolsi riscaldare fortemente il metallo.

La lignite, la torba greggia ed il carbone di torba sono combustibili assai poco adatti pei fuochi di fucina; tutt'al più si possono impiegare mescolati col litantrace o coll'arso.

Quanto all'effetto del combustibile si può mediamente ritenere che a parità di circostanze 60 chilogr. di arso equivalgono a 90 chilogr. di carbone di legna e a 100 chilogr. di carbon fossile. Pel carbone di torba non è possibile stabilire un numero attendibile, poichè il suo poter calorifero varia a seconda della sua provenienza entro limiti troppo estesi.

Il ferro da foggarsi si deve portare a seconda dei casi o al calor rosso vivo, o al calor bianco sudante. L'acciajo deve essere arroventato meno del ferro, giacchè ad una temperatura troppo elevata può perdere le sue buone qualità.

Cesoje o forbicioni (franc. *cisailles*; ingl. *shears*; ted. *Scheren*). — Le lamie e i ferri che si ottengono al laminato o al maglio, si tagliano in seguito a freddo o a caldo onde dar loro le dimensioni richieste dall'uso cui sono destinati. A tal fine si impiegano delle seghe e cesoje speciali. Le seghe operano il distacco asportando una parte benchè assai piccola della materia, le cesoje invece determinano il taglio mediante un semplice scorrimento delle molecole di una sezione del pezzo rispetto a quelle della sezione coincidente. Colle seghe si di-

vidono solo i ferri e le bande metalliche; tolte cesoje invece, che si suddividono in cesoje da sbarre e in cesoje da lamie, si tagliano tanto i ferri quanto le lamie.

Le seghe da metalli non differiscono essenzialmente, salvo che nella loro maggiore robustezza, dalle ordinarie seghe circolari da legnami che saranno descritte in apposito articolo. Rimandando il lettore a tale articolo, ci limiteremo a parlare delle cesoje.

Queste si distinguono prima di tutto in *cesoje a mano* (franc. *cisailles à main*; ingl. *snips*; ted. *Handscheren*) e in *cesoje a macchina* (franc. *machines à cisaille*; ingl. *shearing-machines*; ted. *Maschinenscheren*).

Le cesoje a mano si dividono in cesoje a mano mobili e in cesoje a mano fisse o da banco (franc. *cisailles à banc*; ingl. *bench shears*; ted. *Stochscheren*). Le prime rassomigliano assai alle forbici ordinarie, solo che le lame sono assai corte a fronte delle branche e inoltre queste sono sprovviste degli occhi onde si possano afferrare coll'impugnatura della mano ed esercitare degli sforzi di compressione per quanto è possibile considerevoli.

Si hanno due sorta di cesoje da banco. Le prime, poco differenti dalle cesoje mobili, hanno la lama superiore, sprovvista di branca, terminata dalla parte opposta con un prolungamento che la mantiene fissa in direzione orizzontale. La lama inferiore mobile è invece munita di una lunga branca sulla quale si preme con forza allorchè vuolsi produrre il taglio.

Le altre cesoje da banco hanno la lama inferiore che è fissa e quindi sprovvista di branca. La parte superiore mobile è congiunta alla parte fissa nel suo estremo.

Queste ultime cesoje sono da preferirsi alle prime sia perchè l'apertura essendo rivolta dalla parte dell'operaio riesce a questo più agevole spingere in esse il pezzo da tagliarsi, sia perchè la pressione che si esercita sul perno di collegamento essendo minore, questo è meno soggetto a guastarsi, sia infine perchè a pari lunghezza delle lame e della branca l'azione tagliente che si può esercitare è notevolmente superiore, risultando assai maggiore il rapporto tra il braccio di leva della potenza e quello della resistenza.

Le lame delle cesoje a mano hanno una lunghezza variabile da 4 a 40 cent., e la leva di comando è eguale da 4 a 5 volte la lunghezza delle lame. Esse sono generalmente unite mediante viti alla parte fissa e mobile della cesoja onde poter ricambiarle allorchè sono logore o deteriorate.

Quando si fa uso di tali cesoje bisogna procurare che le due lame si mantengano tra loro in perfetto contatto affinchè il taglio riesca netto, l'impugnatura non si alenti, ed esse non divengano in breve inservibili.

Come si è più innanzi avvertito la cesoja deve produrre lo scorrimento di una sezione del pezzo contro altra sezione coincidente. Per questo non è necessario che le lame siano bene affilate, chè anzi in tal caso esse si logorerebbero in breve tempo. L'esperienza dimostra che l'angolo d'affilatura deve essere compreso fra 75° e 85°.

Ora, quale dovrà essere il profilo dei taglienti? Osservisi che se essi fossero entrambi rettilinei l'angolo che farebbero tra di loro sarebbe estremamente variabile: massimo all'inizio dell'operazione del taglio, diminuirebbe poi successivamente e si annullerebbe alla fine dell'operazione. Ebbene, questo sarebbe un inconveniente assai grave anche perchè non si potrebbero allora utilizzare le parti delle lame più vicine al fulcro colle quali si otterrebbe la maggior forza tagliente, giacchè l'angolo d'apertura della cesoja risulterebbe così grande che il pezzo da tagliarsi, sotto l'azione delle lame, sci-

volerebbe lungo i fili taglienti. Occorre adunque che l'angolo che fanno tra di loro i due taglienti in prossimità del fulcro non sia eccessivamente grande, che esso sia quello più adatto al taglio, quello stesso quindi che sarebbe desiderabile di avere in tutte le fasi dell'operazione.

Per le lamiere sottili l'esperienza dimostra che questo angolo di taglio dovrebbe essere di 5° ; per quelle di maggiore grossezza di 20° circa.

Accettando il valore medio di 13° circa a cui corrisponderebbe il seno di $\frac{1}{5}$, si avrebbe che colle cesoje a lame rettilinee il pezzo da tagliarsi si dovrebbe mettere alla distanza del quintuplo circa della sua grossezza dal vertice dell'angolo delle lame. Si vede dunque quanto queste cesoje sarebbero poco convenienti.

Generalmente in quasi tutte le cesoje a leva si soddisfa alla condizione di avere un angolo di taglio costante facendo uno dei taglienti rettilineo ed assegnando all'altro un profilo curvilineo che, come si può dimostrare analiticamente, dovrebbe essere un arco di spirale logaritmica. Nella pratica però tale profilo si fa quasi sempre ad arco di circolo, visto che si ottengono in tal caso dei risultati poco diversi.

Nelle cesoje da banco è la lama fissa che è rettilinea e quella mobile curvilinea.

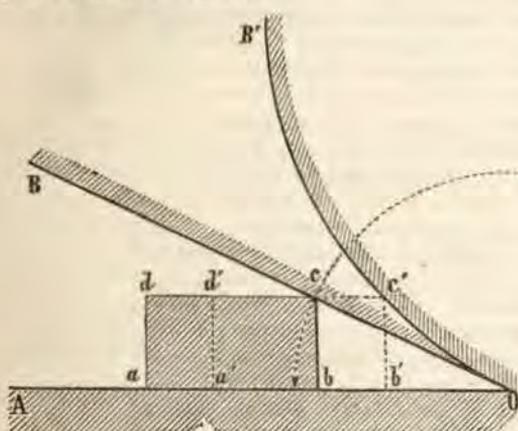


Fig. 576.

Si può vedere dalla fig. 576 come colla lama curvilinea oltre ad avere un angolo di taglio costante si possano ancora ridurre di assai le parti taglienti inutilizzabili prossime al fulcro.

Le cesoje a macchina si distinguono in tre grandi categorie, le *cesoje a leva* identiche come principio a quelle che abbiamo descritte, le *cesoje parallele*, e le *cesoje circolari*.

Le *cesoje parallele* (franc. *cisailles à guillotine*; ingl. *parallel-shears*; ted. *Parallelscheren*), hanno la lama a filo rettilineo, solo che il filo tagliente mobile invece di rotare intorno ad un asse si muove di moto progressivo, di guisa che l'angolo di taglio si mantiene costante. La lama fissa è quasi sempre disposta orizzontalmente col filo rivolto in alto, la lama mobile posta al disopra fa un angolo coll'orizzonte, poichè per tal modo essa incontra minor resistenza durante il taglio. Tale angolo, che varia da 4° a 18° , deve essere tanto più piccolo quanto maggiore è la lunghezza del tagliente.

Alcune volte, allorchè debbonsi tagliare delle grosse piastre di metallo, si impiegano dei taglienti mobili il cui profilo è un angolo assai ottuso col vertice in alto ed i lati eguali ed egualmente inclinati coll'orizzonte.

Con tali taglienti si accelera il lavoro e i pezzi da tagliarsi non possono spostarsi lateralmente sopra di essi. Colle cesoje parallele si possono tagliare pezzi di qualsiasi grossezza, purchè la levata del coltello mobile sia sufficiente, utilizzando l'intera lunghezza dei fili delle lame.

Ciò premesso, daremo alcuni esempi di cesoje a leva e parallele ed esamineremo appresso le cesoje circolari, le quali sono destinate esclusivamente a tagliare corpi di piccola grossezza.

Cesoja a leva. — La cesoja a leva rappresentata in elevazione, in proiezione e sezione orizzontale, e in sezione verticale secondo le linee AB e CD dalle figure 577, 578, 579 e 580 consta di un bilanciere *b*, il quale ad un estremo porta la lama mobile *t* e all'altro estremo è unito ad un'asta *g* che comunica ad esso un movimento oscillatorio intorno al perno *c*.

La lama fissa *u* è congiunta mediante chivarde all'intelaiatura *a*, la quale riposa sopra un telaio in legno posto sulla fondazione in muratura *l*.

L'intelaiatura *a* termina superiormente in un orecchione centrale che è il sopporto del perno *c* del bilanciere. Questo sopporto situato in una corrispondente cavità del bilanciere impedisce a questo di spostarsi lateralmente. A tal fine alla parete interna di tale cavità è unita una lastra d'acciaio che durante il movimento oscillatorio della cesoja striscia contro il sopporto del perno. Con tale lastra, potendosi essa spostare con viti di pressione, si possono sempre mantenere in contatto le lame della cesoja benchè queste si consumino durante il lavoro.

L'asta *g* del bilanciere riceve il movimento da un albero a gomito *d* comandato dalla ruota dentata *P*, la quale imbecca col rochetto *Q* calettato sull'albero motore *m*. Quest'albero porta ancora la puleggia attiva *P*, la puleggia folle *P'* e il volante *V*.

L'intelaiatura *a* è unita al basamento *l* mediante robuste chivarde di fondazione *v*. Le chivarde *k* e *z* consolidano fortemente tra loro le travi *i* del telaio su cui riposa l'intelaiatura *a*.

La tavola *y* serve a sostenere le lamiere state tagliate alla cesoja.

In altre cesoje la leva di comando della lama mobile ha il suo fulcro all'estremità della leva e la lama mobile resta situata tra l'asta motrice e il fulcro.

In altre, dette *cesoje doppie*, il bilanciere ha la forma di un T il quale porta una tagliente mobile a ciascuna estremità delle due braccia orizzontali ed ha il suo centro di oscillazione nel punto d'incontro delle braccia orizzontali coll'asta verticale. La forza motrice agisce allora all'estremità inferiore di tale asta e la cesoja opera senza interruzione ora a mezzo del tagliente di sinistra ora a mezzo di quello di destra.

Cesoja parallela idraulica per tagliare le sbarre di metallo. — È questa una potente cesoja colla quale si tagliano a freddo le sbarre metalliche di maggior grossezza, quelle anche che hanno la sezione di 80 centimetri quadrati.

Tale cesoja presenta questo di speciale, che il tagliente mobile invece di essere mosso da un bilanciere, da un eccentrico, ecc., è messo direttamente in azione dalla pressione idraulica. A tal fine esso è unito allo stantuffo di un vero torchio idraulico, sul quale si fa agire dell'acqua alimentata da una batteria di altri stantuffi comandati meccanicamente.

È da notarsi inoltre che mediante una disposizione semplice ed ingegnosa, il detto tagliente mobile si abbassa lentamente durante il periodo di lavoro e si innalza

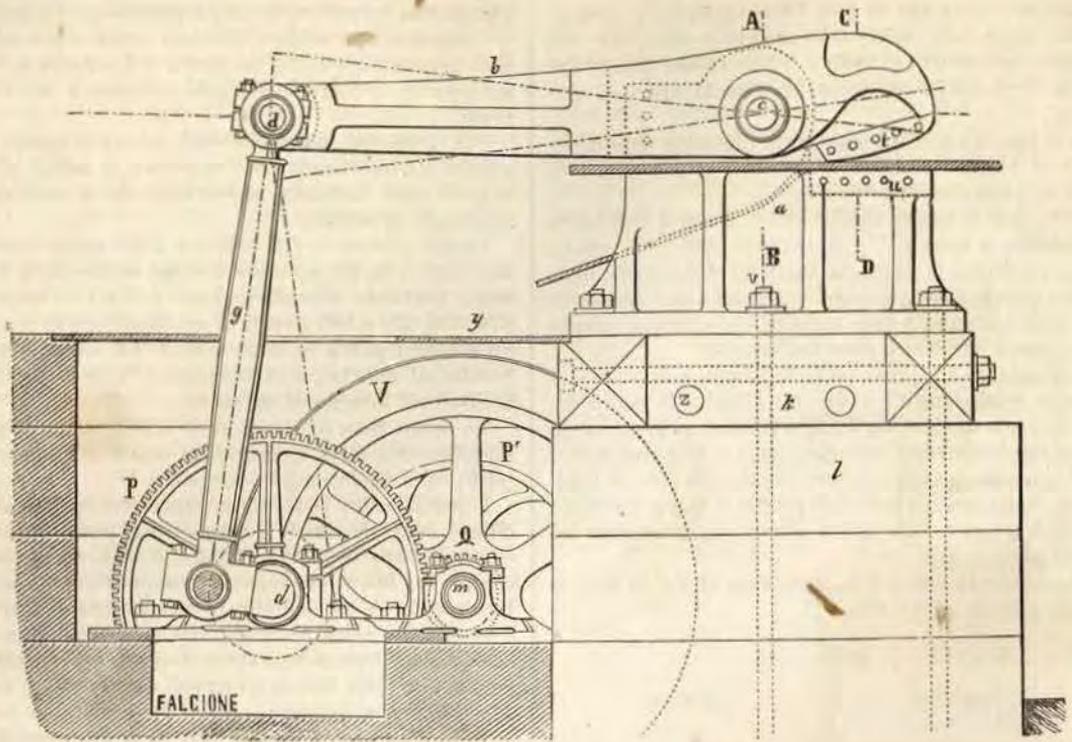


Fig. 577.

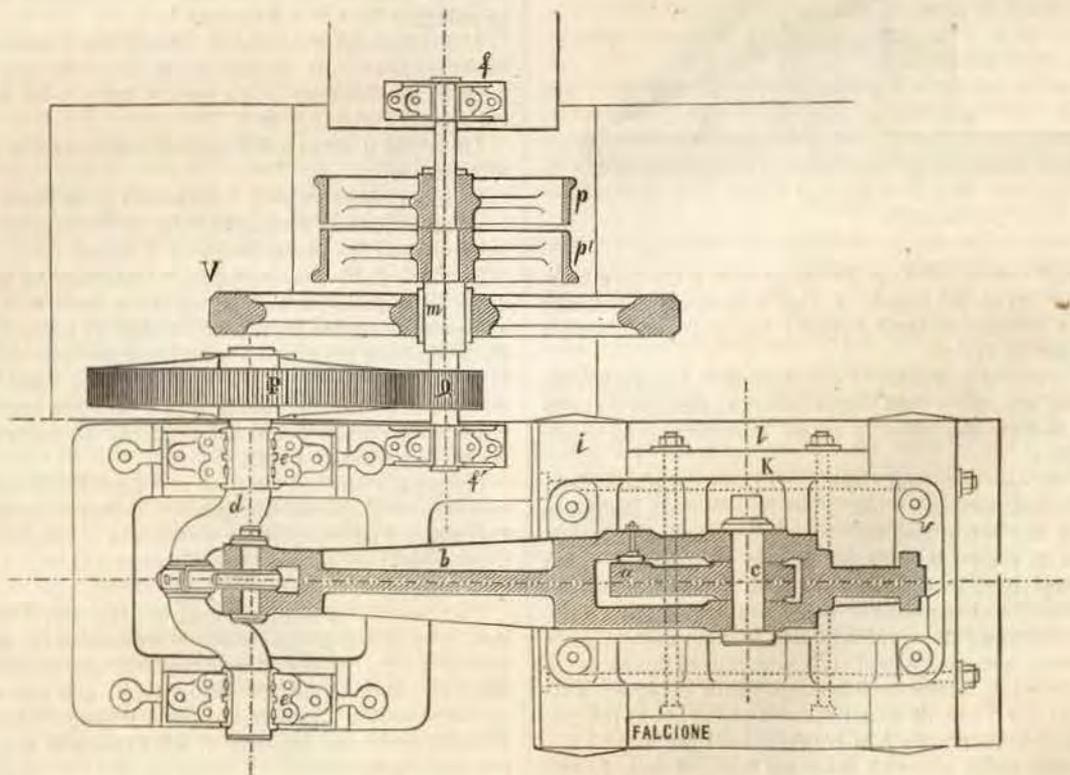


Fig. 578.

poi rapidamente senza che si interrompa o si alteri il movimento degli stantuffi d'alimentazione dell'acqua.

Colla scorta delle figure 581, 582, 583, 584, 585 e 586 sarà facile il formarsi un esatto concetto della costruzione e del modo di funzionare di questo apparecchio.

Le fig. 581 e 582 rappresentano l'insieme della macchina: la fig. 581, la cesoja propriamente detta, in vista esterna di fronte e la cassa racchiudente le trombe d'alimentazione dell'acqua in sezione longitudinale, la fig. 582 la cesoja in proiezione orizzontale e la cassa in sezione orizzontale.

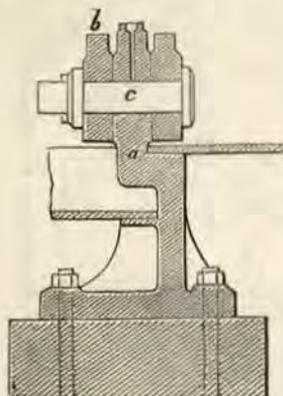


Fig. 579.

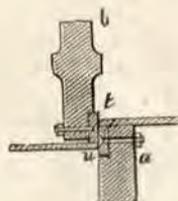


Fig. 580.

La cesoja propriamente detta è poi ancora rappresentata in sezione orizzontale e secondo due sezioni verticali, una parallela e l'altra perpendicolare alla fronte, dalle fig. 583 e 584.

La cesoja è composta, come si vede, da una robusta intelajatura in ghisa in due parti: la parte inferiore o basamento A e la parte superiore B riunite insieme dalle grosse chiavarde a.

La parte superiore B porta, proveniente con esso dalla fondita, un rigonfiamento cilindrico cavo, ritornito internamente, il quale costituisce il corpo di tromba in cui si adatta lo stantuffo c che comanda il tagliante mobile b.

Il tagliante fisso b' è inchiodato alla parte inferiore A dell'intelajatura.

Si vede inoltre che lo stantuffo C è unito ad un'asta D, la quale attraversa la parte superiore B dell'intelajatura e porta alla sommità un piccolo stantuffo D' che può scorrere nel cilindro aperto E.

Da quanto si è detto, si può già facilmente comprendere il modo di funzionare della cesoja. L'acqua d'alimentazione viene iniettata dapprima nell'interno del corpo di tromba: essa fa discendere lo stantuffo C e determina il taglio delle sbarre che vengono interposte tra i due taglianti b e b'. Ciò fatto, l'acqua che continua ad essere alimentata nella stessa quantità si porta nel cilindro E sotto lo stantuffo D'. Lo stantuffo C si solleva allora con una velocità eguale approssimamente a quella di discesa moltiplicata pel rapporto delle aree delle sezioni rette dei due stantuffi C e D'.

Esaminiamo ora l'apparecchio motore del torchio idraulico.

La batteria idraulica ha per base la cassa in ghisa F (fig. 581 e 582) la quale porta i due corpi di pompa P e P' in cui operano rispettivamente i due stantuffi I e I' comandati dalle aste H e H'. Queste due aste ricevono il movimento dell'albero a gomito G, il quale alla sua volta lo riceve dalla puleggia V, su cui opera la cinghia della macchina motrice. I due stantuffi I e I' sono obbli-

gati a muoversi in linea retta, essendo ciascuno unito ad uno scorsojo scorrevole entro apposito glifo sostenuto dal supporto c in ghisa fissato al fondo della cassa F. Essi aspirano l'acqua dalla cassa e la iniettano nei due tubi in ferro d e d', che, come si vede (fig. 581, 582 e 585), vanno a congiungersi in modo simmetrico al raccordo J. Questo raccordo, che ha quattro vie, è unito alla cassa F sia dal tubo libero d₂, sia dal tubo e, il quale presenta alla sua estremità, nell'interno della cassa, le sedi di due valvole di sicurezza s e s' a carico indiretto.

Le leve f, caricate del peso f', delle due valvole di sicurezza, portano ciascuna unita a snodo un'asta verticale g (fig. 581 e 582) alla quale è sospeso uno scorsojo articolato g', la cui estremità libera si trova al disotto della valvola d'aspirazione della pompa. In seguito a ciò, allorchè la valvola di sicurezza, per un eccesso di pressione, si innalza e innalza quindi il braccio f della sua leva, lo scorsojo g' solleva la valvola d'aspirazione della tromba, la quale per conseguenza non può più funzionare.

Si noti inoltre che il raccordo J (fig. 585) contiene ancora la valvola conica J', la quale si può sollevare od abbassare facendo girare il suo gambo filettato entro la chiocciola fissa v. Mediante questa valvola si può, a volontà, permettere od impedire l'effluo dell'acqua dal tubo d₂.

Quando la cesoja si muove, l'acqua alimentata dalle due condotte d e d' circola intorno alla detta valvola J' per portarsi liberamente sia sopra lo stantuffo C di comando del tagliante mobile mediante il condotto h, sia dal lato delle valvole di sicurezza per mezzo del raccordo e. Ora se si vuole sospendere il movimento della cesoja basta sollevare la valvola J' e l'acqua alimentata dagli stantuffi I ritorna direttamente nel serbatoio dell'acqua guidata dal condotto d₂.

Esaminiamo ora in qual modo l'acqua che arriva dal tubo h viene distribuita nei due cilindri B ed E della cesoja.

Come si vede (fig. 582) il condotto h va ad unirsi al pezzo di raccordo i il quale porta due altri tubi, l'uno i' che si dirige verso il condotto X' di cui parleremo più sotto, e l'altro j che comunica con un altro raccordo k applicato immediatamente sul piccolo cilindro E.

Da questo raccordo k poi parte un tubo l, il quale va a congiungersi con un apparecchio importante K dal quale dipende in definitiva la distribuzione dell'acqua.

Questo apparecchio, rappresentato dettagliatamente dalla fig. 586, si compone di un cilindro cavo, in cui è adattato un altro cilindro cavo L, il quale opera come una valvola sull'orifizio inferiore corrispondente e che racchiude esso stesso il pezzo M la cui estremità inferiore costituisce essa pure una valvola per otturare la cavità del pezzo L. Tanto questo pezzo L come la sua valvola interna M sono mobili e si possono spostare a mano a volontà facendoli girare intorno al proprio asse, presentando essi una parte filettata scorrevole entro una chiocciola fissa corrispondente.

Ora il condotto l partendo dal pezzo k va a raccordarsi col tubo l' (fig. 581, 582, 584 e 586) del distributore K e dall'appendice B' di quest'ultimo parte, in prosecuzione del foro del pezzo L, il condotto m che comunica col corpo di tromba principale B.

Se adunque vuoi che l'acqua perennemente somministrata dalle trombe sia diretta al disopra del grosso stantuffo C per operare il taglio di una sbarra di ferro, bisogna sollevare la valvola M: allora il cilindro L, essendo forato lateralmente secondo tanti piccoli buchi n che stabiliscono la comunicazione tra il condotto l' e il

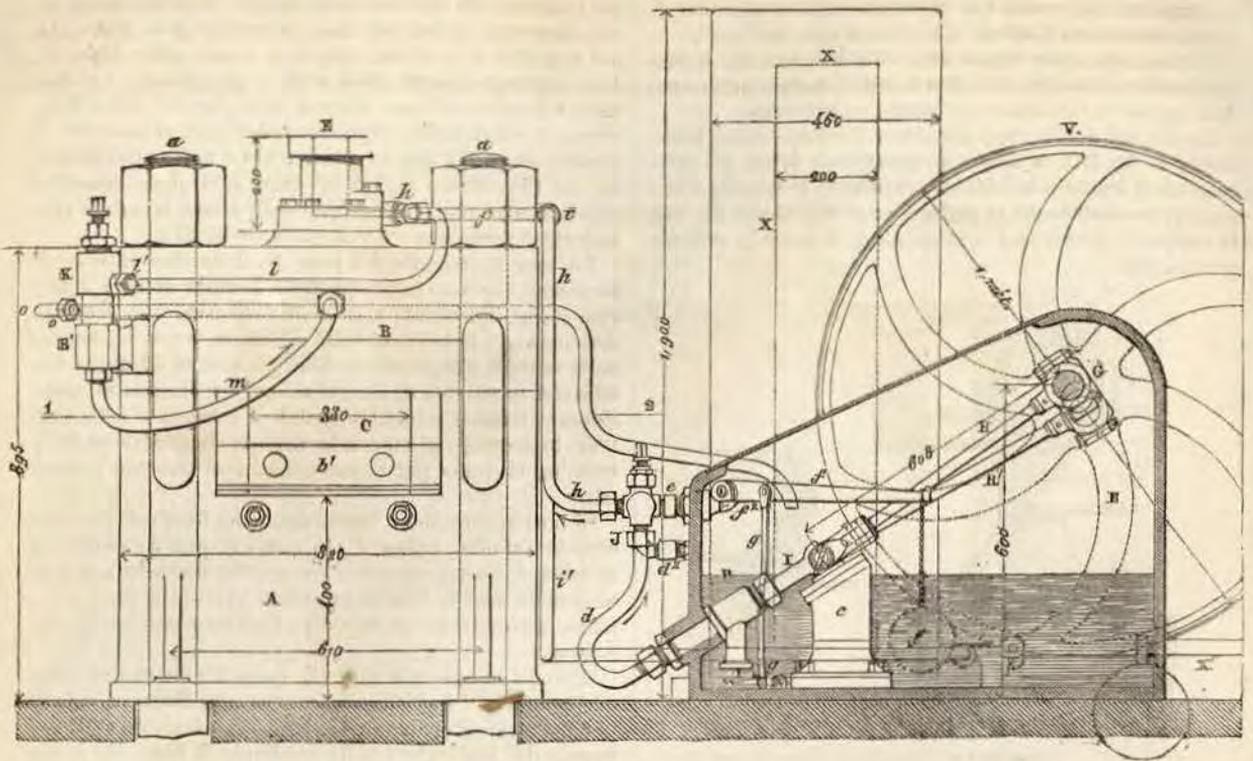


Fig. 581.

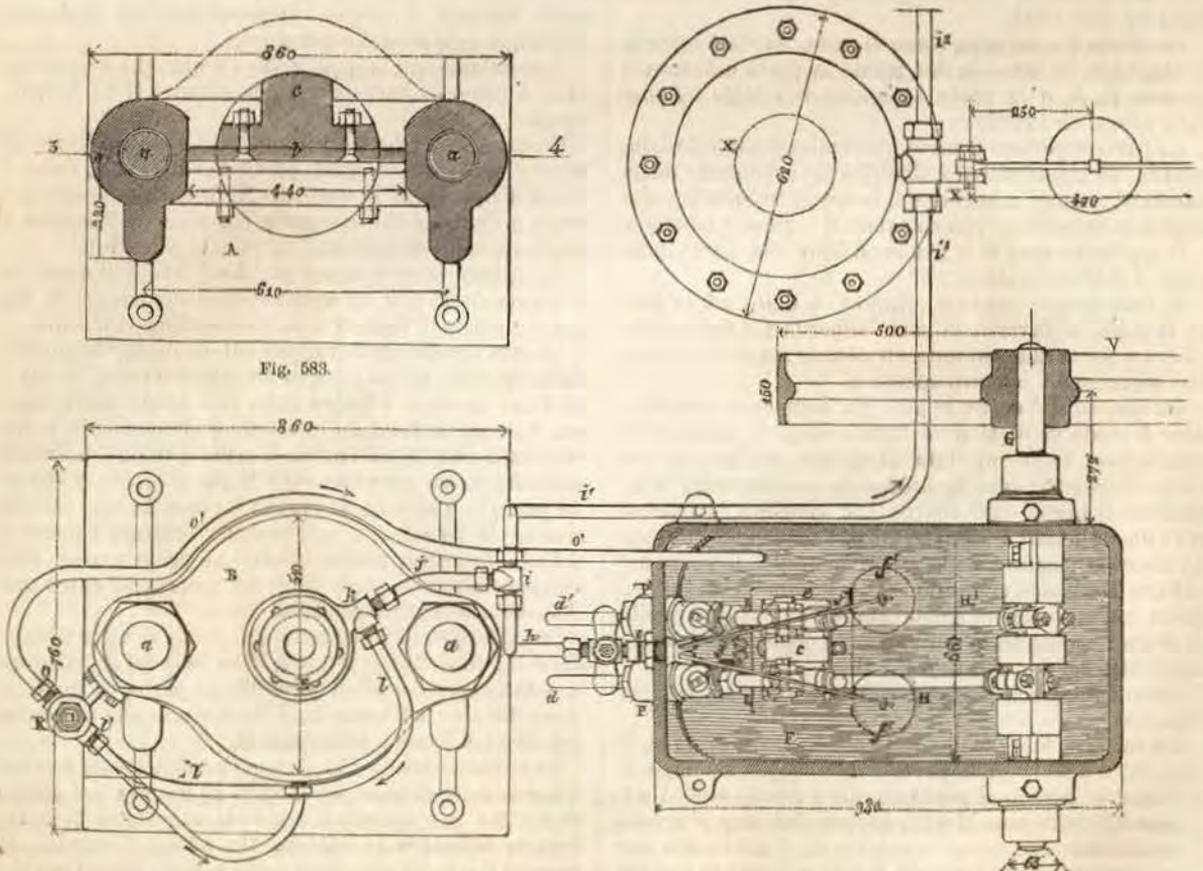


Fig. 582.

condotto *m*, avviene il passaggio dell'acqua del primo al secondo condotto e da questo al cilindro B.

Analogamente quest'acqua d'alimentazione mediante il raccordo *k* (fig. 581, 582 e 584) penetra nella camera

inferiore del piccolo stantuffo D', di guisa che il grosso stantuffo C si troverà assoggettato all'azione di due forze, una dall'alto al basso (per tacere del peso proprio dello stantuffo) eguale all'area della sua sezione trasversale

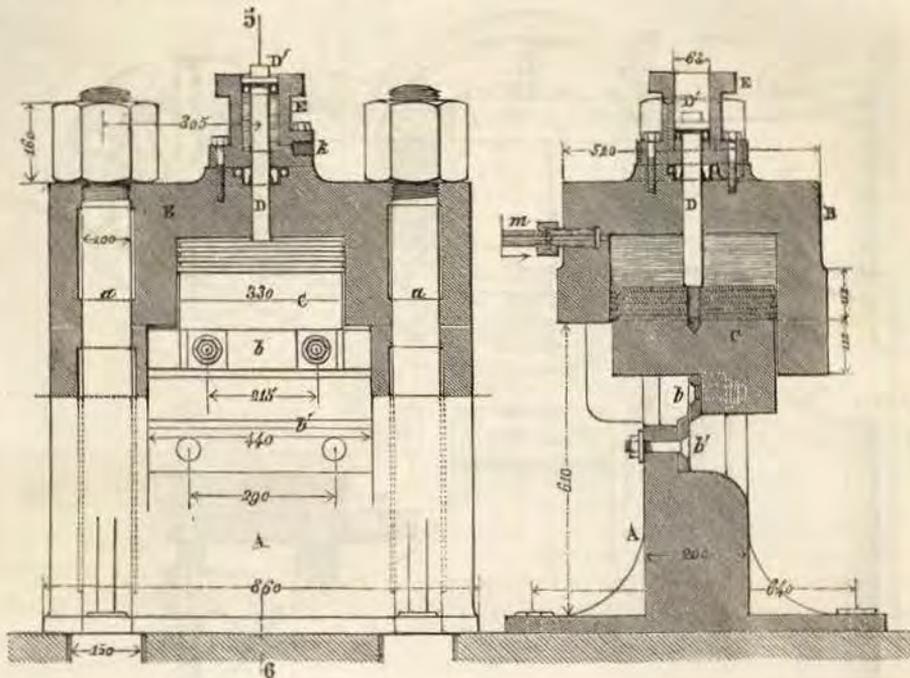


Fig. 584.

moltiplicata per la pressione unitaria dell'acqua, e l'altra dal basso all'alto eguale alla superficie anulare del piccolo stantuffo D' moltiplicata per la stessa pressione

contrario, si porta la valvola M (fig. 586) sulla sua sede, poi si solleva il cilindro L sino a che esso scopra la luce

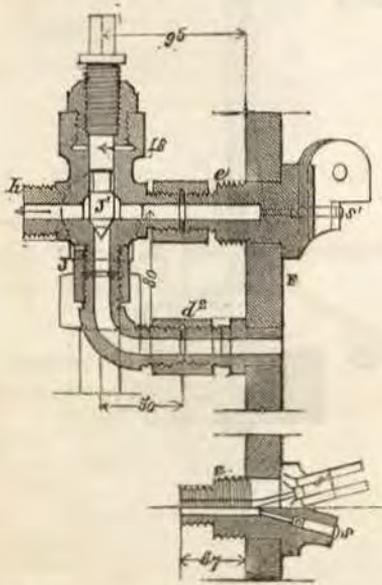


Fig. 585.

unitaria. La forza tagliente della cesoja sarà adunque eguale, approssimativamente, alla differenza di queste due forze.

Allorquando poi vuoi partecipare allo stantuffo C che porta il tagliente mobile, il movimento in senso

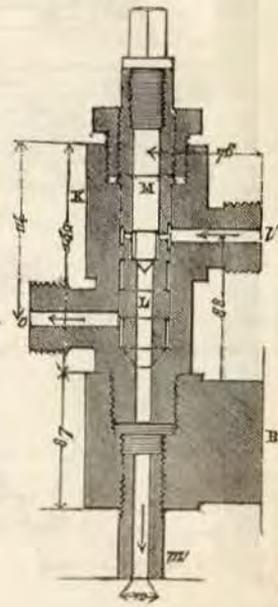


Fig. 586.

del manicotto *o* da cui parte il condotto *o'* che comunica col serbatoio dell'acqua F. Allora l'acqua alimentata dalle trombe P e P' non può più introdursi dal condotto *l'* nel condotto *m* e va quindi tutta nel cilindro E ad agire sulla faccia inferiore dello stantuffo D', e d'altra

parte stabilendosi la comunicazione tra quest'ultimo condotto *m* e il tubo *o* o l'acqua contenuta nel grosso cilindro *B* si scarica tutta nella cassa *F*.

Si è detto più innanzi che l'acqua d'alimentazione si

può condurre indifferentemente dal raccordo *i* o sulla cesoja o in una capacità *X* (fig. 581 e 582), munita di una valvola di sicurezza *X'*, il che permette, mediante un condotto *i'*, posto in prosecuzione del condotto *i'*, di

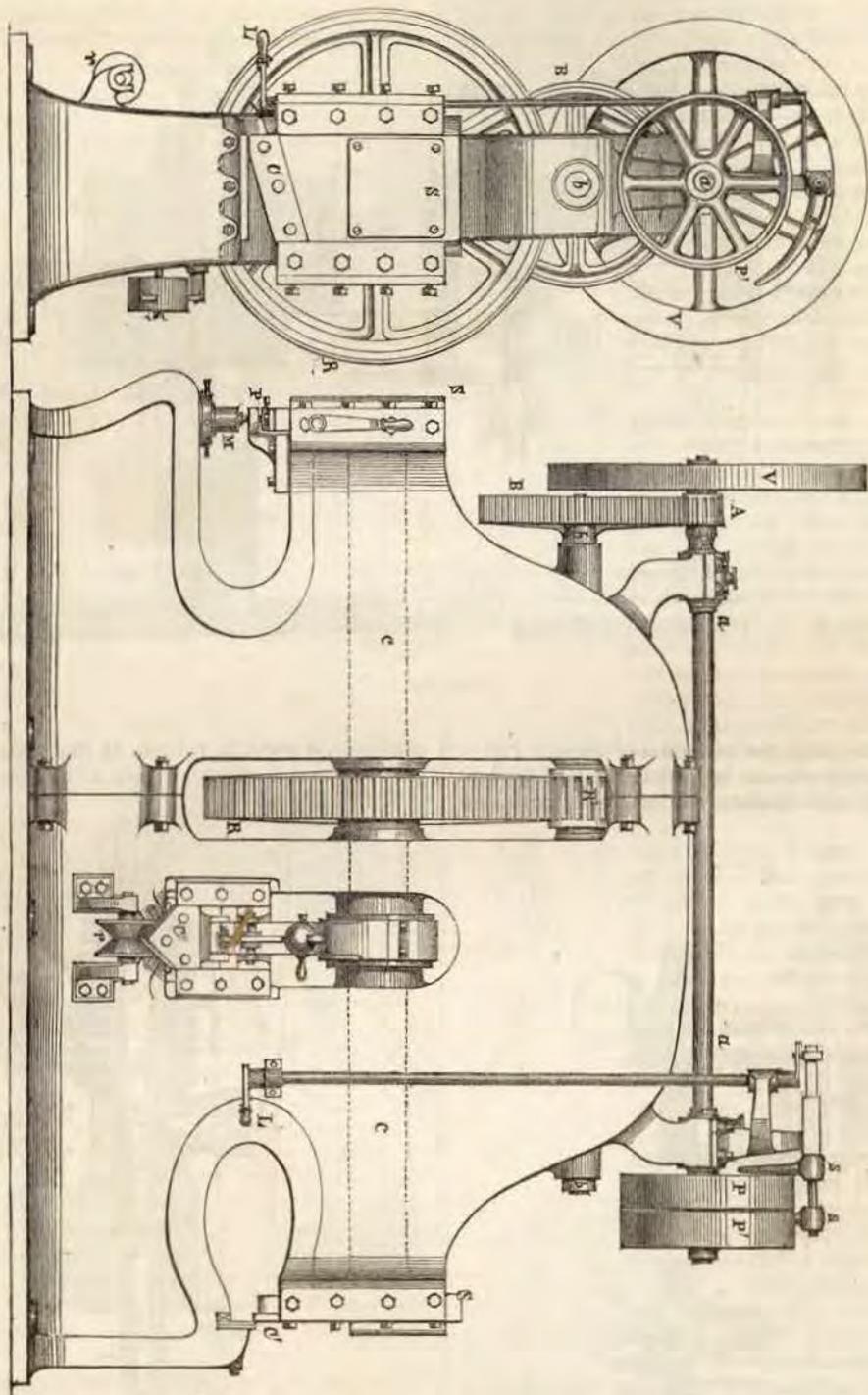


Fig. 587.

stabilire una comunicazione tra due o più cesoje che potranno per tal modo essere messe in azione simultaneamente da una stessa batteria di trombe d'alimentazione.

Cesoja parallela accoppiata ad una macchina a punzonare. — Quasi tutte le officine calderai sono provviste di macchine mosse dalla forza del vapore o

dell'acqua, colle quali non solo si possono tagliare le lamiere della forma e dimensioni volute, ma ancora praticare in esse i fori occorrenti onde poter inchiodarle mediante chiodi ribaditi e costruire caldaie a vapore, serbatoi d'acqua, ecc. ecc.

Queste macchine, assai poco diverse tra di loro, sono rappresentate nella fig. 587.

La cesoja e il punzone si trovano alle estremità opposte di un'intelajatura di ghisa in due pezzi tra loro fortemente inchiodati.

Il tagliente mobile C' è unito ad uno sdrucioiolo S ed il punzone P allo sdrucioiolo S' scorrevoli entro due custodie verticali e comandati da due eccentrici solidali coll'albero orizzontale c. Su quest'albero è calettata la ruota dentata R che imbocca col rocchetto R' fissato sull'albero b, il quale porta ancora la ruota dentata B che alla sua volta imbocca col rocchetto A calettato sull'albero a. All'albero a è pure unito il volante V della macchina.

Il tagliente fisso della cesoja e il soffice M del punzone sono uniti alla parte inferiore dell'intelajatura.

L'intelajatura presenta lateralmente, in corrispondenza della cesoja e del punzone, due incavi, i quali permettono che si tagli e si fori la lamiera ad una certa distanza dal margine.

Sulla parete superiore dell'incavo, dalla parte del punzone, è fissata una forcilla destinata a trattenere la lamiera al sollevarsi del punzone.

Lateralmente alla custodia dello sdrucioiolo S' trovasi ancora una leva colla quale si può sollevare od abbassare il porta-punzone a seconda del bisogno. Per mezzo di tale leva si può sollevare di tanto il punzone che nella sua discesa non oltrepassi la forcilla e non tocchi quindi la lamiera sottoposta.

Nella macchina rappresentata dalla fig. 587 oltre alla cesoja per le lamiere di cui si è parlato, se ne ha ancora un'altra destinata a tagliare i ferri d'angolo.

Quest'ultima, come si vede, è costituita da un tagliente fisso unito all'intelajatura e di un tagliente mobile C' entrambi di forma triangolare. Il tagliente C' scorrevole in apposite guide fissate all'intelajatura è comandato da un eccentrico solidale coll'albero c.

I ferri d'angolo che si sottopongono al taglio sono guidati e sostenuti dalla rotella r.

Il movimento alle cesoje ed al punzone si partecipa mediante una cinghia che abbraccia la puleggia P calettata sull'albero a. Si può poi arrestare il movimento conducendo la coreggia sulla puleggia folle P', producendo lo spostamento da sinistra a destra della forcilla s facendo rotare l'asta L.

Cesoja circolare (franc. *cisaille circulaire*; ingl. *rotary shears*; tedesco *Kreisschere*, *Circularschere*). — Le lamiere sottili si tagliano più facilmente e più prontamente colle cesoje circolari, di cui una d'uso assai frequente è rappresentata dalle figure 588 e 589.

Consta questa cesoja di due dischi circolari in acciaio affilati C e C' in parte sovrapposti calettati sopra due alberi orizzontali paralleli che si fanno rotare in direzione opposta intorno ai loro assi.

Il movimento ai due alberi si partecipa colla puleggia attiva P per mezzo delle ruote dentate R R', R' R''.

Gli alberi dei dischi taglianti C e C' e delle ruote dentate R, R' e R'' sono sostenuti dall'intelajatura in ghisa I e quello delle due puleggie attiva e folle P e P' dalla ruota dentata R' e del volante V dalle due mensole M' e M'' fuse coll'intelajatura. La coreggia motrice si conduce a volontà dall'una all'altra puleggia mediante la forcilla g comandata dallo scorrutojo m.

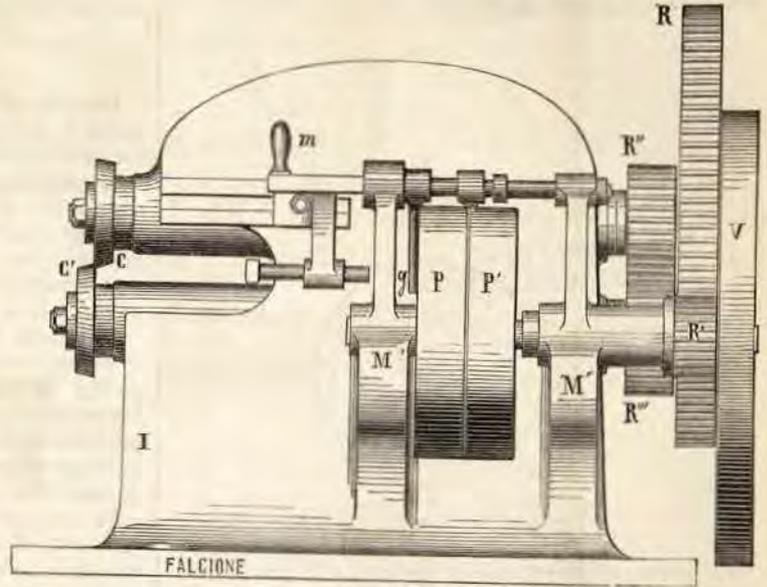


Fig. 588.

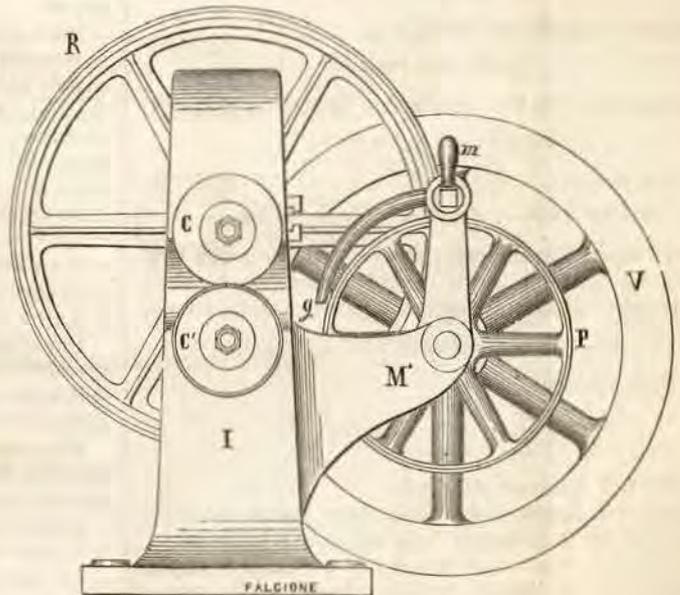


Fig. 589.

I dischi C e C' afferrando la lamiera presentata e guidata dall'operajo, rotando sempre per lo stesso verso, la tagliano in modo continuo a differenza delle cesoje a leva o parallele, le quali dovendo successivamente sollevarsi ed abbassarsi sono obbligate di interrompere alternativamente l'operazione del taglio.

Vediamo ora quale debba essere il diametro dei dischi a fronte della grossezza della lamiera da tagliarsi.

Siano (fig. 590) le circonferenze C e C' le periferie dei

due dischi taglienti, B uno dei due punti in cui esse si intersecano, e s la quantità di cui i due dischi si sovrappongono. Sia A il punto di contatto col disco superiore della lamiera di grossezza d da tagliarsi. Si congiunga il centro C col punto A e col punto B, e da A e B si conducano le tangenti alla circonferenza C. Siano α e β gli angoli che queste tangenti fanno rispettivamente colla direzione della lamiera. Questi due angoli sono rispettivamente eguali agli angoli ACC' e BCC'.

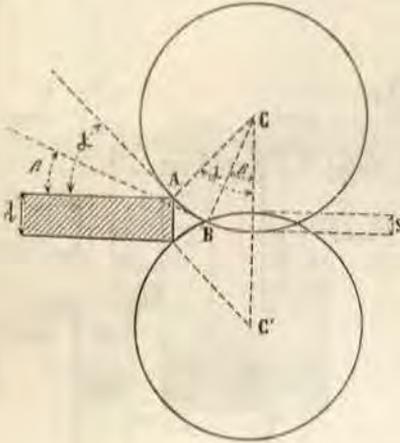


Fig. 590.

Ciò posto, si osservi che la distanza CC' tra i centri dei due dischi può essere espressa da:

$$CC' = 2r \cos \alpha + d,$$

essendo r il raggio dei dischi, e da

$$CC' = 2r \cos \beta.$$

Eguagliando tra loro queste due espressioni si ha:

$$2r \cos \alpha + d = 2r \cos \beta;$$

da cui si ricava:

$$d = 2r \cos \beta - 2r \cos \alpha = 2r (\cos \beta - \cos \alpha).$$

Ora l'esperienza dimostra che è conveniente che l'angolo α sia eguale a 10° e l'angolo β a 4° . Sostituendo questi valori nell'ultima espressione trovata, si ottiene:

$$d = 2r (\cos 4^\circ - \cos 10^\circ) = 2 \times 0,013 r$$

e in cifra rotonda

$$d = \frac{2}{77} r, \quad d = \frac{1}{77} D,$$

essendo D il diametro dei dischi.

Dunque il diametro dei dischi deve essere uguale a 77 volte circa la grossezza della lamiera da tagliarsi.

Per questa ragione le cesoje circolari non si impiegano che per le lamiere sottili, giacchè per le grosse lamiere occorrerebbe che i dischi avessero dimensioni troppo considerevoli.

Osservisi ancora che

$$s = 2r - 2r \cos \beta,$$

$$s = 2r (1 - \cos \beta).$$

Ponendo $\beta = 4^\circ$ si avrà:

$$s = 2r (1 - \cos 4^\circ),$$

$$s = \frac{1}{400} D;$$

da cui risulta che la sovrapposizione dei due dischi deve essere eguale alla quattrecentesima parte circa del loro diametro.

Suppongasi ora che $s = 0$, vale a dire che i due dischi non si sovrappongono ma siano tra loro tangenti.

Allora $\beta = 0$

$$e \quad d = 2r (1 - \cos \alpha) = 2r (1 - \cos 10^\circ) = 0,0152 D$$

$$d = \frac{1}{65} D \text{ circa.}$$

Dunque, affinché la cesoja possa tagliare da parte a parte la lamiera bisogna che il diametro dei due dischi sia eguale almeno a 65 volte la grossezza della lamiera.

A questo aggiungasi che l'angolo d'affilatura dei tagli deve essere di poco minore di quello di 90° .

I due dischi taglienti si fanno girare con una velocità angolare ragguardevole tanto maggiore quanto minore è la grossezza della lamiera da tagliarsi, velocità che varia da 50 a 100 giri al minuto primo.

Se i dischi taglienti hanno un piccolissimo diametro e si sovrappongono di poco, si possono fare con grande facilità dei tagli secondo linee di forte curvatura. Così per es. dei dischi del diametro da 4 a 5 cent. che si sovrappongono da 1 a 2 millim. sono in grado di tagliare dei pezzi circolari di lamiera che abbiano anche solo 45 mm. di diametro.

Le cesoje circolari si impiegano pure per tagliare dei pacchetti di sottilissimi fili, ed in tal caso i due dischi circolari hanno un angolo d'affilatura assai minore, variabile da 45° a 50° , e si sovrappongono di pochissimo affine di produrre il taglio netto e non lo schiacciamento dei fili.

Per i grossi fili metallici, appunto perchè rimarrebbero notevolmente schiacciati in prossimità della sezione del taglio, non si fa uso della cesoja circolare che abbiamo descritta. Si impiega in sua vece un'altra cesoja pure circolare, ma i cui due dischi presentano in prossimità della loro periferia un intaglio affilato semicircolare in cui si adatta il filo da tagliarsi. Altre volte il solo disco inferiore è munito di tale intaglio e quello superiore ha un foro circolare corrispondente al diametro del filo. Altre volte, infine, in entrambi i dischi i detti intagli sono sostituiti da due fori posti l'uno in corrispondenza dell'altro.

Più frequentemente però i fili metallici, anzichè con macchine apposite, si spezzano colle pinze se sono piccoli, colla lima, colla sega o collo scalpello se sono di considerevole grossezza.

Dimensioni comuni di fabbricazione delle lamiere e dei ferri laminati. — I ferri laminati che si trovano in commercio hanno dimensioni assai varie.

Rispetto alle loro dimensioni le lamiere si distinguono in *lamiere grosse*, *lamiere medie* e *lamierini*.

Lamiere grosse. — La grossezza varia da 4 a 24 mm.; la larghezza massima è di 2 metri; l'area massima di 6 metri quadr. circa.

Lamiere medie. — La grossezza varia da 1,5 a 4 mm.; la larghezza massima è di 1^m.30, l'area massima di 5^mq.50 circa.

Lamierini. — La grossezza varia da $\frac{1}{4}$ di millimetro a 1^m $\frac{1}{2}$; la larghezza massima è di 1^m.30; l'area massima di 3 metri quadrati.

Ecco le dimensioni delle lamiere che alcune principali fabbriche offrono al commercio, avvertendo per altro che ordinandole si possono avere delle dimensioni che si desidera.

Dimensioni delle lamiere dell'officina della Providence.

Classe	Groschezza in millim.	Dimensioni massime in metri	Osservazioni
1 ^a	2	1.00 × 2.00 o 3.00 × 0.67	La 1.a classe comprende inoltre le lamiere di 0.80 × 2.00
	3	1.10 × 2.30 3.50 × 0.72	
	4	1.00 × 2.50 4.00 × 0.75	
	5	1.25 × 2.60 4.50 × 0.75	
	6 e più	1.30 × 2.70 5.00 × 0.75	
2 ^a	2	1.05 × 2.20 o 3.50 × 0.67	
	3	1.15 × 2.45 4.00 × 0.72	
	4	1.25 × 2.65 4.50 × 0.75	
	5	1.30 × 2.85 5.00 × 0.75	
	6 e più	1.35 × 3.00 5.75 × 0.75	
3 ^a	2	1.10 × 2.40 o 4.00 × 0.67	
	3	1.20 × 2.60 4.50 × 0.72	
	4	1.30 × 2.80 5.00 × 0.75	
	5	1.35 × 3.00 5.75 × 0.75	
	6 e più	1.40 × 3.20 6.50 × 0.75	

Dimensioni correnti delle lamiere sottili fornite dall'Entrepôt Marchand di Parigi.

Qualità delle Lamiere	Dimensioni in metri
Lamiere dolci fine	0.33 × 1.30
	0.35 × 1.30
	0.38 × 1.30
	0.48 × 1.30
	0.43 × 1.30
	0.46 × 1.30
0.49 × 1.30	
Lamiere inglesi strette di secondo affinamento	0.24 × 1.30
	0.27 × 1.30
	0.30 × 1.30
Lamiere inglesi per tubi	0.33 × 1.30
	0.55 × 1.30
	0.38 × 1.30
	0.40 × 1.30
	0.43 × 1.30
	0.46 × 1.30
0.49 × 1.30	
Lamiere inglesi del commercio	0.50 per 1.60 a 1.65
	0.55 id.
	0.60 id.
	0.65 id.
	0.68 id.
	0.81 id.
	0.81 per 2.00
	0.75 id.
	0.90 id.
	1.00 id.
Lamiere delle Ardennes del Commercio	0.50 per 1.60 a 1.62
	0.55 id.
	0.60 id.
	0.65 id.
	0.68 per 1.62 a 1.65
	0.81 id.

Dimensioni correnti delle lamiere per caldaie e battelli fornite dall'Entrepôt Marchand di Parigi.

LAMIERE DI SECONDO AFFINAMENTO					
Larghezza	Lunghezza	Groschezza	Larghezza	Lunghezza	Groschezza
millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
0.70	1.65	da 1 a 5	1.20	2.00	da 7 a 10
0.70	2.30	7 10	1.20	2.20	3 6
0.75	2.30	7 10	1.30	1.65	7 10
0.80	2.00	7 10	1.30	2.00	7 10
0.80	2.30	7 10	1.30	2.30	3 10
1.00	2.00	1 5	0.70	3.00	3
1.00	2.00	6 7	0.80	2.30	3 4
1.00	2.00	8 9	0.85	2.30	10
1.00	2.00	10 11	1.15	2.04	2
1.00	2.00	12 13	1.47	1.50	5
1.00	2.00	14 15			
1.00	2.30	7 10			
1.10	1.65	7 10			
1.10	2.00	7 10			
1.15	1.65	7 10	1.17	2.27	13
1.15	2.00	7 10	1.22	2.23	13
1.15	2.30	3 6	1.23	2.27	13
1.20	1.65	7 10	0.75	2.30	13

LAMIERE MISTE

A complemento delle tavole che precedono è da aggiungersi la seguente.

Tavola del peso di ogni metro quadrato di lamiera per grossezze variabili da mill. 0.25 a mill. 20.

Groschezza	Peso del mq.	Groschezza	Peso del mq.	Groschezza	Peso del mq.
millim.	chilogr.	millim.	chilogr.	millim.	chilogr.
0.25	1.947	6	46.728	13	100.234
0.50	3.894	7	54.516	14	109.032
1	7.788	8	62.304	15	116.820
2	15.576	9	70.092	16	124.608
3	23.364	10	77.880	17	132.396
4	31.154	11	85.668	18	140.184
5	38.940	12	92.456	19	147.972
				20	155.760

I ferri tondi, quadrati, rettangolari, ecc. ecc. pigliano anch'essi varie denominazioni a seconda delle dimensioni che hanno.

Se la loro sezione è inferiore a 7 cent. quad. diconsi *ferri sottili*, se è superiore *ferri grossi*.

Essi si distinguono poi, secondo Flachet, in ferri del commercio, ferri da fucina, da fabbro, tondi e tondini, quadrucci, bandelette, verghe, ecc. come è indicato nella seguente tabella:

DENOMINAZIONE		Larghezza in millimetri	Groschezza in millimetri	Diametro	Lato
Ferri del commercio . . .	piatti	da 40 a 160	da 10 in su		
	schiacciati (franc. <i>mèplats</i>)	25 40	15 »		
	quadrati	—	—	—	da 35 a 100
Ferri di fucina da fabbro . . .	piatti	25 40	8 a 9		
	schiacciati	25 30	9 11		
	quadrati	—	—	—	19 20
Tondi e tondini (franc. <i>martinets ronds</i>)	—	—	da 10 a 100		
Quadrucci (franc. <i>carillons</i>)	—	—	—		10 20
Bandellette (franc. <i>bandelettes</i>)	15 40	5 7	—		—
Verghe (franc. <i>fenderies, verges</i>)	5 25	6 14	—		—
Ferri schiacciati per vetture (fr. <i>aplatis pour carosseries</i>)	40 70	6 in su	—		—
» per tini (franc. <i>aplatis pour cuves</i>) . . .	25 100	3 8	—		—

Le seguenti denominazioni sono adottate da parecchi costruttori:

Denominazione	Larghezza in millim.	Groschezza in millim.
Ferri da tiranti . . .	da 40 a 65	da 2 a 8
» bastardelli . . .	23 55	4 15
» da cerchi . . .	30 100	2 8
Magliette	20 110	2 4
Righe	20 45	3 7
Piattine	9 50	5 30

Un'altra denominazione più metodica stata proposta distingue le *verghe* o *lamine di ferro* ed i *piccoli ferri*. Le prime si suddividono in quadre, rotonde e piatte; quelle, del lato o diametro variabile da 40 a 70 *mm.*, queste della groschezza da 10 a 40 millim. e della larghezza da 50 a 150 millimetri.

I piccoli ferri poi si distinguono in due classi secondo che furono ricavati col martello o col laminatojo. I ferri

battuti, se quadrati, avrebbero non meno di 6 millim. di lato, se piatti da 3 a 9 millim. al massimo di larghezza, se rotondi non più di 7 millim. di diametro. I ferri laminati, detti *di cerchio*, avrebbero le dimensioni di 1 a 4 millim. sopra 30 a 80, i ferri piatti da $\frac{1}{2}$ a 1 sopra 10 a 30, i ferri quadri da 4 a 30, le *bandellette* da 2 a 6 mill. sopra 10 a 40, le verghe tonde 6 millim. al massimo.

Però tutte queste denominazioni che variano da provincia a provincia, da città a città tendono oramai a scomparire, mentre va propagandosi l'uso di indicare le verghe non altrimenti che colle dimensioni della loro sezione.

Ecco l'elenco dell'assortimento dei ferri lavorati dell'officina della *Providence* di Parigi:

Ferri tondi. — Crescono di 1 millim. in 1 millimetro da 6 a 28 e di due millim. in due millim. da 28 a 130 con eccezioni.

Ferri quadrati. — Crescono quasi senza interruzione di 1 millim. in 1 millim. da 6 a 86.

Ferri piatti. — Le loro dimensioni sono notate nello specchio seguente:

Millim. 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36 per la groschezza di 1 a 3 millim.

Millim. 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32 per la groschezza di 4 a 14 millim.

Millim. 34, 40, 42, 46, 48 per la groschezza di $1\frac{1}{2}$ a 30 millim.

Millim. 48, 50, 52, 54, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72 per la groschezza di 2 a 40 millim.

Largh.	Groschezza												
millim.	millim.												
75	da 2 a 40	90	da 2 a 45	110	da 2 a 40	140	da 3 a 40	165	da 3 a 45	250	da 7 a 40	400	da 8 a 40
80	2 45	95	2 50	115	2 40	150	3 45	180	3 45	300	8 40	450	8 40
85	2 50	100	2 50	135	3 45	160	3 45	210	3 45	355	8 40		

Dimensioni dei ferri piatti e loro peso in chilogrammi per ogni metro di lunghezza.

Larghezza in millim.	GROSSEZZA IN MILLIMETRI												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20
25	0.78	0.98	1.17	1.37	1.56	1.76	1.95	2.15	2.34	2.73	3.12	3.52	3.90
30	0.94	1.17	1.40	1.64	1.87	2.11	2.34	2.57	3.04	3.28	3.74	4.22	4.68
35	1.09	1.37	1.64	1.91	2.18	2.46	2.73	3.00	3.55	3.82	4.37	4.92	5.46
40	1.25	1.56	1.87	2.18	2.50	2.81	3.12	3.43	3.74	4.37	4.99	5.62	6.24
45	1.40	1.76	2.11	2.46	2.81	3.16	3.51	3.86	4.21	4.91	5.62	6.32	7.02
50	1.56	1.95	2.34	2.73	3.12	3.51	3.90	4.29	4.68	5.46	6.24	7.02	7.80
55	1.72	2.15	2.57	3.00	3.43	3.86	4.29	4.72	5.15	6.01	6.86	7.72	8.58
60	1.87	2.34	2.81	3.28	3.74	4.21	4.68	5.15	5.62	6.55	7.49	8.42	9.36
65	2.03	2.54	3.04	3.55	4.06	4.56	5.07	5.58	6.08	7.10	8.11	9.13	10.14
70	2.18	2.73	3.28	3.82	4.37	4.91	5.46	6.01	6.55	7.64	8.74	9.83	10.92
75	2.34	2.93	3.51	4.10	4.68	5.27	5.85	6.44	7.02	8.19	9.36	10.53	11.70
80	2.50	3.12	3.74	4.37	4.99	5.62	6.24	6.86	7.49	8.74	9.98	11.23	12.48
85	2.65	3.33	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.96	9.28	10.61	11.93	13.26
90	2.81	3.51	4.21	4.91	5.62	6.32	7.02	7.72	8.42	9.83	11.23	12.64	14.04
95	2.96	3.71	4.45	5.19	5.93	6.67	7.41	8.15	8.89	10.37	11.86	13.34	14.82
100	3.12	3.90	4.68	5.46	6.24	7.02	7.80	8.58	9.36	10.92	12.48	14.04	15.60
105	3.28	4.10	4.91	5.73	6.55	7.37	8.19	9.01	9.83	11.47	13.10	14.74	16.38
110	3.43	4.29	5.15	6.01	6.86	7.72	8.58	9.44	10.30	12.01	13.73	15.44	17.16
115	3.59	4.49	5.38	6.28	7.18	8.07	8.97	9.87	10.76	12.56	14.35	16.15	17.94
120	3.74	4.68	5.62	6.55	7.49	8.42	9.36	10.30	11.23	13.10	14.98	16.85	18.72
125	3.90	4.88	5.85	6.83	7.80	8.78	9.75	10.73	11.70	13.65	15.60	17.55	19.50
130	4.68	5.85	7.02	8.19	9.36	10.53	11.70	12.87	14.04	16.38	18.72	21.06	23.40
200	6.24	7.80	9.36	10.92	12.48	14.04	15.60	17.16	18.72	21.84	24.96	28.08	31.20
300	9.36	11.70	14.04	16.38	18.72	21.06	23.40	25.74	28.08	32.76	37.44	42.12	46.80
400	12.48	15.60	18.72	21.84	24.96	28.08	31.20	34.32	37.44	43.68	49.92	56.16	62.40
500	15.60	19.50	23.40	27.30	31.20	35.10	39.00	42.90	46.80	54.60	62.40	70.20	78.00

Dimensioni e peso dei ferri quadri e tondi.

Lato o diametro	Peso in chilogr. per ogni metro di lunghezza		Lato o diametro	Peso in chilogr. per ogni metro di lunghezza		Lato o diametro	Peso in chilogr. per ogni metro di lunghezza		Lato o diametro	Peso in chilogr. per ogni metro di lunghezza	
	Quadro	Tondo									
5	0.195	0.153	25	4.863	3.819	45	15.75	12.37	125	121.6	95.48
6	0.280	0.220	26	5.259	4.131	46	16.46	12.93	130	131.5	103.3
7	0.381	0.299	27	5.672	4.455	47	17.19	13.50	135	141.8	111.4
8	0.498	0.391	28	6.100	4.791	48	17.93	14.08	140	152.5	119.8
9	0.630	0.495	29	6.543	5.139	49	18.68	14.67	145	163.6	128.5
10	0.778	0.611	30	7.002	5.499	50	19.45	15.28	150	175.1	137.5
11	0.931	0.739	31	7.477	5.872	55	23.28	18.48	155	186.9	146.8
12	1.120	0.880	32	7.967	6.257	60	28.01	22.00	160	199.2	156.4
13	1.315	1.033	33	8.382	6.654	65	32.87	25.82	165	209.6	166.4
14	1.525	1.198	34	8.994	7.064	70	38.12	29.94	170	224.8	176.6
15	1.751	1.375	35	9.531	7.485	75	43.76	34.37	175	238.3	187.1
16	1.992	1.564	36	10.08	7.919	80	49.79	39.11	180	252.1	198.0
17	2.248	1.766	37	10.65	8.365	85	56.21	44.15	185	266.3	209.1
18	2.521	1.980	38	11.23	8.823	90	63.02	49.49	190	280.9	220.6
19	2.809	2.206	39	11.83	9.294	95	70.21	55.15	195	295.9	232.3
20	3.112	2.444	40	12.45	9.776	100	77.80	61.10	200	311.2	244.4
21	3.422	2.695	41	13.08	10.27	105	85.55	67.37	220	376.5	296.0
22	3.726	2.957	42	13.69	10.78	110	93.14	73.94	240	448.5	352.4
23	4.116	3.232	43	14.39	11.30	115	102.90	80.81			
24	4.481	3.520	44	14.90	11.83	120	112.00	88.00			

Dimensioni dei ferri ad angolo a lati eguali (fig. 591) e loro peso in chilogrammi per ogni metro di lunghezza.

$t =$	$g = 3$	4	5	6	7	8	9	10	12	15	18
20	0.90	1.21	1.46	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.97	1.35	1.64	—	—	—	—	—	—	—	—
24	1.08	1.49	1.78	2.00	—	—	—	—	—	—	—
26	1.20	1.53	1.96	2.21	2.56	—	—	—	—	—	—
28	1.30	1.67	2.14	2.42	2.79	3.10	—	—	—	—	—
30	1.40	1.81	2.28	2.63	3.02	3.38	3.68	—	—	—	—
35	1.64	1.98	2.69	3.09	3.59	4.06	4.47	—	—	—	—
40	1.87	2.14	3.10	3.55	4.08	4.74	5.26	5.56	—	—	—
45	2.11	2.29	3.49	4.01	4.65	5.42	6.05	6.45	—	—	—
50	2.36	2.45	3.90	4.47	5.22	6.10	6.84	7.34	8.36	—	—
55	—	2.60	4.29	4.93	5.79	6.78	7.63	8.23	9.48	—	—
60	—	—	4.72	5.39	6.36	7.46	8.42	9.12	10.60	12.36	—
65	—	—	5.11	5.85	6.93	8.14	9.21	10.01	11.72	13.73	15.85
70	—	—	—	6.31	7.50	8.82	10.00	10.90	12.84	15.10	17.46
75	—	—	—	6.77	8.06	9.70	10.79	11.79	13.96	16.47	19.07
80	—	—	—	—	8.63	10.38	11.58	12.68	15.08	17.84	20.68
85	—	—	—	—	9.20	11.06	12.37	13.57	16.20	19.21	22.29
90	—	—	—	—	—	11.74	13.16	14.46	17.32	20.58	23.90
95	—	—	—	—	—	12.42	13.95	15.35	18.44	21.95	25.51
100	—	—	—	—	—	—	14.74	16.24	19.56	23.32	27.12
110	—	—	—	—	—	—	15.53	17.13	20.68	24.69	27.83
120	—	—	—	—	—	—	—	18.02	21.80	26.06	30.34
130	—	—	—	—	—	—	—	18.91	22.92	27.43	31.95

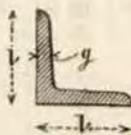


Fig. 591.

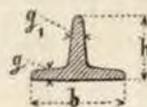


Fig. 592.

Dimensioni dei ferri ad angolo a lati disuguali e loro peso in chilogrammi per ogni metro di lunghezza.

LATI in millimetri		$g = 3$ in millim.	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16
20	30	1.10	1.44	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	40	1.33	1.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	45	—	2.22	2.73	—	—	—	—	—	—	—	—
30	60	—	—	3.32	3.90	4.53	—	—	—	—	—	—
40	60	—	—	3.71	4.40	5.08	—	—	—	—	—	—
40	80	—	—	—	5.34	6.20	7.00	—	—	—	—	—
50	75	—	—	—	—	6.40	7.30	8.10	—	—	—	—
50	100	—	—	—	—	—	8.90	10.00	10.90	—	—	—
65	100	—	—	—	—	—	—	11.00	12.10	—	—	—
65	130	—	—	—	—	—	—	—	14.40	17.10	—	—
80	120	—	—	—	—	—	—	—	14.80	17.60	—	—
80	160	—	—	—	—	—	—	—	—	21.30	24.70	—
100	150	—	—	—	—	—	—	—	—	22.30	25.80	—
100	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31.20	35.40

Dimensioni e peso dei ferri a T (fig. 592) del Creusot.

Dimensioni in millimetri				Peso per ogni metro di lunghezza	Dimensioni in millimetri				Peso per ogni metro di lunghezza
<i>h</i>	<i>b</i>	<i>g</i>	<i>g₁</i>		<i>h</i>	<i>b</i>	<i>g</i>	<i>g₁</i>	
				chilogr.				chilogr.	
25	35	3	3	1.42	40	80	8	8.04	
25	40	4	4	1.92	40	80	8	7.04	
25	40	4	6	2.24	50	40	6	3.90	
25	40	5	5	2.32	50	45	6	4.65	
30	30	4	4	1.74	50	70	6	5.80	
30	35	4	7	2.50	50	90	8	8.18	
30	30	5	6	2.32	50	120	8	11.32	
30	50	5	8	3.46	60	50	6	4.83	
35	30	5	5	2.33	60	50	6	6.53	
35	35	5	8	3.22	60	60	6	6.99	
35	35	5	10	3.69	60	120	6	9.75	
40	35	6	6	3.21	60	120	10	13.99	
40	45	6	6	3.67	70	70	10	10.09	
40	35	6	8	3.70	70	85	10	13.60	
40	40	6	10	4.42	70	90	10	13.99	
70	110	10	15	15.55	100	150	18	32.32	
70	130	10	18	18.52	110	70	15	19.18	
80	50	10	10	9.30	110	80	15	23.13	
80	80	10	15	14.35	110	100	15	24.87	
80	80	15	15	16.85	110	110	15	27.50	
80	100	10	15	15.91	120	80	15	21.48	
80	140	12	15	20.82	120	100	15	26.24	
90	80	12	18	16.30	120	120	15	26.12	
90	100	12	18	18.14	120	70	15	26.02	
90	120	12	20	21.19	120	90	18	26.76	
90	130	15	18	25.56	130	65	15	20.93	
90	150	15	20	29.04	130	70	15	25.96	
100	80	12	12	15.59	130	100	18	31.29	
100	100	12	20	22.80	130	120	15	33.54	
100	110	15	15	22.66	130	130	18	35.46	
100	130	12	20	25.59	150	130	14	39.00	
100	130	15	20	28.27					

Dimensioni e peso dei ferri a T (fig. 592), secondo il tipo normale adottato per le ferriere tedesche.

Dimensioni in millimetri			Peso per ogni metro di lunghezza	Dimensioni in millimetri			Peso per ogni metro di lunghezza
<i>h</i>	<i>b</i>	<i>g</i>		<i>h</i>	<i>b</i>	<i>g = g₁</i>	
			chilogr.				chilogr.
20	20	3	0.9	60	60	7	6.2
25	25	3.5	1.3	60	120	10	13.3
30	30	4	1.7	70	70	8	8.2
30	60	5.5	3.6	70	140	11.5	17.8
35	35	4.5	2.3	80	80	9	10.6
35	70	6	4.6	80	160	13	23.0
40	40	5	2.9	90	90	10	13.3
40	80	7	6.2	90	180	14.5	28.9
45	45	5.5	3.6	100	100	11	16.2
45	90	8	7.9	100	200	16	35.4
50	50	6	4.4	120	120	13	23.0
50	100	8.5	9.4	140	140	15	31.3

Dimensioni e peso dei ferri a doppio T (fig. 593), del Creusot, e di altre ferriere francesi.

Dimensioni in millimetri				Peso di ogni metro di lunghezza chilogr.	Dimensioni in millimetri				Peso di ogni metro di lunghezza chilogr.
<i>h</i>	<i>b</i>	<i>g</i>	<i>g₁</i>		<i>h</i>	<i>b</i>	<i>g</i>	<i>g₁</i>	
80	43	5	6	7.00	160	90	18	10	34.79
100	43	5	6	8.25	160	120	10	12.5	34.50
100	47	10	6.5	12.45	170	85	7.5	7.5	22.25
100	50	4	4	7.00	175	80	8	11	22.50
110	55	4.5	4.5	8.75	175	87	15	11	32.00
116	75	11	12	22.30	180	55	7	9	18.10
116	85	21	12	31.31	180	58	8	10	18.75
118	70	9	10	18.17	180	65	15	10	28.50
118	80	19	10	27.36	180	80	8	11	25.00
120	45	4.5	6	9.20	180	100	9	12	32.00
120	54	12.5	7	17.30	180	109	18	12	45.00
120	60	5	5	10.65	180	120	10	12.5	36.00
120	65	6.5	9	14.85	190	95	8.5	8.5	27.75
120	75	17	9	24.18	200	60	8	9	22.00
130	65	5.5	5.5	12.75	200	60	8	10.5	20.25
136	90	12	14	31.55	200	67	15	10.5	31.25
136	100	22	14	42.10	200	90	9	10.75	28.00
138	85	10	12	25.75	200	96	15	10.75	37.50
138	95	20	12	36.50	200	110	10	12	35.65
140	47	5.5	7	11.80	200	120	20	12	51.25
140	49	6	8.5	12.25	200	130	12	12.5	41.34
140	55	12	8.5	18.50	210	105	9.5	9.5	33.75
140	56	13.5	8	21.30	220	64	8.5	10	25.20
140	70	6	6	14.75	220	110	9.5	9.5	35.75
140	76	8	10	20.93	220	115	10	10	39.25
140	86	18	10	31.85	230	95	9	12	32.00
150	75	6.5	6.5	16.95	235	100	14	12	41.00
158	85	10	12	27.39	235	120	10	10	41.25
158	124	14	14	41.78	240	110	10	15	45.00
160	48	6.5	7	14.10	250	130	11	13.5	46.00
160	54	6.5	9.25	14.50	250	135	16	13.5	56.00
160	59	16	8	26.70	250	140	18	20	75.00
160	59.5	12	9.25	21.50	255	100	12	7	50.00
160	80	8	10	22.25	260	120	10	12.5	43.60
160	80	7	7	19.50	300	120	12	18	65.00

Dimensioni e peso dei ferri a doppio T (fig. 593), secondo il tipo normale adottato dalle ferriere tedesche.

Numero del tipo	Dimensioni in millimetri				Peso di ogni m. di lunghezza chilogr.	Numero del tipo	Dimensioni in millimetri				Peso di ogni metro di lunghezza chilogr.
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>g</i>	<i>g₁</i>			<i>h</i>	<i>b</i>	<i>g</i>	<i>g₁</i>	
8	80	42	3.9	5.9	6.0	23	230	102	8.4	12.6	33.5
9	90	46	4.2	6.3	7.1	24	240	106	8.7	13.1	36.2
10	100	50	4.5	6.8	8.3	26	260	113	9.4	14.1	41.9
11	110	54	4.8	7.2	9.6	28	280	117	10.1	15.2	47.9
12	120	58	5.1	7.7	11.1	30	300	125	10.8	16.2	54.1
13	130	62	5.4	8.1	12.6	32	320	131	11.5	17.3	61.0
14	140	66	5.7	8.6	14.3	34	340	137	12.2	18.3	68.0
15	150	70	6.0	9.0	16.0	36	360	143	13.0	19.5	76.1
16	160	74	6.3	9.5	17.9	38	380	149	13.7	20.5	83.9
17	170	78	6.6	9.9	19.8	40	400	155	14.4	21.6	92.3
18	180	82	6.9	10.4	21.9	42 1/2	425	163	15.3	23.0	103.7
19	190	86	7.2	10.8	24.0	45	450	170	16.2	24.3	115.2
20	100	90	7.5	11.3	26.2	47 1/2	475	178	17.1	24.6	127.6
21	210	94	7.8	11.7	28.5	50	500	185	18.0	27	140.5
22	220	98	8.1	12.2	31.0						

Dimensioni e peso dei ferri a C (fig. 593 bis), secondo il tipo normale adottato dalle ferriere tedesche.

Numero del tipo	Dimensioni in millimetri				Peso per ogni m. di lunghezza chilogr.	Numero del tipo	Dimensioni in millimetri				Peso per ogni m. di lunghezza chilogr.
	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>g</i>	<i>g₁</i>			<i>h</i>	<i>t</i>	<i>g</i>	<i>g₁</i>	
3	30	33	5	7	4.2	14	160	65	7.5	10.5	18.8
4	40	35	5	7	4.8	16	160	65	7.5	10.5	18.8
5	50	38	5	7	5.6	18	180	70	8	11	21.9
6 1/2	65	42	5.5	7.5	7.1	20	200	75	8.5	11.5	25.2
8	80	45	6	8	8.6	22	220	80	9	12.5	29.3
10	100	50	6	8.5	10.5	26	260	90	10	14	37.8
12	120	55	7	9	13.3	30	300	100	10	16	45.9

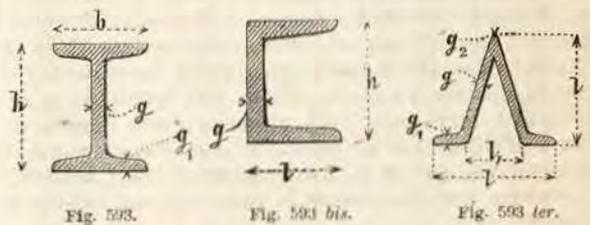
Dimensioni e peso dei ferri a C (fig. 593 bis), delle ferriere del Creusot.

Dimensioni in millimetri			Peso per ogni m. di lunghezza chilogr.	Dimensioni in millimetri			Peso per ogni m. di lunghezza chilogr.
<i>h</i>	<i>t</i>	<i>g</i>		<i>h</i>	<i>t</i>	<i>g</i>	
80	31	8	7.58	140	50	12	18.00
80	34	11	9.41	140	52	8	16.00
100	41	11	14.00	140	57	13	21.00
100	44.5	14.5	17.00	175	60	8	19.25
120	37	7	11.50	175	67	15	28.75
120	42	12	16.00	175	55	12	26.50
120	43	8	14.00	175	59	16	31.85
120	48	13	18.50	175	67	17	33.20
120	51	9	15.00	175	70	20	38.50
120	55	13	18.70	235	85	10	33.65
120	58	10	16.80	235	90	15	42.80
120	62	14	20.50	250	80	10	32.75
140	45	7	13.00	250	85	15	42.00

Dimensioni e peso dei ferri Zorè (fig. 593 ter).

DIMENSIONI IN MILLIMETRI					Peso per ogni metro di lunghezza
<i>g</i>	<i>g₁</i>	<i>g₂</i>	<i>l</i>	<i>l₁</i>	
3	4	6	60	30	4
3	5	8	80	32	6
3.5	6	9	90	38	8
4	7	10	100	44	10
4.5	8	11	110	52	12
5	8.5	12	120	58	14
5	9	13	130	58	16
5.5	9	14	140	68	18
5.5	9	15	150	74	20
6	10	16	160	89	23
7	11	18	180	99	29
8	13	20	200	98	37.50

Le lunghezze ordinarie di tutti questi ferri speciali come pure quelle dei ferri da vetro variano da 4 a 6 metri, ed eccezionalmente da 8 a 10 e più metri.



CLASSIFICAZIONE DEI FERRI E DEGLI ACCIAI.

Abbiamo visto al principio di questo articolo come sia impossibile di dare una definizione del ferro e dell'acciaio fondandosi esclusivamente sulla loro composizione chimica. Ebbene, dobbiamo ora aggiungere come la composizione chimica del metallo non possa nemmeno servire di base ad una classificazione pratica e razionale dei ferri e degli acciai.

Ed infatti, si sa, è vero, che dal tenore di carbonio dipende la proprietà della malleabilità, della fusibilità e della gettabilità del metallo, si sa quale sia la singola influenza che esercitano sopra di esso il silicio, il manganese, il fosforo, il solfo, il tungsteno, ecc. ma dal quantitativo di tutti questi elementi, vale a dire dalla composizione chimica del metallo, non sarebbe poi possibile di dedurre in modo sufficientemente esatto le sue speciali attitudini e il suo modo di comportarsi nelle applicazioni.

A questo aggiungasi che, ammesso pure che una classificazione basata sulla composizione del metallo potesse dare dei risultati soddisfacenti, essa enterebbe difficilmente nel dominio della pratica giornaliera dell'industria, richiedendo analisi quantitative assai delicate e laboriose quali sono quelle occorrenti a determinare la piccola quantità di carbonio e le tenui tracce di silicio, fosforo, ecc. che si riscontrano nel metallo.

Per questo, onde classificare in modo pratico i ferri e gli acciai è uopo ricorrere agli elementi della loro resistenza, i quali soli possono dare delle informazioni precise intorno al loro valore.

Però i soli elementi della resistenza alla trazione, carico di rottura per mmq. e allungamento proporzionale, sarebbero insufficienti al bisogno. Ed invero i ferri e gli acciai ricchi di fosforo o di silicio, per es., mentre presentano una grande tenacità agli sforzi di trazione progressivi ed in certi casi una grande duttilità, sono poi fragilissimi all'urto, come provarono indiscutibilmente numerose esperienze, tra le quali citeremo quelle state

fatte a cura del *Comptoir des forges suédois Jern Kontor* dal sig. Dellavick, sotto la direzione dei signori Didron, Westmann e Armstrong. Ora, tali ferri, che non sono certamente i migliori e che in certi casi sarebbero affatto inservibili, avrebbero invece un grande valore secondo una classificazione fondata esclusivamente sugli elementi della resistenza alla trazione.

Adunque per classificare razionalmente i ferri e gli acciai convien tener conto non solo degli elementi della loro resistenza alla trazione, ma eziandio di quelli della loro resistenza all'urto, come è stato luminosamente dimostrato in una relazione ricca di dati preziosi stata pubblicata nel 1878 a Stoccolma dal prefato *Comptoir Jern Kontor*.

Ma oltre alle prove alla resistenza alla trazione ed all'urto, per classificare i ferri e gli acciai è utile in certi casi fare delle altre prove onde riconoscere la resistenza del metallo sotto l'azione di sforzi reiterati di tensione, flessione, torsione, urto. Tali sforzi, i quali, se agissero isolatamente sarebbero incapaci di vincere la resistenza del metallo, ripetuti un numero conveniente di volte, finiscono talvolta per alterarla, come ha dimostrato il Wöhler co' suoi interessanti esperimenti. Le dette prove, che da qualche tempo si sogliono fare specialmente in Germania, sono assai utili, poichè rivelano il modo di comportarsi del metallo nel suo impiego e danno una misura approssimativa della sua resistenza alle vibrazioni.

Sin qui per riconoscere la resistenza del metallo a freddo.

Ma quando il metallo prodotto non potrà essere direttamente applicato ma dovrà ancora essere fucinato, vale a dire fortemente riscaldato e poi lavorato o al martello o al maglio, bisognerà anche sperimentarlo a caldo, giacchè ci sono dei ferri i quali danno dei buoni risultati alla trazione ed all'urto, e sono poi poco adatti ad essere lavorati a caldo.

Queste prove consistono generalmente nel riscaldare fortemente il metallo e nell'imbottirlo battendolo col martello sopra una spina, o nel contorcendolo in mille guise. Il metallo sarà tanto più adatto ad esser lavorato a caldo quanto minori saranno gli indizii di rottura che esso presenterà dopo essere stato tormentato e provocato in tutte le sue parti.

Un altro esperimento per riconoscere la resistenza a caldo che si fa generalmente nelle ferriere consiste nel praticare con un ponzone due fori consecutivi nel campione di prova preventivamente riscaldato al calor bianco. Se il metallo è di buona qualità non deve presentare sensibili fenditure durante tale operazione.

Per le sbarre di ferro quadrate la prova a caldo consiste generalmente nello scaldarne una o più al calor bianco ad una estremità, nel praticare quindi una fenditura longitudinale nella parte riscaldata e nel ripiegare per ultimo ad angolo retto colla direzione della sbarra le due parti divise dalla fenditura. Se durante quest'ultima operazione la detta fenditura non si prolunga, il materiale si ritiene di buona qualità.

Tra le prove che si eseguono nelle ferriere allo scopo di saggiare le qualità del metallo dobbiamo ancora accennare alle prove di piegatura a freddo. Consistono esse nel piegare i campioni di prova del metallo sotto reiterati colpi di martello. Quanto minore è l'angolo di piegatura che si può raggiungere senza che il metallo presenti indizii di rottura, e tanto migliore si ritiene la qualità del ferro.

Queste prove a freddo però sono superflue quando già si conoscono i risultati della resistenza alla trazione ed all'urto. Esse possono tornar utili nelle ferriere in certi casi speciali, quando si vogliono avere delle indicazioni appena approssimative sulle qualità del metallo. Dunque, riassumendo il sin qui detto, onde stabilire una classificazione razionale e pratica dei ferri e degli acciai è indispensabile sperimentarli alla trazione ed all'urto, e inoltre nel caso che essi debbano in seguito essere fucinati, anche alla lavorazione a caldo.

Gli esperimenti alla trazione dimostrano quale sia l'attitudine del metallo a resistere a sforzi che tendono a deformarlo, e a deformarsi sotto sforzi determinati, mentre le prove all'urto e di fucinatura a caldo ne rivelano poi il grado di fragilità a freddo ed a caldo.

Ciò premesso, vediamo ora quali siano le principali classificazioni state adottate.

Classificazione dei ferri. — Il Creusot classifica i ferri in sette categorie, di cui ecco gli elementi della resistenza.

ELEMENTI DELLA RESISTENZA	NUMERO DI CLASSIFICAZIONE						
	1	2	3	4	5	6	7
Carico di rottura in chilogr. per millim. quadr.	41	37.8	38	38.5	38.6	38.75	39.2
Allungamento proporzionale per %	10	15	18	21.5	25	29	34
Restringimento della sezione o rapporto tra la sezione primitiva e la sezione di rottura . .	0.800	0.680	0.630	0.575	0.524	0.462	0.350
Coefficiente di qualità a caldo	40	50	60	70	80	90	100

Le barrette di prova hanno 200 mmq. di sezione; l'allungamento è misurato su 100 millim. di lunghezza. Il coefficiente di qualità a caldo è dedotto da esperienze di piegamento a caldo.

L'impiego abituale di queste differenti qualità di ferro è il seguente:

N. 1, rotaje; n. 2, ferro commerciale; n. 3, ferro da

maniscalco (*fer maréchal*); n. 4, chivarde e chiodi; n. 5, lavori da calderajo e chincaglieria; n. 6, parti di macchine; n. 7, pezzi eccezionali.

La *Société des forges et aciérie de Saint-Etienne* distingue il ferro a *grana* dal ferro a *nerve* e classifica ciascuno di essi nelle seguenti categorie:

FERRO A GRANA			FERRO A NERVI		
Numero di classificaz.	Carico di rottura per mill. quad.	Allungamento per 100	Numero di classificaz.	Carico di rottura per mill. quad.	Allungamento per 100
	chlogr.			chlogr.	
1	28 a 30	0	1	20 a 28	2
2	30 32	3	2	28 30	5
3	31 33	6	3	29 31	9
4	33 35	10	4	31 33	13
5	34 36	11	5	32 34	15
6	34 36	12	6	32 35	16
7	35 37	12	7	33 36	18

La Società ferroviaria *Paris-Lyon-Méditerranée* distingue generalmente, ne' suoi Capitolati d'onori, i ferri nelle seguenti quattro qualità :

INDICAZIONE DEI FERRI	Carico di rottura	Allungamento per 100
Ferro di 1 ^a qualità detto ferro fino al carbone di legna (<i>fer fin au bois</i>)	38	25
Ferro di 2 ^a qualità detto ferro forte superiore (<i>fer fort supérieur</i>)	37	23
Ferro di 3 ^a qualità detto ferro forte (<i>fer fort</i>)	35	18
Ferro di 4 ^a qualità detto ferro ordinario (<i>fer ordinaire</i>)	33	12

A riguardo dei ferri inglesi, il Whitworth, che ha esperimentato quelli delle principali provenienze, ci dà i seguenti risultati medii:

DENOMINAZIONE DEL FERRO	Resistenza alla rottura per mm. q.	Allungamento per cento	Osservazioni.
Ferro di Yorkshire	43.2	32	Gli esperimenti si fecero su barrette di prova di 31 millimetri di diametro e di 50 millimetri di lunghezza.
Ferro di Low-Moor	39.8	40.5	
Ferro Northamptonshire	39.9	30.4	
Ferro di Straffordshire	36.10	30.2	
Ferro di Dudleyword	37.9	31	

I ferri al carbone di legna impiegati dalla *Staatsbahn*, provenienti dalle ferriere di Reschitza, danno i seguenti risultati:

DENOMINAZIONE DEL FERRO	Carico di rottura per mm. q.	Carico al limite d'elasticità	Allungamento per cento	Modulo d'elasticità	Osservazioni.
	chlogr.	chlogr.			
Ferro a nervi	37	10.30	21.6	22130	Gli esperimenti si fecero su barrette di prova di 25 millimetri di diametro e 400 millimetri di lunghezza. Gli allungamenti si misurarono su 15 centimetri di lunghezza.
Ferro a grana	41	4.60	27.9	20550	

Classificazione degli acciai. — Il Whitworth classifica nel modo seguente i suoi acciai ottenuti sotto pressione:

Colore scelto arbitrariamente per designare i gruppi	Carico di rottura per mm. q.	Allungamento corrispondente P. 7 ^a	Osservazioni
	chlogr.		
Rosso	64 »	32	Gli allungamenti sono misurati su 50 millim. di lunghezza. In ciascun gruppo il num. 1 corrisponde al metallo più duttile, il n. 3 a quello meno duttile.
Azzurro	76.7	24	
Bruno	92.7	17	
Giallo	108.8	10	
Legna speciale di tungsteno	115.2	14	

Secondo il Whitworth la *serie rossa del metallo* è da impiegarsi per assi, caldaje, aste, bottoni di manovelle, cilindri di torchi idraulici, manovelle per locomotive e macchine marine, alberi d'elici, chiodi, cerchioni per ruote di locomotive e veicoli, accessori d'artiglieria, corpi di cannoni, galleggianti per torpedini, carrelli per eserciti di terra e di mare, ecc.; la *serie azzurra*, per guerniture di cilindri di macchine marine, assi, alberi, giunti, mandrini di tornii, alberi di macchine a forare, chiavette, alberi per cesoje e macchine a punzonare, colonne di torchi idraulici, grandi stampi, utensili per macchine a forare, martelli, cerchi e perni di pezzi di artiglieria ecc.; la *serie bruna*, per utensili da torni e pialle, utensili da taglio, utensili per trapani e macchine a punzonare, cuscinetti e guerniture, piccoli stampi, cesoje a freddo, utensili da filettare, cilindri di laminatoi, obici per corazze ecc.; la *serie gialla*, per utensili da allisciare (*aléser*), ripassare, spianare, piallare e tornire ecc. La lega di tungsteno è destinata ad usi speciali.

La ferriera di Reschitza, di proprietà della *Staatsbahn*, classifica nel seguente modo i suoi acciai Siemens-Martin:

NUMERO DI CLASSIFICAZIONE		Carico di rottura per mm. q.	Allungamento p. %	Ossezzazioni
Acciajo Martin del grado di durezza N° 2		Chlogr. 75	—	L' allungamento è misurato sulla lunghezza di 150 millim.
Id.	id. » 3	75	0, 94	
Id.	id. » 4	60	22	
Id.	id. » 5	55	21, 7	
Id.	id. » 6	47	26, 5	
Id.	id. » 7	45	27	

La Società John Cockerill di Seraing ha adottata la seguente classificazione per i suoi acciai.

INDICAZIONE DEGLI ACCIAI	Tenore di carbonio p. %	Carico di rottura	Allungamento p. %	Ossezzazioni
1ª Classe — Acciajo dolceissimo.	0. 05 a 0. 20	40 a 50	27 a 20	Questi acciai si saldano e non si temperano.
2ª Classe — Acciajo dolce	0. 20 a 0. 35	50 a 60	20 a 15	Questi acciai si saldano poco e si temperano poco.
3ª Classe — Acciajo duro.	0. 35 a 0. 50	60 a 70	15 a 10	Questi acciai non si saldano ma assumono la tempera.
4ª Classe — Acciajo durissimo.	0. 50 a 1. 65	70 a 80	10 a 5	Questi acciai non si saldano e assumono fortemente la tempera.
				Gli allungamenti sono misurati su 200 millim. di lunghezza.

Questi acciai, secondo la prefata Società, hanno i seguenti impieghi:

1ª Classe. — Lamiere di caldaie, di navi, di ponti, cerchi di cannoni, fili d'acciajo, oggetti stampati, ecc. In generale sostituiscono i ferri di Svezia.

2ª Classe. — Assi di veicoli e di locomotive, cerchi, rotaje, canne da fucile, pezzi di armi, grossi cannoni, organi meccanici sottoposti a grandi sforzi di flessione e di torsione.

3ª Classe. — Rotaje, cerchi speciali, molle da veicoli e da locomotive, arme bianche, scorritoi e altri organi di macchine sottoposti all'attrito, fusi per filatura, martelli, ecc.

4ª Classe. — Molle fine, lime, frese, seghe, utensili, taglienti diversi.

Classificazione dei ferri speciali. — L'Amministrazione delle strade ferrate dell'Alta Italia classifica in tre categorie i ferri speciali ad angolo, ad U, a T, a doppio T, i manocorrenti, ecc. che si impiegano per le locomotive e i veicoli: in ferri del N. V, ferri del N. VI e ferri del N. VII.

I ferri del N. V debbono presentare alla rottura per trazione una resistenza di 32 kg. per mmq. della sezione primitiva con un allungamento corrispondente del 10 %; quelli del N. VI la resistenza di 33 kg. e l'allungamento corrispondente del 15 % almeno; e infine quelli del N. VII la resistenza di 35 kg. e l'allungamento del 20 %.

I ferri del N. VII, specialmente quelli ad angolo, debbono potersi piegare a caldo secondo curve a doppia curvatura e aprirsi di 145°, senza che si manifestino strie o altri difetti.

I ferri di tutte tre le categorie debbono poi essere saldabili con se stessi.

I ferri del N. VII si impiegano per fare anelli di congiunzione tra il duomo e il corpo cilindrico delle locomotive, tra la caldaia e la cassa a fumo, ecc.; quelli del N. VI per i telai delle locomotive, le porte delle casse a fumo, i generatoi, la cassa d'acqua dei *tenders*, ecc.; quelli infine del N. V per le croci di Sant'Andrea, montanti, rotaje, guide delle boccole, ecc. ecc. dei veicoli.

La marina francese distingue i ferri ad angolo, a T ed a doppio T nelle seguenti categorie:

DENOMINAZIONE DEI FERRI SPECIALI	Carico con cui si comincia la trazione	Carico di rottura	Allungamento corrispondente per %	Ossezzazioni.
Ferri ad angolo ordinari (<i>cornières ordinaires</i>)	chlogr. 30	chlogr. 34	9	Le barrette di prova sono ricavate dalle ali dei ferri ad angolo e dalle pareti verticali o trasversali dei ferri a T nel senso della laminazione. Esse debbono avere la grossezza dei ferri speciali da cui provengono, e la larghezza di 30 millimetri per i ferri ad angolo aventi più di 50 millimetri di lato, e di 20 millimetri per tutti quelli di lato minore. Per i ferri a T e a doppio T la larghezza è di 30 millimetri per tutte le pareti aventi più di 5 millimetri di grossezza, e di 20 millimetri per tutte quelle di grossezza minore.
Ferri ad angolo superiori (<i>cornières supérieures</i>)	32	35	12	
Ferri a T e a doppio T, di qualità comune (<i>qualité commune</i>)	28	32	6	
Ferri a T di qualità ordinaria (<i>de qualité ordinaire</i>)	30	34	9	

Tutti questi ferri, eccettuati solo quelli a T e a doppio T di qualità comune, debbono ancora soddisfare a determinate prove di lavorazione a caldo.

La *Shelton Car Iron C.* fabbrica dei ferri ad angolo che danno i seguenti risultati alla trazione:

- Resistenza alla trazione per mm. q. chil. 37
- Allungamento per $\frac{1}{100}$ » 28.1
- Riduzione della sezione p. $\frac{1}{100}$ » 31.2

Classificazione delle lamiere di ferro. — La classificazione delle lamiere adottata dall'Amministrazione delle strade ferrate dell'Alta Italia comprende sette categorie. Queste categorie sono distinte nell'ordine seguente, corrispondente alla graduazione ascendente della loro rispettiva resistenza alla trazione e alla piegatura a freddo.

RESISTENZE ED ALLUNGAMENTI ALLA TRAZIONE, ANGOLI E RAGGI DI PIEGATURA A FREDDO.		Lamiera del N. I	Lamiera del N. II	Lamiera del N. III	Lamiera del N. IV	Lamiera del N. V	Lamiera del N. VI	Lamiera del N. VII
Resistenza alla trazione in chilogr. per mill. q. della sezione primitiva	in direzione longitud.	28	32	33	33.5	34	35	36
	» trasvers.	24	28	28	28	29	32	34
Allungamento per $\frac{1}{100}$ corrispondente misurato su 200 mill. di lunghezza	in direzione longitud.	4	5	8	12	15	18	20
	» trasvers.	2	3.5	5	8	10	13	15
Angolo di piegatura a freddo per 5 mill. di grossezza e meno misurato internamente	in direzione longitud.	—	100°	80°	55°	50°	45°	40°
	» trasvers.	—	150°	100°	75°	70°	70°	60°
Angolo di piegatura a freddo da 6 a 10 mill. di grossezza misurato internamente	in direzione longitud.	—	135°	120°	90°	65°	55°	50°
	» trasvers.	—	165°	160°	120°	90°	75°	65°
Angolo di piegatura a freddo da 11 a 15 mill. di grossezza misurato internamente	in direzione longitud.	—	160°	150°	120°	100°	90°	60°
	» trasvers.	—	170°	165°	140°	130°	120°	70°
Angolo di piegatura a freddo da 16 a 20 mill. di grossezza misurato internamente	in direzione longitud.	—	175°	160°	150°	140°	130°	90°
	» trasvers.	—	175°	170°	160°	160°	150°	120°
Angolo di piegatura a freddo da 21 a 25 mill. e più di grossezza misurato internamente	in direzione longitud.	—	175°	170°	160°	150°	150°	135°
	» trasvers.	—	175°	175°	170°	165°	160°	150°
Raggio interno della piegatura eguale alla grossezza della lamiera sperimentata moltiplicata per		—	3	2.5	2	2	1.5	1.5

Alla classificazione vanno aggiunte le seguenti avvertenze. — In generale, nei saggi alla trazione, la resistenza della lamiera al disotto dei limiti prescritti dovrà essere compensata da un aumento proporzionale dell'allungamento corrispondente alla rottura.

I saggi di piegatura a freddo saranno rigorosamente richiesti per le lamiere di qualità superiore comprese nelle categorie dal N. V al N. VII inclusivamente.

Le lamiere dovranno piegarsi senza rompersi sino a che abbiano raggiunto l'angolo medio di piegatura indicato. Nel caso però in cui la grossezza essendo assai grande vi fosse separazione parziale del metallo esternamente all'angolo richiesto, la rottura dovrà presentare una tessitura fibrosa ben pronunciata e resistentissima.

La piegatura a freddo si otterrà per mezzo di incudini speciali cogli orli leggermente arrotondati. — Oltre ai saggi alla trazione e di piegatura a freddo, le lamiere, a seconda dell'uso cui sono destinate, potranno essere sottomesse alle seguenti prove di lavorazione a caldo.

Lamiera del N. I — Nessuna prova.

Lamiera del N. II — Incurvatura secondo un circolo avente un diametro eguale a 25 volte la grossezza della lamiera.

Lamiera del N. III — Imbottitura la cui freccia sia eguale a 5 volte la grossezza della lamiera, il diametro della parte imbottita essendo eguale a 30 volte questa stessa grossezza.

Lamiera del N. IV e V — Imbottitura la cui freccia sia eguale a 10 volte la grossezza della lamiera, il diametro della parte imbottita essendo eguale a 30 volte questa medesima grossezza.

Lamiera del N. VI e VII e della qualità detta Low-moor — Imbottitura la cui freccia sia eguale da 12 a 13 volte la grossezza della lamiera, il diametro della parte imbottita essendo eguale a 30 volte questa stessa grossezza.

Oltre a ciò le lamiere portate al calor rosso vivo potranno essere fucinate, distese e lavorate come ferro in barra, senza che debbano presentare indizi di separazione e addoppiature, nello stesso modo che dovranno potersi imbottire nelle condizioni accennate, senza che presentino alcun difetto.

In Francia le lamiere di ferro sono generalmente classificate in sei categorie. Ecco, per esempio, la classificazione del Creusot:

ELEMENTI DELLA RESISTENZA	Lamiera del N. 2	Lamiera del N. 3	Lamiera del N. 4	Lamiera del N. 5	Lamiera del N. 6*	Lamiera del N. 7	Osservazione
Carico di rottura per millimetro quadrato della sezione primitiva chilogr.	33.2	33.7	34.7	34.8	35.6	36.7	Le barre di prova sono ricavate da lamiera di metri 1.000 di larghezza e di m. 2.500 di lunghezza su 10 a 12 mm. di grossezza, nella direzione della laminazione.
Allungamento permanente al momento della rottura per $\frac{1}{100}$	6.5	10	14.6	18.2	22	26.5	
Restringimento (<i>striction</i>) o rapporto tra la sezione di rottura e la sezione primitiva .	0.940	0.895	0.847	0.808	0.740	0.665	

Citeremo ancora la seguente classificazione delle lamiere della *Société des Forges de Denain et Anzin*.

ELEMENTI DELLA RESISTENZA	Lamiere del Num. 2	Lamiere del Num. 3	Lamiere del Num. 4	Lamiere del Num. 5	Lamiere del Num. 6	Lamiere del Num. 7
Resistenza alla rottura per mm. q. in direzione longitudinale . . . chilogr.	30	30	33	35	36	37
Resistenza alla rottura per mm. q. in direzione trasversale	26	27	28	32	33	35
Allungamento corrispondente per % in direzione longitudinale	3	5	8	12	18	20
Allungamento corrispondente per % in direzione trasversale	—	2	4	7	9.5	12

La Marina francese classifica le lamiere sulle seguenti quattro categorie:

1ª Categoria — *Lamiere comuni (tôles communes)*. — Denominazione commerciale: *lamiere comuni migliorate (tôles communes améliorées)*.

2ª Categoria — *Lamiere ordinarie (tôles ordinaires)*. — Denominazione commerciale: *ferri forti (fers forts)*.

3ª Categoria — *Lamiere superiori (tôles supérieures)*. — Denominazione commerciale: *ferri forti superiori (fers forts supérieurs)*.

4ª Categoria — *Lamiere fine*. — Denominazione commerciale: *lamiere al carbone di legna (tôles forgées, tôles au bois)*.

Gli elementi della resistenza di queste diverse categorie di lamiere sono i seguenti:

ELEMENTI DELLA RESISTENZA	Numero delle categorie				Osservazione
	N. 1	N. 2	N. 3	N. 4	
Carico di rottura medio per millimetro quadrato nella direzione che dà la minore resistenza chilogr.	28	31	32	35	Per le lamiere del N. 4 è tollerata una deficienza non maggiore però di 3 chilogr. nella resistenza purchè essa sia compensata da un eccedente d'allungamento dell'1.5 per % per ogni chilogr. in meno.
Allungamento medio corrispondente p. % .	3.5	5	7	10	
Carico di rottura minimo per una prova isolata	25	28	29	30	
Allungamento minimo corrispondente p. %	2.5	4	5.5	7.5	

Allorquando le lamiere sono delle bande di più di 5 m. di lunghezza e di meno di 0.50 di larghezza, gli elementi della resistenza, sempre secondo la Marina francese, sono i seguenti:

ELEMENTI DELLA RESISTENZA	Numero delle categorie		Osservazione
	N. 1	N. 2	
Carico di rottura medio per millimetro quadrato in direzione longitudinale chilogr.	32	34	La Marina francese non ha per queste lamiere la 3.a e la 4.a categoria.
Carico di rottura medio per millimetro quadrato in direzione trasversale	26	28	
Allungamento medio corrispondente per % in direzione longitudinale	6	9	
Allungamento medio corrispondente per % in direzione trasversale	2.5	3.5	

A questa classificazione vanno aggiunte le norme seguenti a riguardo dell'esecuzione delle prove:

Si faranno separatamente i risultati medii della resistenza e dell'allungamento ottenuti tanto nella direzione

della laminazione quanto nella direzione normale, con cinque prove almeno in ciascuna direzione.

Per i saggi si ricaveranno delle barrette di prova da un certo numero di lamiere prese a caso in ciascuna

fornitura ed avendo cura di sperimentare per ciascuna lamiera un numero di barrette eguale nel senso della laminazione e in quello perpendicolare. Queste barrette saranno conformate in modo da avere per sezione di rottura un rettangolo, di cui uno dei lati abbia 30 millimetri di larghezza, e l'altro sia eguale alla grossezza della lamiera; ad eccezione però delle lamiere sottili di grossezza inferiore a 5 millim., per le quali la larghezza delle barrette di prova sarà ridotta a 20 millim. La lunghezza della parte prismatica sottoposta alla trazione sarà in ogni caso di 200 millim.

Queste barrette, per mezzo di pesi i quali agiscono direttamente o mediante leve accuratamente tarate, saranno sottoposte a sforzi di trazione crescenti sino a che abbia luogo la rottura.

Il carico iniziale sarà calcolato in modo da produrre uno sforzo di trazione di

25 kg. per mm q. per le lamiere di 1ª categoria	
28 » » » » » 2ª »	
29 » » » » » 3ª »	
29 » » » » » 4ª »	

Questo primo carico si lascerà agire per cinque minuti. I carichi addizionali saranno in seguito aggiunti ad intervalli di tempo sensibilmente eguali e di un minuto circa. Essi saranno calcolati quanto più approssimativamente permetterà la divisione dei pesi in uso in ragione di 1/4 di kg. di trazione per mmq. di sezione. Si noterà per ciascun carico l'allungamento corrispondente, misurato sulla lunghezza di 200 millimetri.

Oltre a ciò la Marina francese prescrive delle prove a caldo che variano a seconda della categoria della lamiera.

Per le lamiere di 1ª categoria, con un pezzo di lamiera di dimensioni convenienti, tagliata da una lamiera presa a caso in ciascuna fornitura, si dovrà ottenere un cilindro avente per altezza e per diametro interno 25 volte la grossezza della lamiera. Questo cilindro, eseguito con ogni cura, non dovrà presentare nè fenditure nè strie.

Per le lamiere di 2ª, 3ª e 4ª categoria la prova a caldo consiste nell'eseguire con un pezzo di lamiera di dimensioni convenienti, tagliata pure da una lamiera presa a caso in ogni fornitura, una calotta sferica con bordo piatto mantenuto nel piano primitivo della lamiera. La corda e la freccia di questa calotta, misurate internamente, saranno eguali la prima a 30 volte la grossezza primitiva della lamiera per le lamiere di 2ª, 3ª o 4ª categoria, la seconda a 5 volte questa stessa grossezza per le lamiere di 2ª categoria, a 10 volte per le lamiere di 3ª categoria,

e infine a 15 volte per quelle di 4ª categoria. L'orlo piatto circolare di questo pezzo avrà la larghezza eguale a 7 volte la grossezza della lamiera e sarà congiunto alla parte sferica con un raccordo avente per raggio la grossezza stessa della lamiera misurato all'interno dell'angolo.

La calotta così eseguita con ogni cura, non dovrà presentare nè fenditure nè strie.

Per le lamiere di 4ª categoria si dovrà inoltre fare con un secondo pezzo del metallo, preso nella stessa lamiera od in altra, un recipiente a base quadrata e a orli tirati a squadra; il fondo di questo recipiente avrà il lato eguale a 30 volte la grossezza della lamiera, e gli orli misurati internamente avranno per altezza 7 volte questa stessa dimensione. Questi orli saranno raccordati tra loro e col fondo con un raccordo che misurato nell'interno dell'angolo avrà per raggio la grossezza stessa della lamiera. Il recipiente così eseguito non dovrà presentare nè fenditure, nè strie, nè tracce di addoppiature.

La classificazione e le condizioni di prova delle lamiere in ferro adottate dalla Marina francese sono pure state adottate tal quali o con qualche leggera modificazione dalla maggior parte delle Compagnie delle strade ferrate francesi. La Società delle strade ferrate dell'Est però ha una classificazione e delle condizioni di prova affatto diverse.

Le resistenze alla rottura per mmq. e l'allungamento proporzionale, nonchè gli angoli di piegatura a freddo ed a caldo richieste da quest'ultima Compagnia variano non solo col variare della categoria, ma anche col variare della grossezza delle lamiere.

La classificazione adottata comprende: le lamiere comuni (*tôles communes*) o lamiere del N. 2; le lamiere ordinarie (*tôles ordinaires*) o lamiere del N. 4; le lamiere superiori (*tôles supérieures [raides]*) o lamiere del N. 5; le lamiere superiori dolci (*tôles supérieures [douces]*) o lamiere del N. 6; e le lamiere fine (*tôles fines*) o lamiere del N. 7.

Le prove da farsi subire alle lamiere sono le seguenti:

1ª Saggi a caldo ad una temperatura che varia tra il rosso-ciliegia e il rosso chiaro, i quali comprendono le imbottiture e le piegature piane e tonde;

2ª Saggi a freddo, i quali comprendono le piegature, le punzonature e gli allungamenti.

Ecco, per esempio, quali sono le condizioni di prova delle lamiere del N. 4, avvertendo che le cifre relative alla resistenza debbono essere le medie di tre prove almeno.

GROSSEZZA DELLE LAMIERE	Resistenza per mm. q. in direzione		Allungamento per % in direzione		Angoli interni di piegatura a freddo in direzione		Angoli interni di piegatura a caldo in direzione	
	longit.	trasv.	longit.	trasv.	longit.	trasv.	longit.	trasv.
	chilogr.	chilogr.						
Grossezza di 5 mm. e meno	35	32	7	5	90°	120°	30°	70°
Grossezza da 5 a 8 mm. inclusivamente	35	32	6.3	4.5	100°	130°	50°	80°
Grossezza da 8 a 11 mm. »	35	32	6.5	4.5	120°	140°	70°	120°
Grossezza da 11 a 14 mm. »	34	32	6	4	140°	160°	90°	120°
Grossezza da 14 a 17 mm. »	33	31	5.5	3.5	150°	170°	90°	120°
Grossezza da 17 a 20 mm. »	33	31	5.5	3.5	160°	170°	90°	120°
Grossezza da 20 a 25 mm. »	33	31	5.5	3.5	170°	170°	90°	120°

Questa graduazione di prove tiene conto del fatto che a parità di altre circostanze la lamiera è tanto più cruda

e quindi più resistente quanto più è sottile, giacchè si raffredda allora più facilmente al laminatojo.

Classificazione delle lamiera d'acciajo. — Per assicurarsi della qualità delle lamiera d'acciajo la Marina francese fa tre sorta di prove: le prove a freddo, a caldo ed alla tempera.

Le prove a freddo hanno lo scopo di determinare la resistenza alla rottura e l'allungamento proporzionale sia nella direzione della laminazione come nella direzione trasversale. Le barrette di prova tagliate dalle lamiera sono fatte in modo da avere per sezione un rettangolo di cui un lato è di 30 millim. e l'altro è eguale alla grossezza della lamiera. Nullameno per le lamiera sottili di grossezza inferiore a 5 millim., la larghezza delle barrette di prova è ridotta a 20 millim.; e per le lamiera della grossezza di 18 millim. e più, questa stessa dimensione potrà essere eguale alla grossezza della lamiera. In ogni caso le barrette di prova non devono essere ricotte.

La carica iniziale si determina in modo da produrre uno sforzo di trazione eguale agli $\frac{1}{10}$ del carico di rottura. Questo sforzo e l'allungamento corrispondente sono indicati nella tabella seguente per la direzione a cui corrisponde la minor resistenza.

LAMIERE D'ACCIAJO PER COSTRUZIONI		
Grossezza in millimetri	Minimo carico medio	Minimo allungamento
	chilogr.	p. %
1.5	47	10
da 2 a 3 inclusivamente	47	12
da 3 a 4 id.	47	14
da 4 a 5 id.	46	16
da 5 a 6 id.	46	18
da 6 a 8 id.	45	20
da 8 a 20 id.	45	20
da 16 a 30 id.	44	20

LAMIERE D'ACCIAJO PER CALDAJE		
Grossezza in millimetri	Minimo carico medio	Minimo allungamento
	chilogr.	per %
da 6 a 8 inclusivamente	42	25
da 8 a 20 id.	42	26
da 16 a 30 id.	40	25

FERRI PIATTI E COPRIGIUNTI IN ACCIAJO				
Grossezza in millimetri	Per costruzione		Per lamiera	
	Minimo carico medio in direzione longitud.	Minimo allungam. in direzione trasversale	Minimo carico medio in direzione longitud.	Minimo allungam. in direzione trasversale
	chilogr.	per %	chilogr.	per %
da 4 a 6 inclusivam.	48	18	44	16
da 6 a 16 inclusivam.	48	22	44	18
da 18 a 30 inclusivam.	48	22	42	17

Le prove a caldo consistono nell'imbottire, in un pezzo di lamiera di dimensioni convenienti, una calotta emisferica con orlo piatto situato nel piano primitivo della lamiera. Il diametro della superficie sferica interna della calotta dovrà essere eguale a 40 volte la grossezza della lamiera e l'orlo piatto circolare dovrà avere la larghezza eguale a 10 volte questa stessa dimensione. Il detto orlo piatto sarà unito alla parte sferica con un raccordo il cui raggio misurato nell'interno dell'angolo sarà eguale almeno alla grossezza della lamiera.

In oltre per le lamiera di più di 5 millim. di grossezza si dovrà fare un recipiente a base quadrata a spigoli tirati a squadra. La base di questo recipiente avrà il lato eguale a 30 volte la grossezza della lamiera e gli spigoli delle facce laterali misurati all'interno avranno l'altezza eguale a 10 volte questa grossezza. Il fondo di questo stesso recipiente sarà forato nel mezzo secondo un foro circolare con lembo ripiegato perpendicolarmente al piano del fondo e dalla parte opposta agli spigoli del recipiente. Il diametro di questo foro misurato internamente a lavoro finito sarà eguale a 25 volte la grossezza della lamiera e l'altezza del lembo rilevato a 5 volte questa stessa grossezza. Tutti gli angoli saranno raccordati; il raccordo interno avrà per raggio la grossezza della lamiera.

I saggi, preparati con tutte le precauzioni che esige la lavorazione dell'acciajo, non dovranno presentare nè fenditure nè strie anche quando essi fossero raffreddati in una viva corrente d'aria.

Per i saggi alla tempera si taglieranno dalle lamiera delle barrette di 260 millim. di lunghezza su 40 millim. di larghezza tanto nel senso della laminazione come nel senso trasversale. Tuttavia non si prenderanno le barrette che nella direzione della laminazione allorchando si tratterà di sperimentare dei ferri piatti o dei coprigiunti aventi meno di 260 millim. di larghezza. Queste barrette saranno scaldate uniformemente sino al calor rosso-ciliegia alquanto oscuro e poi temperate nell'acqua a 28° centigradi. Così preparate dovranno assumere sotto l'azione del torchio, senza presentare tracce di rottura, una curva permanente il cui raggio minimo misurato internamente non sia superiore alla grossezza della barretta sperimentata.

Queste stesse barrette, allorchè si tratta di lamiera per caldaie, debbono poter essere piegate in due sotto l'azione del torchio per modo che le due metà siano completamente applicate l'una sull'altra secondo un piano senza che presentino tracce di rottura.

Le barrette preparate per questi saggi di tempera non dovranno avere i lembi longitudinali arrotondati; solo si tollererà che l'acutezza degli angoli sia tolta colla lima dolce.

Rotaje. — Le rotaje si fanno o in ferro o in ferro acciaio o in acciaio.

Il ferro che si preferisce generalmente nella fabbricazione delle rotaje è quello che si ottiene nei forni di puddellatura meccanica, sia perchè esso, come già abbiamo fatto notare, è migliore di quello ottenuto nei forni a suola fissa, sia perchè colla puddellatura meccanica si possono ottenere dei masselli di ferro capaci di fornire ciascuno un'intera rotaja senza saldature.

Ecco come presso i signori Hopkins Gilkes e Comp. si fabbricano le rotaje coi masselli di ferro ottenuti nei forni di puddellatura sistema Danks. Si prende uno di questi masselli del peso di 500 chilogr. circa e si converte in una massa compatta di forma cilindrica avente il diametro di 450 millimetri e la lunghezza di 750 millimetri mediante un acciaccatojo di Winslow; si porta quindi

al maglio a vapore, ove si martella in tutte le direzioni e si riduce in un cilindro del diametro di 250 millimetri circa, poi si fa passare direttamente senza preventivo riscaldamento al laminatoio abbozzatore. Ciò fatto, si riscalda il pezzo al calor bianco sudante e si riduce di sezione facendolo passare in altro calibro più piccolo dei cilindri abbozzatori; e in seguito si riscalda una seconda volta e si porta ai cilindri finitori, ove acquista la sua forma definitiva.

Le rotaje di ferro sono oggidì raramente impiegate e tendono a cedere completamente il posto alle rotaje di ferro acciariato od alle rotaje d'acciaio che hanno una durata assai maggiore.

Il metodo più generalmente impiegato per acciariare le rotaje di ferro è quello del Doods, il quale consiste nel sottoporre la rotaja in un vaso chiuso con del carbone di legno e di soda polverizzata ad un calor rosso durante 60 o 75 ore.

Le rotaje in acciaio si fanno o coll'acciaio Bessemer o con quello Siemens-Martin.

In generale si può ritenere che le buone rotaje d'acciaio a parità di circostanze resistono tre volte di più delle rotaje di ferro.

Oltre alle rotaje di ferro, di ferro acciariato e di acciaio si hanno ancora le rotaje in parte in ferro ed in parte in acciaio.

La *Staatsbahn* ha presentati alcuni campioni di queste rotaje all'Esposizione di Parigi del 1878 in cui il fungo era in acciaio e il gambo in ferro: la bollitura delle due parti era stata ottenuta con una perfezione che solo può spiegare la qualità veramente superiore e l'identità d'origine dei due metalli stati impiegati.

Citeremo ora le condizioni di prova prescritte da alcune amministrazioni ferroviarie per le rotaje in acciaio.

Strade ferrate Alta Italia. — Rotaje a doppio fungo: altezza di 125 millim.; larghezza dei funghi da 64 a 56 millim.; grossezza dell'anima 18 millim.; peso per ogni metro di lunghezza 35 chilogrammi.

Saggio alla flessione. — La rotaja posta orizzontalmente su due punti d'appoggio distanti 1 metro, dovrà sopportare: 1° durante 5 minuti una pressione di 25 tonn. senza conservare freccia permanente sensibile; 2° una pressione di 50 tonn. senza rompersi.

Saggio all'urto. — La rotaja disposta orizzontalmente su due appoggi i quali distano di m. 1.10, dovrà sopportare l'urto di un blocco del peso di 1 tonn. il quale cade dall'altezza di 10 m.; e poi essere raddrizzata per mezzo di un secondo colpo analogo.

Strade ferrate francesi del Nord. — Rotaje Vignoles: altezza 125 millim.; larghezza della suola 97 millim.; larghezza del fungo 56 millim.; grossezza dell'anima 12 millim.; peso per ogni metro di lunghezza 30 chilogr.

Saggio alla flessione. — La rotaja posta orizzontalmente su due punti d'appoggio distanti 1 m. deve sopportare: 1° durante 5 minuti una pressione di 17 tonn. senza conservare una freccia permanente sensibile; 2° una pressione di 30 tonn. senza oltrepassare una freccia di 25 millim.

Saggio all'urto. — La rotaja deve sopportare l'urto d'un blocco di 300 chilogrammi il quale cade dall'altezza di m. 2.25; i punti d'appoggio della rotaja disteranno di m. 1.10; sotto le altezze di caduta successive di m. 1, 1.50, 2, 2.25 le frecce dovranno essere sensibilmente di millim. 2, 5, 11 e 16.

Strade ferrate dello Stato belga. — Rotaje Vignoles: altezza 125 millim.; larghezza della suola 105 millim.; del fungo 62 millim.; grossezza dell'anima 17 millim.; peso per ogni metro di lunghezza 38 chilogr.

Saggio alla trazione. — Le barrette di prova avranno 10 millim. di diametro su 100 millim. di lunghezza. Esse dovranno presentare una resistenza alla rottura da 60 a 65 chilogr. per millim. q., e l'allungamento corrispondente del 15 per % al massimo.

Saggio alla flessione. — La rotaja posta orizzontalmente su due punti d'appoggio distanti m. 1.10 deve sopportare durante 3 minuti la pressione di 22 tonn., senza conservare freccia permanente sensibile.

Saggio all'urto. — La rotaja dovrà sopportare l'urto di un blocco di 500 chilogr. il quale cade dall'altezza di 4 metri. La distanza dei punti d'appoggio è di m. 1.10.

Cerchioni. — Abbiamo già accennato, parlando dei laminatoi, al processo più generalmente in uso per la fabbricazione dei cerchi.

Diremo ora delle condizioni di prova prescritte dai capitoli d'onori di alcune amministrazioni ferroviarie.

L'Amministrazione delle strade ferrate dell'Alta Italia esige che i cerchi in acciaio Bessemer e Martin per ruote di veicoli e locomotive siano sottoposti alle prove seguenti dopo essere stati riscaldati e temperati nell'acqua fredda.

Un cerchione sarà scelto per ciascuna fornitura, e disposto verticalmente sopra un appoggio resistente e sottoporrà all'urto di un blocco da 800 a 900 chilogr., il quale cade da un'altezza variabile secondo il suo peso, ma tale che il lavoro sviluppato nella caduta sia eguale a 1500 chilogrammetri. Il cerchione non dovrà appiattirsi a ciascun colpo che di 120 millim. al massimo, e non dovrà rompersi che dopo aver subito un appiattimento di $\frac{2}{5}$ del suo diametro interno.

La sezione di rottura dovrà essere fina, compatta, omogenea, senza soffiature od altri difetti e presentare degli strappi senza faccetto i quali accusino la tenacità dell'acciaio.

Inoltre per ciascun cerchione rotto si prenderanno delle barrette di prova in numero di quattro, metà in lungo e metà in traverso della sezione, per sperimentarle alla trazione. Ciascuna barretta dovrà presentare la resistenza da 50 a 55 chilogr. per mmq. della sezione primitiva coll'allungamento corrispondente del 22 % almeno. Le barrette prese nella direzione della laminazione avranno 200 millim. di lunghezza.

Pei cerchi in acciaio fuso al crogiuolo per ruote da locomotive e *tenders* si richiedono prove analoghe, solo che il blocco deve sempre essere del peso di una tonnellata almeno e l'altezza della sua caduta, dipendente dal suo peso, deve essere tale che esso sviluppi un lavoro di 3000 chilogrammetri. La resistenza alla rottura per trazione delle barrette di prova sarà almeno di 70 chilogr. per mmq. della sezione primitiva nella direzione della laminazione, e di 65 chilogr. nella direzione trasversale, e l'allungamento corrispondente almeno del 15 % nella direzione della laminazione e del 13 % nella direzione trasversale.

La Società ferroviaria Paris-Lyon-Méditerranée prescrive per cerchi in ferro le prove seguenti:

1° **Cerchioni di ferro.** — I cerchi da sperimentarsi si dispongono verticalmente sopra un appoggio resistente e si sottomettono all'urto di un blocco di 2000 chilogr. il quale cade dall'altezza di 500 millim.; essi non debbono appiattirsi per ciascun colpo che di 10 millim. al più, e non rompersi che dopo aver subito un appiattimento eguale al $\frac{4}{100}$ del diametro interno del cerchione.

Nella parte del cerchione meno provocata dalla prova all'urto, si taglia in un determinato punto della sezione una barretta cilindrica di 20 millim. di diametro e di 200 millim. di lunghezza. Questa barretta sperimentata

alla trazione deve presentare la resistenza alla rottura di 35 chilogr. per mmq. e l'allungamento minimo corrispondente del 20 per %.

2° *Cerchioni d'acciajo.* — Debbono sottoporsi a prove analoghe. Il blocco però deve avere il peso di 600 chilogr. e l'altezza di caduta di m. 4.50. I cerchi per ruote di locomotive e *tenders* debbono sopportare due e quelli da veicoli tre urti. Le barrette di prova alla trazione debbono presentare la resistenza alla rottura da 55 a 60 chilogr. per mmq. e l'allungamento corrispondente del 15 % se ricavate da cerchi per ruote da locomotive e *tenders*, e la resistenza di 40 chilogr. per mmq. coll'allungamento del 20 % se ricavata da cerchi per ruote di veicoli.

Assi. — Alcune Amministrazioni ferroviarie continuano ad impiegare esclusivamente degli assi di ferro fabbricati al maglio con fasci di barre di ferro puddellate e preventivamente affinate al maglio ed al laminatojo. Molte altre impiegano invece degli assi di metallo fuso fognati al maglio come quelli di ferro.

Quasi tutte le Amministrazioni ferroviarie richiedono per gli assi come per i cerchi delle prove all'urto. Ecco per esempio quali sono le prove all'urto prescritte dalle Strade ferrate dell'Alta Italia.

1° *Fusi.* — I fusi essendo stati ritorniti al diametro indicato, si dispone l'asse orizzontalmente incastrandolo ad uno dei due estremi nel fuso d'innesto in un blocco di ghisa adatto.

In questa posizione ciascuno dei fusi del detto asse verrà sottoposto all'urto di un blocco del peso di 400 chilogrammi il quale cade dall'altezza di 60 cent. e sviluppa quindi il lavoro di 240 chilogrammetri, sino a che essi abbiano assunta la freccia di 18 millim., misurata alla estremità del colletto. Questa operazione non dovrà produrre incavature o fenditure nella parte più provocata del fuso.

Ciò fatto, l'asse essendo allora girato nella posizione diametralmente opposta, i fusi sottoposti ad urti della stessa intensità dovranno poter essere raddrizzati senza rompersi.

I due risultati precedenti non dovranno ottenersi in meno di quattro colpi. Se i fusi hanno resistito in modo soddisfacente, la prova sarà spinta sino alla rottura di ciascuno di essi.

Le sezioni di rottura dovranno essere identiche, a grana fina, compatta, d'una omogeneità perfetta, senza soffiature né altri difetti, e presentare degli strappi senza faccette i quali accusino la tenacità del metallo.

2° *Assi.* — L'asse sarà allora posto su due punti d'appoggio distanti m. 1.50, e sottoposto nel suo mezzo all'urto di un blocco del peso di 400 chilogrammi il quale cade dall'altezza di m. 4.50 e produce quindi il lavoro di 1800 chilogrammetri. Sotto l'azione reiterata di tale urto dovrà l'asse assumere la freccia di 18 centimetri, misurata a partire dalla retta che congiunge i due punti d'appoggio, senza presentare né incavature né strie.

Girato in senso inverso e sottoposto ad urti della stessa intensità esso dovrà raddrizzarsi senza subire alterazioni di sorta.

I risultati precedenti dovranno ottenersi in meno di quattro colpi.

L'asse avendo convenientemente resistito, si praticherà tutto all'intorno nel suo mezzo un intaglio da 5 a 10 mil-

limetri di profondità e se ne determinerà la rottura a mezzo di un blocco cadente.

La sezione di rottura dell'asse dovrà presentare una tessitura identica a quella dei fusi. Su ciascun asse rotto si prenderanno delle barrette di prova della lunghezza utile di 200 millim., le quali, sperimentate alla trazione, dovranno presentare almeno la resistenza di 50 chilogr. per mmq. della sezione primitiva e l'allungamento del 25 per %.

L'ordine delle prove potrà essere invertito, vale a dire si potrà prima determinare la rottura dell'asse, e poi sperimentare il fuso appartenente a ciascuna delle due metà.

Per gli assi diritti da locomotive e *tenders* in acciaio Bessemer o Martin-Siemens o fuso al crogiuolo sono prescritte delle prove analoghe, eccettuate quelle relative ai fusi.

L'asse sarà posto sopra due blocchi in metallo distanti da m. 0.90 a 0.92 e si sottoporrà quindi all'urto di un blocco il quale cade dall'altezza di m. 5, ed ha il peso espresso dalla formola $P = \frac{550S}{0.00633}$ in cui S rappresenta

la sezione trasversale dell'asse nel suo punto di mezzo (1).

L'asse così sperimentato non dovrà rompersi né presentare una fenditura trasversale che abbia una profondità maggiore dei $\frac{2}{3}$ del suo diametro.

Si faranno in seguito le prove alla trazione. Se l'asse è in acciaio fuso al crogiuolo, ciascuna barretta di prova dovrà presentare la resistenza di almeno 60 chilogrammi per mmq. della sezione primitiva e l'allungamento corrispondente del 18 %. Se l'asse è in acciaio Bessemer o Martin, la resistenza alla trazione sarà di 50 chilogrammi per mmq. della sezione primitiva e l'allungamento corrispondente del 25 %.

Le condizioni di prova prescritte dalla *Paris-Lyon-Méditerranée* sono analoghe a quelle dell'Alta Italia sia per gli assi da locomotive come per quelli da veicoli.

Dal rapido sguardo che abbiamo dato alle classificazioni dei ferri e degli acciai, il lettore può formarsi un esatto concetto di quali e quante differenze si riscontrano nelle classificazioni in uso.

Però da qualche tempo a questa parte, in Germania principalmente, si va palesando anche a tale riguardo un lavoro di unificazione, ed è a sperarsi che in un tempo non molto remoto si venga ad adottare un'unica classificazione per i ferri e per gli acciai che serva di base alle esigenze dei consumatori e agli obblighi dei produttori.

Nel Congresso generale dell'Unione delle Strade ferrate tedesche tenuto all'Aja nel 1877, un sottocomitato presentò un rapporto in argomento nel quale si dimostra l'urgenza di tale classificazione e si fa rilevare le grandi ineguaglianze che si riscontrano nella qualità dei ferri e degli acciai di una stessa fabbricazione e l'ignoranza che si ha delle cause che determinarono tali differenze.

Il detto rapporto propone che nello stato attuale della siderurgia e salvo, ben inteso, quelle varianti che sarebbero da apportarsi nel caso che le attuali condizioni di fabbricazione venissero a cambiare, si assumesse come basi della classificazione la resistenza del metallo rappresentata dallo sforzo di rottura alla trazione per mmq. e la sua duttilità espressa dal tanto per cento della contrazione subita dalla sezione di rottura. La classificazione dei ferri e degli acciai fondata su questi due elementi sarebbe la seguente:

(1) Teoricamente, prendendo a base il principio dell'equivalenza dell'energia, si dimostra come mantenendo costante l'altezza di caduta del blocco, affinché questo possa determinare uno stesso effetto sull'asse,

debbà avere un peso proporzionale al quadrato del diametro della sezione retta dell'asse, ammettendo la perfetta rigidità degli appoggi ed incompressibilità del terreno e trascurando la perdita del lavoro in calore, ecc.

NATURA DEI METALLI		Carico di rottura in chilogrammi per millim. quad.	Contrazione della sezione di rottura rappresentata da un tanto per % della sezione primitiva	
A. Acciajo Bessemer. — Acciajo fuso o acciaio Siemens-Martin impiegato come materiale da costruzione per rotaje, assi, cerchi, ecc.				
1 ^a Qualità .	{	Classe a, duro	65	25
		Classe b, medio	55	35
		Classe c, dolce	45	45
2 ^a Qualità .	{	Classe a, duro	55	20
		Classe b, dolce	45	30
B. Sbarre di ferro.				
1 ^a Qualità		38	40	
2 ^a Qualità		35	25	
C. Lamiere.				
1 ^a Qualità .	{	Nella direzione della laminazione	36	25
		Nella direzione normale	32	15
2 ^a Qualità .	{	Nella direzione della laminazione	33	15
		Nella direzione normale	30	9

Tutti i metalli i di cui elementi della resistenza alla trazione fossero inferiori a quelli indicati nella presente tabella, si denominerebbero *metalli non classificati*.

PROPRIETÀ DEL FERRO MALLEABILE.

Il ferro malleabile secondo Fuchs è un aggregato di fibre formate da cristalli piccolissimi collocati gli uni accanto agli altri.

Per lungo tempo si ritenne che per effetto di colpi, scosse, vibrazioni, ecc. le molecole delle fibre del ferro prendessero un'altra disposizione e la struttura da fibrosa divenisse granulare. Ora dalle esperienze state fatte a tale riguardo principalmente dal Morin in contraddittorio coi signori Petin e Gaudet pare si possa accertare che il ferro non cambia di struttura in causa del lavoro a cui viene assoggettato, che esso non cristallizza nè diventa fragile e suscettibile di rompersi sotto sforzi inferiori a quelli ai quali è stato primitivamente sperimentato per effetto di vibrazioni ed urti ripetuti.

Si ammette oggi che il ferro foggato si presenta sotto due forme distinte: il ferro a nervi (franc. *fer à nerfs*, *fer nerveux*, *fer fibreux*; ingl. *fibrous iron*; ted. *das sehnige Schmiedeeisen*, *Zugisen*), e il ferro a grana (franc. *fer à grains*, *fer à texture grenue*; ingl. *crystalline iron*; ted. *das feinkörnige Schmiedeeisen*).

Il Kirkaldy sostiene però che la struttura del ferro è una sola e che l'aspetto fibroso o granulare che presenta la sezione di rottura delle lamiere o delle sbarre di ferro dipende dal modo con cui si produce la rottura, che se il metallo si rompe bruscamente si ha infallantemente un aspetto cristallino, che se invece si rompe gradatamente l'aspetto risulta fibroso. Ma gli esempi addotti dal Kirkaldy in appoggio del suo asserto non sono troppo concludenti.

Il ferro a nervi si produce generalmente con delle ghise bianche poco carburate e soprattutto poco silicee trattandole in un forno di puddellatura a temperatura relativamente non molto alta. Il ferro a grani invece si ottiene per lo più mediante ghise fortemente carburate puddellate a elevatissima temperatura. Si noti però che un buon operajo puddellatore può sempre produrre a volontà del ferro a nervi o del ferro a grani modificando convenientemente l'andamento del lavoro, o servendosi di speciali reagenti chimici.

La calce, per es., posta in quantità conveniente nel forno di puddellatura, determina la produzione del ferro a nervi; coi carbonati alcalini invece si può ottenere del ferro a grani d'eccellente qualità servendosi di ghise comuni.

In generale i ferri sono a nervi o a grani secondochè sono più o meno carburati.

Per questo, dall'aspetto della sezione di rottura, sino ad un certo punto, è dato arguire della qualità del metallo, purchè, ben inteso, la rottura sia prodotta in ogni caso in circostanze ben determinate (1).

Il ferro a grana e il ferro a nervi hanno ciascuno il loro impiego speciale, nel quale non potrebbero convenientemente sostituirsi l'un l'altro. Il primo è adatto in tutti quei casi in cui si tratta di resistere all'attrito, e conviene quindi per fare cerchi di ruote, rotaje, viti, chiodi ribaditi, ecc. ecc.; il secondo invece è conveniente per la costruzione degli organi delle macchine, di catene, tenditori, ancore, ecc. ecc., e generalmente per tutti quegli organi il cui requisito principale è l'attitudine a resistere a sforzi di trazione e di compressione o all'urto.

L'analisi chimica di alcune specie di ferro malleabile ha fornito i seguenti risultati sulla composizione del metallo:

(1) In generale nelle ferriere si determina nel modo seguente la rottura delle barre di ferro di prova per giudicare approssimativamente dall'ispezione della sezione della qualità del materiale. Si pratica a

freddo per mezzo di un bulino un'incisione sulla periferia del campione, e poi si rompe a piccoli colpi appoggiandolo poco discosto dall'incisione sull'orlo arrotondato dell'incudine.

Elementi	Ferro inglese in sbarre	Ferro di Mägdesprung	Ferro svedese di Dannemora
Ferro . . .	98.904	98.963	98.775
Carbonio . .	0.411	0.400	0.843
Silicio . . .	0.084	0.014	0.118
Manganese . .	0.043	0.303	0.054
Rame . . .	—	0.320	0.068
Fosforo . . .	0.041	—	—

Se la quantità di arsenico, zolfo o rame contenuto nel ferro è alquanto notevole, esso si spezza quando viene fucinato al calor rosso, e prende allora il nome di *ferro fragile a caldo* (franc. *fer cassant à chaud*, *fer rou-verin*, *fer méris*; ingl. *hot-short iron*, *red-short iron*; ted. *das rothbrüchiges Eisen*). Quando invece contiene del fosforo dicesi *ferro fragile a freddo* (franc. *fer cassant à froid*; ingl. *cold-short iron*; ted. *das kaltbrüchiges Eisen*), giacchè esso può lavorarsi al calor rosso, ma quando è raffreddato si spezza sotto ogni piccolo sforzo. Se poi contiene tanto del fosforo come dell'arsenico, zolfo o rame in proporzioni convenienti esso è *fragile a freddo e a caldo* (franc. *fer cassant à froid et à chaud*; ingl. *very short iron*; ted. *das faulbrüchiges Eisen*).

La densità del ferro malleabile varia da 7.6 a 7.9.

Bollitura. — Una proprietà assai importante del ferro, per la quale esso si presta a svariate e molteplici lavorazioni, è quella della *bollitura* (franc. *soudure*, *soudage*; ingl. *welding*; ted. *Schweißen*) o facoltà che esso ha di rammarginarsi al calor bianco sudante o di saldarsi senza interposizione d'altro metallo. Il ferro si unisce mediante la bollitura non solo al ferro, ma anche all'acciajo, e quest'ultima proprietà permette di fare degli oggetti in parte in ferro ed in parte in acciaio, in ferro dove debbono essere saldi ed infrangibili, e in acciaio dove debbono presentare una notevole durezza.

È da notarsi che il ferro crudo si rammargina meno facilmente del ferro dolce.

Per bollire tra loro due pezzi di ferro bisogna prima di tutto prepararne convenientemente le superficie secondo cui si dovranno congiungere. Si riscaldano quindi in un fuoco di carbone nel minor tempo possibile, avvertendo di mantenerli al riparo dal contatto dell'aria. A tal fine si ricoprono con sabbia argillosa ovvero con argilla in polvere, le quali si agglutinano sul ferro colle scuglie e vi formano uno strato di scorie che ricopre il metallo e lo difende dal contatto dell'aria.

Riscaldati al calor bianco i due pezzi si portano sull'incudine e si martellano nelle parti in contatto senza perdita di tempo.

Per bollire ferro con acciaio bisogna scaldare il ferro al calor bianco sudante e l'acciajo ad una temperatura inferiore, al rosso cupo, affinché non abbruci e perda le sue buone qualità. Oltre a ciò, siccome alla temperatura di bollitura dell'acciajo la sabbia non fonderebbe, occorre ricoprire le parti da riunirsi con una miscela in polvere contenente generalmente:

Acido borico	parti 36.5
Sale da cucina secco	» 39.1
Prussiato giallo di potassa	» 26.7
Colofonia	» 7.6

Altra composizione, proposta dal Rust, è la seguente:

Borace	parti 61.00
Sale ammoniaco	» 17.25
Prussiato giallo di potassa	» 16.75
Ragia	» 5.00

Totale parti 100.00

Si uniscono il borace e il sale ammoniaco polverizzati, si fondono in un crogiuolo mantenendo la mescolanza in sobbollimento moderato finchè l'odore ammoniacale sia quasi svanito, ed aggiungendo acqua man mano che svapora onde si mantenga liquida mentre l'ammoniaca si sprigiona. Poscia si aggiungono il prussiato e la ragia in polvere, si agita la miscela scaldandola finchè diventi pastosa; allora si cola sopra una lastra di ferro sotto uno strato di un centimetro e mezzo circa di grossezza, si fa seccare e poscia si riduce in polvere.

Il Lietar per la saldatura del ferro e dell'acciajo propone la seguente mescolanza ridotta in polvere:

Limatura di ferro o di acciaio	parti 100
Borace	» 50
Copaibe od altro olio resinoso	» 5
Sale ammoniaco	» 7 1/2

Mescolati gl'ingredienti, si calcinano e si riduce in polvere la materia calcinata.

Nell'operazione del martellamento bisogna procurare che le scorie o impurità contenute tra i due pezzi in contatto siano spremute fuori completamente. A tale effetto è bene che le superficie che debbono sovrapporsi abbiano una forma tale che al principio combacino solo nel mezzo e da ambi i lati rimanga libera l'uscita per le scorie.

Il martellamento deve farsi dapprima con colpi poco intensi, ma succedentisi rapidamente; quando poi il metallo comincia a saldarsi essi debbono crescere d'intensità.

I piccoli oggetti non si assoggettano al martellamento, ma si comprimono invece entro una grossa morsa.

INFLUENZA DELLA COMPOSIZIONE CHIMICA E DELLA FOGGIATURA DEL FERRO SULLE SUE PROPRIETÀ FISICHE.

« Il Comitato delle prove degli Stati Uniti » fece eseguire recentemente delle esperienze onde determinare l'influenza della composizione chimica sulle proprietà resistenti del ferro puddellato.

Ben 2000 sono le barrette di prova che a tal fine vennero sperimentate. Le prove alla trazione si fecero sotto la direzione del sig. Beardslee e le analisi chimiche dal signor Blair.

Il signor Holdey, che ha esaminati e discussi i risultati di tali esperienze, desume da esse le seguenti conclusioni:

1° La presenza del fosforo nel ferro puddellato accresce in generale la sua tenacità e nello stesso tempo la sua fragilità. Nullameno accade che dei ferri ricchi di fosforo sono più dolci di altri che ne contengono meno.

2° Allorquando il ferro puddellato contiene una ragguardevole proporzione di silicio, la tenacità e la duttilità sono in generale entrambe debolissime.

I ferri sperimentati contenevano da 0.18 a 0.32 per cento di silicio oltre ad una proporzione media di fosforo, carbonio e scorie.

3° Il carbonio aumenta notevolmente la tenacità e la fragilità del ferro puddellato.

4° Il manganese pare non abbia influenza sensibile sulla tenacità del ferro puddellato. È però da notarsi che la dose di manganese in tutte le barrette provate non era che del 0.097 per 100.

5° Le barrette sperimentate contenevano del solfo in quantità non superiore al 0.046 per 100.

Il solfo in tale proporzione sembra non abbia alcuna influenza sulla tenacità del metallo.

6° Il rame, benchè si trovasse in certi saggi nella proporzione del 0.43 per 100, non dimostrò di avere alcuna influenza sulla tenacità del ferro.

7° Le scorie, nella proporzione da 0.38 a 2.26 per 100, pare non influiscano sensibilmente sulla tenacità del metallo.

8° La saldabilità del ferro puddellato più che dalla sua composizione chimica sembra che dipenda dalla temperatura a cui è portato.

Un saggio ricco di fosforo si saldava assai bene ad una certa temperatura e malissimo invece ad una temperatura più elevata.

Il lavoro meccanico a cui il metallo è stato sottoposto influisce pure sulla sua saldabilità. Così, per esempio, un saggio diede delle saldature assai migliori di un altro della stessa composizione chimica che era stato meno lavorato al martello.

9° La laminazione influisce sulla resistenza del ferro almeno tanto quanto le differenze di composizione chimica.

Per mettere questo fatto in evidenza, si fecero successivamente passare al laminato delle barre aventi la stessa composizione chimica sino a che la loro sezione finale fosse una frazione più o meno grande della sezione primitiva. I risultati che per tal modo si ottennero sono i seguenti:

Diametro delle barre in millim.	Sezione della barra espressa da un tanto per % della sezione primitiva del pacchetto	Carico di rottura	Carico al limite d'elasticità
		per mm. q.	per mm. q.
		chilogr.	chilogr.
50	11.63	36.4	22.7
46	10.22	37.8	23.7
43	8.90	38.7	24.0
40	7.68	39.4	25.2
37.8	11.78	37.4	24.3
34	9.90	38.2	23.6
31.6	8.18	39.6	23.3
28.5	9.62	39.6	22.6

Come si vede, da un saggio all'altro il carico di rottura differisce di chilogr. 3. 2.

D'altra parte, i carichi di rottura dei ferri più impuri comparati con quelli dei ferri contenenti la minor quantità d'impurità, presentano delle differenze di chilogr. 2. 4. Quelli dei ferri acciajosi più tenaci (che contengono il 0.28 per 100 di carbonio) confrontati con quelli dei ferri più dolci (che contengono il 0.03 per 100 di carbonio) differiscono sino di chilogr. 4. 8.

Il carico di rottura d'un ferro contenente il 0.25 per cento di fosforo differisce di chilogr. 3.40 da quello di un ferro che non ne contiene che il 0.09 per 100.

Ora queste differenze sono precisamente dello stesso ordine di quelle citate dovute alla preparazione meccanica del metallo.

La foggatura al maglio accresce più ancora della foggatura al laminato la resistenza del ferro.

Però è da avvertirsi che le successive lavorazioni al maglio ed al laminato non migliorano indefinitamente il metallo, che anzi esse dopo essere state ripetute un determinato numero di volte possono attenuarne la resistenza.

Il Clay ha fatto a tale riguardo alcune esperienze assai interessanti. Avendo assoggettati una, due... sino a undici volte all'operazione del *corroyage* (martellatura e successiva laminazione) diversi saggi di ferro puddellato a nervi della identica qualità, egli ottenne dopo ciascuna operazione i seguenti risultati alla trazione:

INDICAZIONE DEL FERRO		Resistenza alla trazione in chg. per mmq.
N° 1	— ferro puddellato	30.8
» 2	— ferro <i>corroyé</i> una volta	37
» 3	» » due »	41
» 4	» » tre »	41
» 5	» » quattro »	38
» 6	» » cinque »	43
» 7	» » sei »	41
» 8	» » sette »	38
» 9	» » otto »	38
» 10	» » nove »	37
» 11	» » dieci »	36
» 12	» » undici »	30

Come si vede da questi risultati, la qualità del ferro in seguito alle successive lavorazioni si è migliorata regolarmente sino al n. 6 (la piccola differenza che presenta il n. 5 devesi probabilmente attribuire ad un difetto del saggio), e dopo il n. 6 essa ridiscende per una progressione inversa e simile alla prima.

Sarebbe stato utile che il Clay avesse misurato non solo la resistenza alla trazione, ma anche il relativo allungamento proporzionale delle differenti barrette di prova onde poter accertare se, come è presumibile, la diminuzione di resistenza sia dovuta ad un addolcimento del metallo determinato dalle successive operazioni di foggatura.

INFLUENZA DELLA FOGGIATURA SULLE PROPRIETÀ FISICHE DELL'ACCIAJO.

Il Clay, avendo assoggettato l'acciajo puddellato ad esperienze come quelle che abbiamo riferite più sopra accennando all'influenza della foggatura sulla qualità del ferro, ottenne i seguenti risultati:

QUALITÀ DELL'ACCIAJO		Resistenza alla trazione in chg. per mmq.
N° 1	— acciaio puddellato in barre	68
» 2	— il medesimo acciaio lavorato una volta	85
» 3	» » » due volte	78
» 4	» » » tre »	85
» 5	» » » quattro »	78
» 6	» » » cinque »	78
» 7	» » » sei »	64
» 8	» » » sette »	64
» 9	» » » otto »	64
» 10	» » » nove »	64

Come si vede, per l'acciajo, a differenza del ferro, la resistenza alla rottura aumenta tutto ad un tratto.

A riguardo dell'influenza della foggatura sulla resistenza e la duttilità dell'acciajo, anche la *Paris-Lyon-Méditerranée* ha fatte nel 1877 alcune esperienze, di cui citeremo solo la seguente.

Un lingotto d'acciajo proveniente da una colata al forno Siemens-Martin fu frazionato in due parti che vennero foggiate l'una al maglio e l'altra al laminato sotto forma di barre aventi per sezione un quadrato di 36 mm. di lato. Da queste barre si ricavarono alla macchina utensile delle barrette di prova cilindriche aventi 14 mm. di diametro, e queste, sperimentate, diedero i seguenti risultati, che sono le medie di cinque prove:

Lingotto foggato al laminatojo.

Resistenza per mmq. 40 chilogr.
Allungamento 13.5 p. %

Lingotto foggato al maglio.

Resistenza per mmq. 40 chilogr.
Allungamento 17 p. %

Da questi risultati confermati da altre esperienze eseguite su lingotti tanto in acciaio Siemens-Martin, come in acciaio Bessemer, si può concludere che la foggatura al maglio migliora meglio della foggatura al laminatojo le proprietà resistenti dell'acciajo.

INFLUENZA DELLA RICOTTURA SULLE PROPRIETÀ
RESISTENTI DEL FERRO E DELL'ACCIAJO.

Per tutte le varietà dei ferri e degli acciai (eccettuato solo l'acciajo ottenuto per fusione al forno Siemens-Martin e col processo Bessemer), la ricottura ha generalmente per effetto:

- 1° Di abbassare la resistenza alla rottura;
- 2° Di aumentare l'allungamento proporzionale sotto il carico di rottura;
- 3° Di diminuire il carico corrispondente al limite di elasticità.

Tali risultati sono più o meno sensibili secondo il modo con cui la ricottura è stata fatta.

Per l'acciajo Siemens-Martin e Bessemer la ricottura determina un aumento della resistenza alla rottura, un aumento dell'allungamento proporzionale, ed infine un aumento della resistenza al limite d'elasticità. Come si vede, per tali qualità d'acciai, l'azione della ricottura produce lo stesso effetto di quella della fucinatura.

L'azione della ricottura si utilizza alcune volte per attenuare i risultati della tempera dei metalli fusi nell'acqua o nell'olio, ed in tal caso essa deve farsi ad una temperatura meno elevata di quella con cui si ottenne la tempera. Così, per esempio, si sogliono spesso ricuocere i cannoni stati temperati nell'olio, e mentre per

temperarli si scaldano sino al calor rosso-ciliegia chiaro, si ricuociono poi riscaldandoli al calor rosso-ciliegia scuro.

È da avvertirsi che gli oggetti dopo la ricottura, tanto più se hanno dimensioni ragguardevoli, si debbono lasciar raffreddare lentamente e possibilmente al riparo dall'azione dell'aria. Però le lamiere, i ferri speciali di dimensioni ordinarie, ecc., possono lasciarsi raffreddare senza danno all'aria libera.

La durata della ricottura dipende naturalmente dalle qualità e dimensioni degli oggetti come pure dagli effetti che si vogliono ottenere. Si può però ritenere che la ricottura è tanto più efficace quanto più è prolungata.

EFFETTO DELL'AZIONE DELLA TEMPERA SUL FERRO.

La tempera all'acqua e all'olio non produce alcun effetto sul ferro a meno che non sia della specie detta *ferro acciaioso*, nel qual caso si comporta come l'acciajo puddellato.

La *Société des chantiers de la Buire* a Lione ebbe da qualche tempo l'idea di temperare il ferro nell'acqua acidulata con un acido, ed ottenne mediante questa tempera, almeno per i ferri a grani, dei risultati assai analoghi a quelli ottenuti colla tempera all'acqua e all'olio degli acciai puddellati.

Se si riflette che il bagno acido nel quale si effettua la tempera è molto migliore conduttore del calore del bagno d'acqua ordinaria, si spiegano in modo assai plausibile i risultati ottenuti dalla *Société de la Buire*.

Si sa infatti che l'azione della tempera riesce tanto più efficace quanto maggiore è la differenza della temperatura del metallo e del bagno. Si comprende quindi che i ferri a grani che contengono poco carbonio siano insensibili all'azione della tempera ordinaria, e possano invece essere modificati dalla tempera nell'acido, poichè la grande conduttibilità del bagno agisce come una grande differenza di temperatura.

Ecco i risultati ottenuti ai *Chantiers de la Buire* temperando i ferri in un bagno di acido solforico:

FERRI COMUNI				FERRI MEDIOCRİ				FERRI DI PRIMA QUALITÀ			
Non temperati		Temperati		Non temperati		Temperati		Non temperati		Temperati	
Carico di rottura	Allungamento corrispondente	Carico di rottura	Allungamento corrispondente	Carico di rottura	Allungamento corrispondente	Carico di rottura	Allungamento corrispondente	Carico di rottura	Allungamento corrispondente	Carico di rottura	Allungamento corrispondente
chilogr.	per %	chilogr.	per %	chilogr.	per %	chilogr.	per %	chilogr.	per %	chilogr.	per %
38	21	42	20	37	11	41.4	18	38.7	22	50	13.5
38	14	40	20	37	12	40.5	16	37.5	24	48.5	14
—	—	—	—	36	21	43.5	15	36.5	27	45.5	21
—	—	—	—	38.2	20	44.3	18	41.5	21	54.2	14
—	—	—	—	40.5	11	44.5	14	34	26	45	15
—	—	—	—	—	—	—	—	38	23	46	11
38	17.5	41	20	37.7	15	42.6	16	37.7	23.8	48.2	14.8

Da questo quadro risulta che la tempera nell'acido solforico

1° Accresce dell'8 per 100 circa la resistenza alla rottura dei ferri comuni e migliora sensibilmente la loro facoltà all'allungamento;

2° Accresce del 13 per 100 circa la resistenza alla

rottura dei ferri medi conservando la loro facoltà allo allungamento;

3° Infine accresce del 28 per 100 circa la resistenza alla rottura dei ferri fini diminuendo la loro facoltà allo allungamento del 38 per 100 circa.

I pezzi sperimentati si temperarono scaldandoli al

rosso ciliegia e immergendoli in un bagno d'acido solforico a 50° all'areometro Baumé, bollente a 170° circa.

La Società de la Buire esperimentò pure gli acidi nitrico e cloridrico e l'essenza di terebentina per la tempera del ferro ed ottenne dei notevoli aumenti di resistenza, però meno costanti che con l'acido solforico.

INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SULLE PROPRIETÀ DEL FERRO.

Quale sia l'influenza della temperatura sulle proprietà del ferro non è bene accertato. Ciò che è indiscutibile si è che, come per tutti i metalli, quanto più la temperatura della massa si avvicina al suo punto di fusione e tanto più essa diventa malleabile. Ma quanto alle proprietà resistenti, mentre si ritiene generalmente che esse si attenuino coll'eccessivo raffreddamento, il Fairbairn e lo Spence opinano, appoggiandosi a propri esperimenti, che il ferro e l'acciajo siano sempre più resistenti a freddo che a caldo.

Quello che è indubitato si è che i cerchi, gli assi e le rotaje per strade ferrate si rompono sempre in maggior quantità nell'inverno che nell'estate e tanto più quanto più esso è rigido. Ma non si deve dimenticare che tali rotture sono dovute anche in gran parte alla rigidità che per via del gelo acquista il suolo stradale, rigidità che produce scosse, vibrazioni ed urti eccezionali. Pei cerchi un altro fatto vi concorre a produrre una più frequente rottura nei tempi freddi, ed è la tensione a cui essi restano assoggettati in causa del restringimento che il freddo determina nella loro massa.

Per tutte queste cause resta impossibile il precisare se tali più frequenti rotture siano anche e in quale misura dovute ad alterazione della resistenza del metallo per l'influenza del freddo.

In generale pare però che l'azione del freddo attenui la resistenza viva di rottura (1) e aumenti nello stesso tempo la resistenza alla trazione dei ferri e degli acciai e che tali effetti siano più notevoli nelle grandi che nelle piccole masse. Tale conseguenza venne pure comprovata dalla discussione stata fatta dal professore Thurston nel 1873 nel giornale *Iron Age* dalle esperienze dell'*Institut Franklin*, del Fairbairn, Kilkardy, Brochbank, Joule, Spence, Williams, Fritze, ecc.

PRESERVAZIONE DEL FERRO DALLA RUGGINE.

Un metodo già da qualche tempo in uso per preservare gli oggetti di ferro dalla ruggine consiste nel rivestirli di uno strato d'ossido magnetico scaldandoli al calor rosso vivo e facendo passare su di essi una corrente di vapor acqueo. Il vapor acqueo sotto l'azione dell'elevata temperatura del metallo scomponesi ne' suoi elementi ossigeno ed idrogeno, ed il primo, combinandosi col ferro, determina la formazione di un sottile deposito di ossido magnetico alla superficie degli oggetti.

Però si è osservato che tale deposito risulta generalmente poco aderente, friabile e per conseguenza di breve durata, probabilmente per la ragione che il vapor d'acqua portato in contatto del metallo essendo umido, la ossidazione che esso determina alla superficie del metallo deve passare per differenti gradi e quindi tra gli oggetti di

ferro e l'ossido magnetico che li riveste restano interposti dei sottili strati di metallo meno ossidati.

In seguito a ciò il dottor Barff di Londra ha proposto un altro suo metodo, che consiste nel sostituire al vapor saturo d'acqua già in uso, del vapor acqueo surriscaldato, col quale egli ha ottenuto dei rivestimenti compatti e ben aderenti che riparano efficacemente e per lungo tempo il metallo dall'azione della ruggine.

Il procedimento del dott. Barff potrà avere delle utili applicazioni principalmente per la conservazione dei pezzi dei meccanismi delle locomotive.

STATO DELL'INDUSTRIA DEL FERRO IN ITALIA.

Come si è accennato al principio di questo articolo parlando dei minerali che servono alla produzione industriale del ferro, si hanno in Italia in diverse località delle miniere abbastanza importanti di tali minerali.

Nella Valle d'Aosta ed in alcuni punti delle Alpi lombarde esistono discreti ammassi di ossido magnetico restio a fondere, ma che produce del ferro assai dolce. Estesi banchi di ferro carbonato o spatico si trovano nelle Alpi lombarde e principalmente nei monti bergamaschi e bresciani; e questi minerali, d'ordinario ricchi di manganese, fusi nelle stesse valli lombarde col carbone vegetale forniscono ghisa, ferro ed acciaio assai pregevoli per certi usi. Nell'Appennino centrale verso Gualdo-Tadino e nei monti di Atina esistono minerali idrossidati, ma in vene e masse assai irregolari. Un banco di limonite trovasi pure a Pazzano in Calabria.

Le miniere più importanti però sono quelle demaniali dell'isola d'Elba, composte di minerale oligisto, limonite ed ossido magnetico soventi associati, costituenti degli ammassi di varia forma e potenza sovrapposti ai terreni antichi dell'isola lungo la costa orientale.

Queste miniere, oltre ad alimentare diversi forni in Maremma, danno luogo da molto tempo ad una importante esportazione. Tale esportazione, che sino al 1870 non aveva mai superate le 95,000 tonnellate annue, andò crescendo a partire dal 1875 ad una media annua superiore alle 173,000 tonnellate.

Per formarci un'idea della potenza di tali miniere basti osservare che nel trentennio 1851-1881 esse fornirono 3,430,372 tonnellate di minerale e che secondo ogni probabilità esse potranno ancora somministrarne circa 8,000,000 di tonnellate.

Tutti i minerali fusi in Italia provengono per una metà circa dall'Elba e questi vengono fusi per circa $\frac{2}{3}$ nelle ferriere demaniali di Maremma in Toscana. L'altra metà del minerale fuso in Italia si ricava dalle miniere di Lombardia e questo viene trattato per intero nei forni lombardi. Le antiche miniere della Valle d'Aosta, dell'Italia Centrale e della Calabria per diverse cause sono ora pressochè improduttive.

La trasformazione della ghisa nostrana in ferro viene operata in diverse ferriere di Lombardia, Piemonte, Liguria, Toscana, Umbria, ecc., situate vicino a cadute d'acqua ed ove esiste o può giungere facilmente il combustibile vegetale o fossile.

Nelle antiche ferriere i fuochi bassi, che erano in numero di qualche centinaja, furono quasi dappertutto sostituiti con forni di puddellatura, dei quali parecchi a gaz sistema Siemens in cui s'impiegano lignite, torba e legno.

(1) Chiamasi resistenza viva alla rottura di un prisma il lavoro

$$\int_0^{\lambda} R dx$$

essendo: R la reazione della barra,

x l'allungamento corrispondente,

λ l'allungamento massimo che l'elasticità del prisma oppone all'azione d'un urto diretto nella direzione del suo asse x che ne determina la rottura.

In Lombardia si hanno attualmente 15 di tali forni Siemens, di cui tre per la puddellatura della ghisa in ferro a Castro, Dongo e Tavernole, quest'ultimo riscaldato coi gaz perduti dall'alto forno secondo il sistema Langlade, due sono a Castro combinati col forno di puddellatura Pernot, e gli altri dieci a Castro, Tavernole, Dongo e Vobarno servono per semplice bollitura e riscaldamento.

Altri forni Siemens vennero introdotti nelle ferriere del Massou a Colle (Val d'Elsa), in quelle della Società Romana e della ditta già Lucovich a Terni ed in quella di San Giovanni di Valdarno, ove la lavorazione consiste nel puddellare ghise nazionali ed estere e soprattutto nel ribollire vecchie rotaje.

Nelle ferriere di Lombardia principalmente si trasforma anche il metallo in attrezzi, armi, fili, chiodi, ecc.

Il rimpasto dei ferri vecchi o rottami di rotaje, cerchioni, caldaje, macchine, ponti, scali di navi, ecc., di venne presso di noi una vera industria, il cui prodotto supera in quantità quello ottenuto dalla ghisa nazionale ed è assai conveniente pel basso prezzo della materia prima che in questi ultimi anni si importò anche dall'estero nel quantitativo di circa 30,000 tonnellate annue.

Le ferriere in cui si eseguisce questo lavoro sono generalmente situate lungo la costa ligure a Savona, Voltri, Pra ed in altre località che quantunque lontane dal mare possono ricevere facilmente la materia prima od il combustibile, come S. Giovanni in Val d'Arno, Corneto, Terni, Vobarno in Val Sabbia presso il Lago di Garda, ecc.

Nel 1877 la totale produzione del ferro in Italia salì a 74,000 tonnellate, nelle quali il rottame vi entrò per $\frac{5}{7}$, circa.

La produzione annua media però sotto tutte le forme è da ritenersi di 50,000 tonnellate (di cui 30,000 circa ottenute col rimpasto dei ferri vecchi) a cui corrisponde il valore di 21 milioni in cifra rotonda.

Il numero degli operai impiegati nelle ferriere nazionali è di 6500 circa tra maschi e femmine.

Però si deve pur troppo constatare che la totale produzione del ferro in Italia fu sin ora sempre piccola cosa a fronte di quella delle nazioni più industriali ed impari affatto ai bisogni del paese sia nelle arti industriali sia in quelle della guerra. Basti il notare che l'importazione dei ferri esteri raggiunge in media 180,000 tonnellate all'anno non tenendo conto delle macchine fatte, importazione a cui corrisponde il valore da 65 a 70 milioni, escluso quello delle navi di ferro delle nostre compagnie di navigazione le quali sono quasi tutte fabbricate all'estero.

In Francia invece la produzione è stata nel 1880 di 1,734,000 tonnellate di ghisa, di 385,000 tonnellate d'acciaio e di 953,000 tonnellate di ferro d'ogni specie. Il solo stabilimento del Creusot della ditta Schneider è capace di fornire all'anno più di 150,000 tonnellate di ferri ed acciai. L'Inghilterra ha prodotto nel 1880 1,785,000 tonnellate di solo acciaio Bessemer. Gli Stati Uniti hanno avuto, sempre nello stesso anno, la produzione di tonnellate 4,296,000 di ghisa greggia, di 2,333,000 tonnellate di ferri laminati e rotaje, di 955,000 tonnellate di rotaje in acciaio Bessemer e di 1,203,000 tonnellate di acciaio Bessemer in lingotti. La totale produzione annua del solo acciaio Bessemer è salita oggidì a più di 2,000,000 di tonnellate.

Indipendentemente dalle crisi industriali, la causa di tanta inferiorità di produzione in un paese ricco di minerali di ferro come l'Italia deve essenzialmente attribuirsi alla mancanza di un buon combustibile fossile atto alla fusione dei minerali per ottenere la ghisa ed alla necessità quindi d'impiegare del carbone vegetale oggidì

assai scarso a causa della barbara distruzione che si è fatta delle foreste ed inoltre di incomodo trasporto a grandi distanze.

Per l'affinamento della ghisa e per la conseguente sua trasformazione in ferro ed acciaio come pure per le successive lavorazioni meccaniche del metallo possono, è vero, servire i combustibili nostrani, ligniti e torbe, purché impiegati in forni adatti come quelli a gaz con rigeneratore sistema Siemens. Ma, nello stato attuale della siderurgia almeno, tali combustibili non possono assolutamente servire per la produzione della ghisa dai minerali, per la quale sono indispensabili o il carbone di legna, od il litantrace o l'arso.

Per conseguenza sino a che le presenti condizioni della siderurgia non siano cambiate, sino a che non divenga possibile di ottenere direttamente con combustibili inferiori e con sufficiente economia il ferro e l'acciaio dai minerali senza prima trasformare questi in ghisa come venne tentato dal Siemens, non si potrà migliorare l'attuale triste stato dell'industria del ferro in Italia in modo che possa provvedere almeno ai più essenziali bisogni del paese, salvo che non si riesca al fine, come venne già più volte tentato, di fondare una grande ferriera ricca di mezzi potenti e situata in località adatta onde ricevere economicamente dall'estero del buon litantrace ed arso, la quale, a queste condizioni soltanto e se bene amministrata e provvista di un personale esperto ed intelligente, potrebbe forse, in causa principalmente del minor costo che ha presso di noi la mano d'opera, sopportare la concorrenza dei principali stabilimenti esteri.

BIBLIOGRAFIA. — Gruner, *Traité de Métallurgie* — E. Hoyer, *Lehrbuch der vergleichenden, mechanischen Technologie* — Lacroix, *Exposition de Paris du 1878* — Armengaud, *Publication industrielle* — Selmi, *Enciclopedia di Chimica* — Lebauteur, *Les métaux à l'Exposition de Paris du 1878* — Sobrero, *Manuale di Chimica applicato alle arti* — R. Corpo delle Miniere, *Notizie statistiche sulla industria mineraria in Italia dal 1860 al 1880* — Der *practische Maschinen Constructeur* — Elia, *Principii di tecnologia meccanica* — Karmarsch-Hartig, *Mechanischen Technologie* — Lowthian Bell, *Chemical phenomena of iron smelting* — Percy, *Metallurgy: Iron and steel* — Laboulaye, *Dictionnaire des Arts et Manufactures* — Spon's *Dictionary of engineering* — Wagner, *Chimica industr.* — Johnson, *New Universal Cyclopedia* — Jullien, *Traité théorique et pratique de la métallurgie du fer* — Overman, *Treatise on metallurgy* — Fairbairn, *Treatise on iron* — Jordan, *Métallurgie du fer et de l'acier* — Jordan, *Album du cours de métallurgie professé à l'École centrale* — Ansiaux et Massion, *Traité pratique de la fabrication du fer et de l'acier puddlé* — Furiat, *Fonte, fer et acier* — Karsten, *Manuel de la métallurgie du fer* — Couailliac, *Fer et acier* — Gillon, *Des divers procédés de fabrication du fer* — Walter-Saint-Ange, *Métallurgie pratique du fer* — Regnault, *Cours élémentaire de chimie* — Bauerman, *A treatise on the metallurgy of iron and steel* — Rogers, *An elementary treatise on iron metallurgy* — Truran, *The iron manufacture* — Watts, *Dictionary of Chemistry* — Crooks and Rohrig, *Metallurgy* — Kohn, *Iron and steel manufacture* — Osborne, *The manufacture of iron and steel* — Valérius, *Traité théorique et pratique de la fabrication du fer* — Flachet, Barraud et Petiet, *Traité de la fabrication de la fonte et du fer*.

FERRO BATTUTO — Franc. *Fer battu*. Ingl. *Forged iron*. Ted. *Das geschlagene Eisen*.

UTENSILI IN FERRO BATTUTO.

Da qualche tempo si sogliono fare di ferro certi utensili d'uso domestico, come quelli destinati alla preparazione degli alimenti, che prima facevansi quasi esclusivamente di rame, di ghisa, di latta o di zinco.

L'impiego del rame nella fabbricazione di tali oggetti può presentare, in certi casi, degli inconvenienti assai gravi, ed oltre a ciò richiede una spesa piuttosto considerevole.

Quello della ghisa ha il difetto che gli utensili risultano troppo pesanti e inoltre assai fragili.

La latta sostituisce talvolta, è vero, utilmente il rame, ma nella maggior parte dei casi è troppo debole; inoltre non può solidamente inchiodarsi, e, dovendo quindi saldarsi, si trova nella condizione di non poter sopportare l'azione continua del fuoco.

Quanto allo stagno, il suo prezzo elevato, la sua facilità a fondersi, la considerevole densità, la eccessiva malleabilità che non gli permette di sopportare, senza deformarsi, il minimo urto, hanno limitato assai il suo uso. Rimane lo zinco. Ma a tutti è noto come l'impiego di tale metallo possa essere assai pericoloso a causa dei potenti veleni a cui esso dà origine nelle sue combinazioni saline.

Il ferro invece offre alcuni dei vantaggi del rame senza presentarne gli inconvenienti. Esso ha una grande solidità, non può nuocere all'economia animale e il suo prezzo relativamente basso lo rende accessibile a tutte le borse.

Gli utensili di ferro si ricavano da lamiere che si lavorano generalmente a freddo o a mano col martello su diverse matrici o colle macchine a foggiate.

Si usa da alcuni fabbricanti, specialmente in Germania, di lavorare il metallo a caldo, col martello, ma gli oggetti che ne risultano se riescono meno costosi hanno però un aspetto pesante e disagiata.

Affinchè gli oggetti possano assumere la precisa forma voluta senza presentare delle fenditure o altri difetti, importa che il metallo impiegato sia non solo di ottima qualità ma inoltre assai dolce e malleabile. Il così detto ferro *fragile a freddo* è assolutamente da proscriversi da tale impiego.

Il ferro col martello si lavora sopra una serie di matrici a cominciare dalla matrice abbozzatrice sino alla matrice finitrice, le quali si avvicinano gradatamente alla forma dell'oggetto che si vuole ottenere.

Colle macchine a foggiate, il lavoro si fa in modo assai più celere e regolare. Sono esse, in generale, della specie di bilancieri a vite, analoghi a quelli che servono a battere moneta; talvolta però sono dei veri torchi idraulici identici, come principio, al torchio di Whitworth stato descritto all'articolo FERRIERA.

Si possono ottenere col ferro battuto oggetti di ogni forma e dimensione in un sol pezzo senza saldature, ancorchè presentino degli spigoli taglienti, come innaffiatoi da appartamenti e da giardini, catini, tinozze, gamelle, bariletti, vasi, candelieri, scatole per sigari, da teletta, coppe, caffettiere, brocche, piatti, cucchiari, elmi, vasi da cenere, scaldapièdi, marmite e relativi coperchi, casseruole, scumaruole, fornelli, panieri, badili, ecc. ecc.

Tutti questi oggetti si raccomandano per la loro solidità e pel loro basso prezzo.

Ottenuti gli oggetti in ferro battuto, si ricoprono con uno strato di stagno per abbellirli e per proteggerli dalla ruggine.

La stagnatura si fa o colla galvanoplastica o, come più comunemente si usa, immergendo gli oggetti da stagnarsi entro un bagno di stagno portato ad altissima temperatura. Prima di eseguire la stagnatura bisogna avvivare le superficie degli oggetti da stagnarsi, vale a dire pulirle dalle tracce che potessero presentare di altri corpi.

A tal fine si cominciano a sgrassare colla potassa bollente e a fregare leggermente con polvere finissima di pietra pomice, poi si immergono e si lasciano per tre e più ore in una soluzione centesimale di acido solforico. In seguito, tolti dal bagno, bisogna lavarli con una grande quantità d'acqua fresca, fregarli con del *grès* o con della sabbia mediante uno stoppacciolo di lincia o una spazzola di gramigna, farli di nuovo passare nel bagno di avvivamento, e lavarli infine una seconda volta. Chi eseguisce l'operazione deve fare ben attenzione di non lasciare troppo tempo gli oggetti immersi nel bagno, poichè in tal caso il ferro sotto la prolungata azione dell'acido si scioglierebbe alla superficie, lasciando a nudo il carbonio insolubile, che sarebbe poi difficile far sparire colla frizione per scoprire la superficie metallica.

Altre volte, quando le superficie sono meno rivestite di ossido, l'avvivo si ottiene facendo passare rapidamente gli oggetti in un bagno composto di

Acqua ordinaria . . .	10 parti in peso
Acido cloridrico . . .	3 »

ovvero

Acido solforico . . .	1 »
-----------------------	-----

Appena tolti dal bagno gli oggetti si debbono risciacquare ben bene con acqua fresca e si portano quindi immediatamente in un bagno bollente, ottenuto disciogliendo a caldo in una marmitta di ghisa smaltata, contenente 20 litri d'acqua dolce:

Allume ammoniacale . . .	300 grammi
Protocloruro di stagno fuso . . .	10 »

Gli oggetti appena immersi nel bagno si ricoprono subito di una pellicola di stagno di bella apparenza. Tolti immediatamente dal bagno, si spazzolano accuratamente ed essi acquistano un bell'aspetto brillante.

Però lo strato di stagno riesce assai sottile e non potrebbe preservare il metallo dall'ossidazione.

Si portano allora gli oggetti al bagno galvanico composto di

Acqua distillata	litri	500
Pirofosfato di soda o di potassa . . .	chil.	5
Protocloruro di stagno cristallizzato . . .	gr.	600
o meglio il medesimo fatto fondere per privarlo dell'acido	»	500

contenuto in un recipiente interamente rivestito di foglie di stagno unite tra loro e comunicanti col reoforo positivo della batteria elettrica.

Per ottenere questo bagno si comincia a versare l'acqua nel recipiente e poscia il pirofosfato di soda o di potassa e si agita sino a che si sia completamente sciolto. Si dispone sopra uno staccio di tela metallica di rame il protocloruro di stagno e si immerge per metà nella soluzione. Allora si produce immediatamente un abbondante precipitato bianco lattèo che non tarda a sparire agitando il bagno; si continua per tal modo sino a che tutto il sale di stagno sia disciolto. Si ottiene allora un liquido chiaro ed incolore o leggermente tinto in giallo

che è appunto il bagno per la stagnatura. Immergendo in esso gli oggetti raccomandati ad una bacchetta di rame, sostenuta dall'orlo del recipiente e comunicanti col polo negativo della pila, essi non tarderanno a stagnarsi.

Allorquando la stagnatura si rallenta importa aggiungere nel bagno delle piccole parti eguali di sale, di stagno e di pirofosfato. La dissoluzione di questi sali deve sempre farsi mediante lo staccio, per evitare che dei frammenti di protocloruro cadano al fondo del bagno e rivestendosi di una crosta poco solubile, vi rimangano press'a poco intatti.

La stagnatura che si ottiene per tal modo con grande facilità, congiunta ad una considerevole solidità, presenta un bell'aspetto rassomigliante assai a quello dell'argento. Se si vuole che la superficie sia brillante basta spazzolarla ben bene ovvero brunirla.

La corrente elettrica occorre che sia assai energica. Oggidì si usa più generalmente di smaltare anziché stagnare gli utensili di ferro battuto destinati alla preparazione degli alimenti, come casseruole, pentole, ecc.

Per smaltare tali utensili bisogna prima di tutto sottoporli ad un'azione preparatoria, la quale consiste nell'arroventarli al calor rosso nascente entro un forno, lasciarli lentamente raffreddare e poscia ripulirli con polvere di pietra pomice o sabbia finissima, e infine avvivarli con una soluzione di acido solforico o cloridrico caldo o col liquido acido che si ottiene dalla fermentazione delle farine o ancora con dell'acido pirolignico purgato dalle sostanze empireumatiche. Ciò fatto, si immergono in un'abbondante quantità d'acqua tiepida e si fregano con della polvere di calce magra; poscia si lavano nell'acqua fredda e si portano a seccare nella muffola di un fornello. Tolti dal fornello completamente secchi, si lascia che la loro temperatura discenda ad 80° circa, e quindi si procede all'applicazione dello smalto.

Lo smalto consta di due parti: della coperta applicata direttamente sulla superficie del metallo e della vernice, la quale riveste la coperta.

Si prepara la coperta macinando e mescolando intimamente tra loro in un crogiuolo refrattario cinque parti in peso di polvere di silice pura, bianchissima e finissima, ottenuta dalla polverizzazione di qualche roccia quarzosa o di ciottoli silicei con otto parti di polvere di borace. S'introduce il crogiuolo in una muffola e si arroventa entro un forno. Fuso il borace nella propria acqua di cristallizzazione ed evaporata tutta l'acqua, si cola la materia sopra una piastra, poi si polverizza finamente e posto in un crogiuolo si arroventa per un'ora circa. Ciò fatto, si lascia raffreddare il crogiuolo, si rompe, e staccata la materia fusa dai pezzetti di crogiuolo aderenti, si pone in una capsula, ove si scaldia di nuovo per immergerla in seguito nell'acqua fredda, onde, raffreddandosi prontamente, diventi fragile e si possa in seguito facilmente polverizzare. Raccolta la materia dall'acqua e polverizzata in un mortajo, si mescola col quarto circa in peso di argilla bianca, aggiungendovi talvolta l'ottavo in peso di ossido di stagno per trasfondere opacità allo smalto.

La vernice consta di un vetro composto di 6 parti di silice, di 3 parti di borace calcinato e di 2 parti di carbonato di soda pure calcinato. La materia vetrificata deve ridursi in polvere finissima.

Per applicare la coperta si comincia a convertirla in una poltiglia liquida della consistenza di un sciloppo im-

pastandola con acqua a 40° circa, fatta preventivamente bollire per privarla d'aria.

Mediamente, tre chilogrammi della composizione si debbono stemperare con circa cinque chilogrammi di acqua.

Preso l'oggetto da smaltarsi che, come abbiamo detto, deve avere la temperatura di 80° circa, vi si versano da 15 a 16 centilitri della poltiglia tiepida, che si stende rapidamente con un pennello sulla superficie interna dell'oggetto. Quando questo si è raffreddato a 30° circa si fa colare la poltiglia eccedente. Lo strato rimasto aderente deve avere la grossezza uniforme da 1 1/2 a 2 1/2 millimetri. Su questo strato o coperta si sparge allora in modo uniforme la polvere costituente la vernice, facendola cadere dai piccolissimi vani di un sacchetto di batista fina in cui è contenuta, scuotendolo convenientemente. Quando si è ricoperto uniformemente in tutti i suoi punti lo strato umido colla vernice, si porta l'oggetto smaltato in un forno, ove si fa essiccare portando a grado a grado il calore sino a 100°. Poscia si pone entro una muffola di ghisa chiusa da piastra di ferro e si porta in un forno che ha la temperatura press'a poco eguale a quella dell'ottone in fusione, si scaldia al caldo rovente sino a produrre la fusione dello smalto e si lascia poscia raffreddare lentamente affinché non iscrepoli. Quando la temperatura dell'oggetto è discesa a 100° circa, si dà ad esso esternamente una mano di vernice e si lascia quindi raffreddare.

Un altro metodo suggerito dal Paris per ismaltare gli oggetti di ferro consiste nel rivestire la superficie da smaltarsi, dopo averla sgrassata ed avvivata, con uno strato di soluzione di gomma arabica applicativi col pennello. Su tale strato agglutinante si sparge uniformemente, nello stesso modo indicato più sopra, uno strato sottile di finissima polvere vetrosa preparata con 130 parti in peso di flinto (*flint-glass*) o cristallo bianco macinato, 20,5 parti di carbonato di soda e 12 parti di borace. Ciò fatto, si fa seccare lo smalto scaldando alla temperatura di 140° circa, e poscia se ne determina la fusione portando l'oggetto in un forno al calor rosso ciliegia. Ottenuta la fusione dello smalto, non rimane che lasciarlo raffreddare lentamente onde riesca compatto e perfettamente aderente in tutti i suoi punti.

L'uso degli utensili in ferro battuto stagnato o smaltato si è diffuso assai in Italia, principalmente in questi ultimi anni. Nullameno non sono ancora sorte in paese officine, almeno di qualche importanza, per la produzione di tali utensili ed essi continuano a provenirci quasi tutti dall'estero e segnatamente dalla Francia. E di ciò dobbiamo dolerci, giacché se non facesse pur troppo difetto la privata iniziativa, l'industria degli utensili in ferro battuto dovrebbe attecchire e prosperare presso di noi, ove la mano d'opera, che in essa ha tanta parte, è a prezzo relativamente assai basso; e tale industria, benché umile in apparenza, potrebbe essere fonte di non indifferente ricchezza pel paese in causa dei continui ed impellenti bisogni che sarebbe chiamata a soddisfare.

Potessero queste poche parole richiamare l'attenzione di chi vuole e può sopra una questione di non lieve importanza per l'avvenire delle patrie industrie!

Ing. P. VEROLE.

FERROVIE — Franc. *Chemins de fer*. Ingl. *Railway*. Ted. *Eisenbahn*. Spagn. *Ferro-carril*.

Le strade ferrate insieme colle locomotive costituiscono i mezzi di trasporto per terra più potenti finora creati. La loro grande superiorità sui mezzi ordinari di trasporto si riassume: nella maggior velocità, nella grandiosità dei carichi e nel minor costo di trasporto.

I trasporti per mezzo delle strade ferrate si compiono con concorso delle strade, dei veicoli e dei motori. Vi si aggiunge inoltre una serie di accessori richiesti dalla comodità, dall'agevolezza e dalla sicurezza e potenza dei trasporti. Si tratterà qui soltanto delle strade e dei loro accessori.

Cenno storico. — Le strade ferrate ripetono la loro origine dalle cause stesse che condussero alla invenzione delle macchine a vapore. I proprietari delle miniere di carbone fossile in Inghilterra, per evitare in grande quantità quel prezioso combustibile, avevano bisogno di farne l'estrazione ed il trasporto agli emporii con prontezza ed economia.

Per la facile e pronta estrazione occorreva prosciugare le miniere dall'acqua, che vi penetrava in gran copia ed impediva il proseguimento dei lavori di estrazione; vi si sofferava con pompe mosse da uomini o da cavalli; ma occorrevano dei motori più potenti e più economici. La macchina a vapore, la quale si estese poi a quasi tutte le industrie, risolse il problema.

Per rendere pronto ed economico il trasporto del carbon fossile occorreva da prima migliorare in modo speciale le strade. Fra i popoli che sentirono il bisogno delle buone strade non possiamo a meno di menzionare il popolo romano, che all'apogeo della sua potenza, doveva spedire gli eserciti nelle soggette provincie. La via Appia e la strada Trajana (al basso Danubio), la via Aurelia, ecc. ecc. restano tuttora, nonostante le ingiurie del tempo, ad attestare con quanta cura le lastricassero per mantenerle sempre asciutte e a superficie unita e regolare, onde presentassero poca resistenza alla trazione dei carri, qualunque fosse la stagione. Da quell'epoca dobbiamo venire fino al 1650 circa, intorno alla quale epoca già esisteva a Newcastle una strada a rotaje onde agevolare il trasporto del carbon fossile dalle miniere di quel luogo al fiume Tyne. Le rotaje erano costituite da due file di travi parallele ed in linea retta, sulle quali si muovevano dei pesanti carri a ruote cilindriche. Per tal modo un cavallo poteva trascinare dai 5000 ai 6000 chilogr. di carico lordo. Tali rotaje erano fissate sopra traverse di legno mediante caviglie pure di legno. Le ruote dei veicoli erano munite di orletti dalla parte interna, perchè non cadessero dalle rotaje. Più tardi (verso il 1700) si coprirono le rotaje di legno con foglie di ferro battuto, onde proteggerne il fianco interno e la superficie superiore. Verso il 1767 si fece un altro passo; s'impiegarono dei ferri a squadra di sezione più robusta applicati sulle rotaje in legno, che ebbero nome di lungherine. E siccome l'impedimento al cadere delle ruote dalle rotaje era opposto dalle stesse rotaje, i cerchioni delle ruote non portavano più alcun orletto. Nel 1796 il signor Barns adottò un tale sistema per le strade che dalle principali miniere di Lawson conducevano al fiume Tyne presso Newcastle. Vi portò peraltro una modificazione, consistente nel sostituire alle lungherine di legno dei blocchi di pietra che sostenevano le rotaje in ghisa, rese per forma e sezione molto robuste.

Furono fatti dei tentativi con rotaje di ferro (1808). La forma che loro venne data da principio fu quella a sezione rettangolare col lato maggiore del rettangolo disposto verticalmente; ma si mostrarono deboli e colle-

gate imperfettamente mediante cunei di legno colle traverse di legno presentanti un incavo apposito. Mano mano si allargarono alla parte superiore dove avveniva il maggior consumo; si resero coniche le ruote dei veicoli; e così gradatamente si giunse alle forme attuali, delle quali si prenderà cognizione particolareggiata in seguito.

Il vantaggio raggiunto colle rotaje in ferro, dacchè la resistenza alla trazione su di esse è soltanto $\frac{1}{250}$ circa del peso, fu molto rilevante; anzi non sarà forse più possibile un ulteriore perfezionamento. Con un cavallo si trascinava quanto sulle strade ordinarie potevano tirare otto a dieci cavalli.

Presso alcune miniere e per tronchi in pendenza si poté raggiungere una notevole economia di trasporto giovandosi dei piani inclinati automotori. Consistevano essi in due binarii paralleli, sui quali si muovevano due convogli collegati da una fune, che si accavallava sopra una puleggia posta alla sommità del piano inclinato dove si faceva il caricamento del carbon fossile. Una pendenza del due per cento è già sufficiente per attivare un tale sistema. Ma esso non poteva essere applicato che in località favorevoli e d'altronde per tronchi di lunghezza limitata. Sulle strade orizzontali o quasi e di considerevole lunghezza non bastava più oramai d'aver resa minima la resistenza alla trazione; si voleva anche un motore più veloce e più forte che non fosse il cavallo. Si tentò la trazione per funi col mezzo di macchine fisse; ma era riservato alla locomotiva, dopo molti tentativi fatti e perfezionamenti ottenuti, di risolvere il problema in modo veramente soddisfacente. Non è qui il luogo di parlare di tali tentativi e perfezionamenti. Basti soltanto il dire che il memorando concorso di Liverpool (1829) decise del trionfo della locomotiva sugli altri motori; che colà per la prima volta si attivò il servizio per viaggiatori a grande velocità e che così splendido ne fu il successo, che da quell'epoca l'idea delle strade ferrate non rimase più limitata all'Inghilterra, ma si estese a tutti i paesi.

Sul principio del secolo l'America era quasi priva di mezzi di comunicazione. Stavano costruendo e strade e canali con certa attività quando sorsero le strade ferrate ad attrarre la loro preferenza. Colà le città, lontane assai fra di loro, richiedevano per la pronta comunicazione dei mezzi di trasporto migliori delle strade ordinarie e dei canali. E fu tanto l'entusiasmo con cui negli Stati Uniti si accolsero le strade ferrate, che, mentre in Inghilterra si stava ancora costruendo la linea Londra-Birmingham (1834) la quale tenne dietro a quella di Liverpool, in America si avevano di già 1400 chilom. di strade ferrate, cioè quante ne possedeva la stessa Inghilterra; tenendo conto che nel 1830 ne possedevano soltanto 37 chilom. Nel 1840 furono portate a 3700 chilom., nel 1850 a 14,500; nel 1860 niente meno che a 49,000 chilom. e nel 1870 raggiunsero l'enorme lunghezza di 113,732 chilom., mentre in tutta Europa alla stessa epoca se ne aveva soltanto 96,799 chilom. Fu dopo il 1849 che presero uno sviluppo veramente gigantesco. Una rete cotanto estesa comprende 547 linee distinte, alcune delle quali sono amalgamate ed altre esercitate da grandi compagnie concessionarie, ma senza controllo governativo. La linea *Baltimore-Ohio* è la più antica, essendo stata autorizzata nel 1827; attualmente è lunga 2330 chilom. e per un quarto circa è a doppio binario. La linea più importante è la *Pennsylvania*, ultimata nel 1854; è quasi tutta a doppio binario, ed a rotaje d'acciajo. Le linee più lunghe degli Stati Uniti sono l'*Union* e la *Central-Pacific*, le quali unite insieme attraversano tutto il continente da un mare all'altro. Nel 1877 la rete complessiva era lunga

119,000 chilom., avendo subito il suo sviluppo un certo rallentamento in questo ultimo decennio. Ciò ha dipeso dall'improduttività di parecchie linee, spinte in regioni insospitate e poco abitate. Aggiungasi che in questi ultimi anni, dietro una concorrenza eccessiva, la tariffa di trasporto delle merci subì una diminuzione sensibile, per modo che mentre il quantitativo delle merci andò sempre aumentando, il reddito lordo ha subito una diminuzione. Si sarebbe condotti a concludere che lo sviluppo delle strade ferrate negli Stati Uniti, che venne portato a tanto in soli 45 anni circa, fu troppo rapido. Con tutto ciò il dividendo medio è ancora superiore al 3%; ciò che si deve peraltro in gran parte al costo chilometrico molto più limitato che non in Europa; esso è di circa 177,000 lire; mentre in Europa è di circa 340,000 lire; in cifra tonda il costo delle strade ferrate negli Stati Uniti è stato di 22 miliardi, mentre in Europa, che ne possiede circa una eguale estensione, fu di 40 miliardi. Nella Gran Bretagna, che possiede circa 27,000 chilom. di strade ferrate, di cui oltre alla metà a doppio binario, costano attualmente più di 600,000 lire al chilom. In Europa lo Stato che tosto comprese l'importanza delle ferrovie fu il Belgio. Colà la costruzione venne assunta dal Governo e spinta con tanta alacrità da rendere quel piccolo Stato fra i più floridi d'Europa.

La Francia rimase quasi indifferente per qualche tempo, anzi ebbe degli oppositori vivaci; più tardi ne comprese l'importanza e nel 1842 emise la legge sulle strade ferrate. Governo e Società private si accinsero allora con tutto ardore all'opera, da cui dipese in gran parte il prodigioso sviluppo industriale di quella nazione. In Germania pure non si tardò a riconoscere l'utilità delle strade ferrate. Quivi i Governi si assunsero la direzione delle linee principali, lasciando alle Società private la costruzione di quelle secondarie.

Allo scoppiare della guerra franco-germanica, la Francia possedeva 16,954 chilom. di strade ferrate e la Germania 17,322 chilom. Al primo gennaio 1878 la rete germanica si era accresciuta di 12,981 chilom. presentando una lunghezza complessiva di 30,303 chilom., mentre la rete francese raggiungeva soltanto una lunghezza di 23,380 chilom.; questa con 7500 chilom. di linee a doppio binario, quella con 9500 chilom. Dal punto di vista dei bisogni militari, le linee germaniche sono rette da troppe amministrazioni diverse, mentre le francesi, ad eccezione delle linee d'interesse locale, sono nelle mani di sole sette Società. In Germania si hanno diciannove Direzioni di ferrovie dello Stato e non meno di quaranta linee appartenenti a Compagnie private, colle quali sarebbe necessario accordarsi contemporaneamente pel trasporto dell'esercito all'indomani di una dichiarazione di guerra. Ora si va estendendo però su di esse il controllo dello Stato. La Francia riprende ora nuovo slancio, e qualunque trovi in sé qualche oppositore, fra cui il senatore *Krantz*, il quale teme che essa debba scontare colla mancanza di profitto l'esagerazione delle ferrovie, analogamente a quanto avviene in Inghilterra e negli Stati Uniti, pure aspira a portare a 37,000 chilom. la rete ferroviaria d'interesse generale, pari allora a quella delle strade nazionali rotabili.

La Svizzera possedeva nel 1860 1050 chilom. di strade ferrate, e al principio del 1877, 2306 chilom. in esercizio. Costarono in media 324,000 lire al chilom. Attualmente si trovano esercitate da ventuna Compagnie indipendenti.

L'Austria-Ungheria possedeva, alla fine del 1876, 17,224 chilom. di strade ferrate in esercizio, esse pure in mano a molte Compagnie indipendenti.

Domina oggidì in molti Governi l'intendimento del

riscatto o quanto meno di autorevole controllo, onde assicurarne il concorso in caso di guerra.

L'Italia fu tra le ultime nazioni a godere del beneficio delle strade ferrate, le quali vi presero uno sviluppo veramente considerevole soltanto dall'unificazione in poi e vennero attuate pel concorso del Governo e delle Società private come in Francia. Prima del 1859 ben poco si era fatto. Il regno di Napoli fu primo a sentire il fischio della locomotiva sulla linea Napoli-Portici aperta nel 1839, lunga 13 chilom., prolungata poscia fino a Castellamare. Nel 1840 fu aperta la linea Milano-Monza; si progettò quella Milano-Venezia, ma la Società non giunse a compirla, sicché nel 1856 il Governo austriaco cedette per 90 anni quelle linee alla Società delle Lombardo-Venete, la quale in poco tempo ne condusse a termine i lavori. In Toscana fu aperto il primo tronco Livorno-Pisa nel 1844 lungo 19 chilom. sulla linea Livorno-Firenze progettata da Roberto Stephenson. Nello Stato pontificio fu compiuto il primo tronco Roma-Frascati di 20 chilometri nel 1856, poscia quello Roma-Civitavecchia.

Il Piemonte fu tra gli ultimi Stati a godere delle strade ferrate. Costrusse la prima linea Torino-Moncalieri di 8 chilom. nel 1848; ma fu altrettanto più sollecito in seguito. Compì la linea Torino-Genova nel 1853, la più difficile d'Italia e che costò 630,000 lire al chilom. Nel 1857 assumeva a proprio carico il traforo del Moncenisio. Allo spirare del 1859 lo stato delle strade ferrate in Italia era il seguente:

Regno di Sardegna	chilom. 819
Id. Lombardo-Veneto	» 522
Gran Ducato di Toscana	» 257
Stato Pontificio	» 101
Regno delle Due Sicilie	» 99

Totale chilom. 1798

Queste linee si trovavano irregolarmente ripartite nelle varie parti della penisola, e fra di loro disgiunte. Allo spirare del 1870 esse crebbero fino a 6189 chilom., riducendosi a 9 soltanto le provincie sprovviste di ferrovia, e più che tutto avendo conseguito un generale allacciamento di tutte le linee precedenti. Alla fine del 1877 si avevano 8213 chilom. di strade in esercizio. Mediante due linee ora di comunicazione coll'Austria-Ungheria, due parimenti colla Francia, una colla Baviera, non è lontano il tempo in cui nuove linee apriranno al commercio italiano nuove direzioni in Svizzera, Germania e Francia.

Numerose linee solcano la vasta e ricca valle del Po, sovrappassando con 7 grandi ponti quel massimo fiume. Due linee littorali si distendono lungo le coste occidentali ed orientali, raggiungendo da quest'ultimo lato la estrema punta meridionale della Penisola. Tratti non brevi di un'arteria interna, traversando l'Appennino in diversi punti, rannodano fra di loro le due linee littoranee. Ma con tutto ciò l'Italia è lontana ancora da quello sviluppo che in fatto di strade ferrate venne raggiunto dagli altri Stati ai quali essa si pone allato in ordine di progresso e civiltà. Ecco un prospetto:

Agli Stati Uniti vi è 1 chilom. di strada ferr. ogni	565 ab.
Al Canada	688 »
Nella Svezia e Norvegia	750 »
Nel Belgio	1027 »
In Inghilterra	1196 »
In Francia	1212 »
In Germania	1511 »
In Italia	3000 »

Prendendo per media il 1000, ossia ammettendo che uno sviluppo sufficiente abbia raggiunto la rete ferroviaria quando corrisponde ad un metro per abitante, si scorge che l'Italia si trova ad un terzo dell'opera.

Colla legge del luglio 1879 si è inteso di dare una spinta ai lavori ferroviarii, ma con un vincolo di 21 anni, che penetra forse troppo nell'avvenire.

Considerazioni generali sul tracciato di una strada ferrata. — Allorquando un Governo od una Società di capitalisti si propone la costruzione di una strada ferrata, una difficoltà che talora si presenta grave all'ingegnere progettante è quella di precisare convenientemente l'andamento planimetrico della strada. Molti elementi concorrono a stabilirla, essendovi interessati e l'ingegnere e l'uomo di Stato e l'uomo di guerra e l'industriale. Una strada ferrata attira a sé il movimento commerciale di una estesa zona di territorio. Se è tracciata bene essa è fonte di grande prosperità; in caso contrario può provocare una perturbazione commerciale dannosa ad intere provincie. Per l'uomo di Stato la linea deve giovare agli interessi della zona attraversata non soltanto, ma deve chiamare il movimento da lontane provincie e da altri Stati e colla mira di congiungerla ad altre già fatte o da farsi. Per l'uomo di guerra la strada ferrata deve subire quelle deviazioni in vicinanza alle fortezze, che, giovando per l'offensiva e la difensiva, possa riuscire base pur anco di qualche importante operazione strategica. L'ingegnere deve scegliere l'andamento che tecnicamente meglio soddisfa colla minore spesa di costruzione e d'esercizio. Deve consultare l'economista sulle deviazioni intermedie a toccare città e borgate. È vero che la strada ferrata non deve serpeggiare troppo a dritta e sinistra accontentando tutti per non allungare soverchiamente il cammino fra i due estremi; ma è pur vero che le città ricche e popolose, i grandi centri manifatturieri, agricoli e commerciali non devono essere lasciati a parte, dacché la strada ferrata deve dar vita e ricevere alimento anche dai punti intermedi. Già, non appena ideata la linea, tanto le popolazioni chiamate a goderne i benefici quanto quelle escluse si agitano a tutta possa e piovono gli opuscoli propugnanti per l'uno o per l'altro tracciato. Da tali pubblicazioni (quantunque talora esaltate) l'ingegnere progettante può trarre dei lumi per decidere sull'andamento definitivo. In generale val meglio serpeggiare alquanto per toccare punti intermedi importanti e ciò per garantire un pronto e maggior introito, salvo ad eseguire in seguito delle scorciatoie quando lo sviluppo del traffico reclama una maggiore speditezza nel tragitto. La esperienza ha dimostrato che anziché attraversare le provincie non in prossimità delle strade ordinarie, conviene anzi le attraversare quanto più è possibile; cioè che l'andamento della linea assecondi la vecchia via del commercio. Né le strade ordinarie né i canali debbono considerarsi come rivali delle strade ferrate, ma come semplici succedanei.

Il grande successo delle strade ferrate si deve alla concomitanza di due condizioni soddisfatte: d'aver resa minima la resistenza alla trazione coll'adozione delle rotaje metalliche e coll'aver potuto trascinare grandi carichi e raggiungere le grandi velocità in grazia della locomotiva. La locomotiva è l'anima degli odierni mezzi di trasporto. Ma affinché la trazione con essa venga fatta vantaggiosamente, è necessario siano soddisfatte alcune condizioni tecniche nel tracciato delle strade ferrate. È necessario stabilire dei limiti nelle curve e nelle pendenze, avuto riguardo anche all'importanza della

linea, giacché non si può con curve di piccolo raggio correre a grande velocità, e d'altra parte correggere tardi un tracciato può importare gravissimo dispendio. Le curve di piccolo raggio allungano il cammino. Per essere rigide le guide delle sale dei veicoli, gli orletti delle ruote premono contro i fianchi delle rotaje e creano una resistenza che nelle curve di piccolo raggio produce un consumo rilevante nelle rotaje e nei cerchioni. Ciò maggiormente per le locomotive. La differenza di lunghezza delle due rotaje in curva fa sì che, essendo solidali le sale colle ruote, queste debbono sdrucciolare o l'interna all'indietro, o l'esterna in avanti, oppure entrambe in senso opposto. Nelle curve non si giunge in tempo generalmente a scongiurare gli incontri od altri pericoli, e sogliono evitarsi del tutto in trincea e nelle gallerie. D'altra parte le curve risparmiano talora delle gallerie e dei lavori d'arte o di terra troppo costosi. Importa bilanciare i vantaggi cogli inconvenienti, tenendo conto principalmente dell'importanza della linea. In pratica sulle curve di 600^m di raggio non si oltrepassa mai la velocità di 60chilom. all'ora, e su quelle di 300^m, i 40chilom. Si potrebbe discendere a dei raggi ancora minori di 300^m, ma occorrono allora dei congegni speciali onde permettere lo sterzo alle locomotive, come sulla linea da Trieste a Vienna, dove esistono delle curve di 180^m di raggio.

In Italia il limite ordinario inferiore nei raggi è di 400^m; però, quando ne sia comprovata la necessità, si permettono anche le curve di 300^m di raggio, ed eccezionalmente si discende, ma preferibilmente nelle stazioni, ai 250^m.

Fra due curve di senso opposto, in montagna occorre lasciare almeno 60^m di rettilineo, e circa 100^m in pianura, onde almeno i treni viaggiatori non abbiano a trovarsi per una porzione considerevole contemporaneamente sopra le due curve. Qualche volta in montagna torna difficile oltremodo lo sviluppo di una linea con curve sufficientemente ampie; si può ricorrere all'impiego dei regressi. Questi regressi producono però qualche incomodo per i viaggiatori e dei perditempi nel servizio, onde si cerca sempre di evitarli.

Anche le pendenze, come le curve, costituiscono degli incagli gravi per il facile ed economico servizio di una linea; eppure se è possibile evitarle nelle regioni pianeggianti come le curve di piccolo raggio, bisogna affrontarle più o meno in montagna. Sgraziatamente questi due ostacoli al facile tracciamento delle linee ferroviarie si presentano associati in montagna; sicché lo studio di una linea vi è assai difficile. Potendo, conviene tracciare le curve in orizzontale, onde non associare due soprassistenze; però, se non è possibile, converrà ridurre la pendenza almeno a metà di quella dei tratti rettilinei adiacenti e ragionevolmente tanto più quanto più piccolo è il raggio della curva. Oltre al maggior consumo delle rotaje, in pendenza occorre una spesa anche maggiore per la forza di trazione, dovendosi vincere la componente del peso del treno parallela all'asse stradale. Così, mentre in pianura occorre una spesa di circa L. 0.37 per combustibile al chilometro sulle linee italiane, alla Porretta tale spesa è di circa L. 1.00, ed ai Giovi di L. 1.64. In discesa poi, se la pendenza è limitata al 6‰, non si ha un sensibile svantaggio, perchè il maggior lavoro dell'ascesa viene poi compensato nella discesa che avviene quasi spontanea; ma se è maggiore la pendenza, occorre l'uso dei freni, da cui dipende principalmente il maggior consumo delle rotaje.

Si aggiunga che uno sviamento di un treno in pendenza porta sempre delle conseguenze più gravi che non

in pianura. D'altro canto, dovendo congiungere due punti separati da una catena di monti, le pendenze spinte anche al loro maggior limite pratico possono presentare dei vantaggi, perchè accorciano la strada; possono risparmiare delle gallerie, delle trincee, degli sviluppi tortuosi e dei lavori di terra o d'arte molto rilevanti.

Nel fissare le pendenze sarà conveniente paragonare adunque i vantaggi cogli svantaggi, sempre avendo di mira di sacrificare una spesa anche grande nella costruzione se la linea è di grande avvenire, affinchè ne risulti più comodo l'esercizio e possibile l'applicazione delle grandi velocità. In Europa si hanno poche linee a pendenze grandi; al Moncenisio si arriva al 30‰ ai Giovi al 35‰ e ad Enghien al 45‰.

In Italia le pendenze sono considerate come piccole se minori del 5‰, medie se minori del 10‰ e forti se arrivano fino al 25‰. Soltanto in casi eccezionali il Governo permette una pendenza maggiore fino al 30‰.

Col crescere della pendenza diminuisce molto rapidamente il vantaggio della trazione sulle strade ferrate in confronto colle strade ordinarie. La componente parallela all'asse stradale del peso P di un treno è P sen. α , ossia senza errore sensibile P tang. α , essendo l'angolo α che comprende l'asse stradale coll'orizzontale sufficientemente piccolo. Ritenuta la resistenza alla trazione in orizzontale di 4 chilogr. per tonnellata sopra una strada ferrata e di 3 chilogr. sopra una strada ordinaria, si ha il seguente prospetto:

Pendenza	Resistenza sopra una strada	
	ferrata	ordinaria
10 ‰	Chilogr. 14	Chilogr. 40
20 ‰	» 24	» 50
50 ‰	» 54	» 80
100 ‰	» 104	» 130
150 ‰	» 154	» 180

Si rileva così che il rapporto delle resistenze che in orizzontale è circa $\frac{1}{3}$, ascende ad $\frac{1}{2}$ colla pendenza del 20‰, ai $\frac{2}{7}$ colla pendenza del 100‰, e così via. Tale risultato giustifica infatti quanto si verificava al Moncenisio all'epoca della strada Fell (1868); il servizio delle merci tornava più vantaggioso fatto sopra la strada ordinaria, anzichè sopra la ferrata. La pendenza massima era quivi dell'83‰. Le pendenze devono essere regolate in vicinanza alle stazioni; così sarà da rigettare quel profilo continuamente in pendenza anche in pari ad una stazione; come pure se una stazione si trova al punto d'incontro di due discese. Se la linea è in pendenza in pari ad una stazione, si dovrà creare una spianata, perchè i veicoli non abbiano alcuna tendenza, anche sotto l'azione di un vento leggero, a moversi. La disposizione più conveniente e che conviene creare ogniqualvolta ciò sia possibile, è quella che presenta due ascese verso la stazione con una spianata in pari a questa; restano allora favoriti gli aumenti e le diminuzioni delle velocità nei treni in partenza ed in arrivo.

Non conviene però creare una pendenza superiore al 3‰. Nelle gallerie le pendenze devono essere minime, e anche non potendone a meno, devono essere sempre minori da quelle che si possono ammettere sulla stessa linea all'aperto; l'umidità nelle gallerie favorisce il così detto pattinaggio ossia lo scorrimento delle ruote motrici delle locomotive. Nella galleria dei Giovi, dove la

pendenza massima è del 28‰, s'incontra maggiore difficoltà al movimento che non fuori, dove la pendenza è del 35‰. Si avrà occasione di ritornare ancora sulle curve e sulle pendenze.

Profilo trasversale. — Le proporzioni del profilo di una strada ferrata sono subordinate alla larghezza del binario, la quale si misura tra i fianchi interni delle rotaje quando la strada è rettilinea, e non fra mezzaria e mezzaria delle rotaje, onde permettere una diversa larghezza del fungo delle rotaje, che varia presentemente fra 58^{mm} e 63^{mm}. Una tale larghezza venne stabilita ufficialmente in Francia entro 1^m.44 e 1^m.45 per le grandi linee. In Germania, alla riunione di Dresda del 1865, venne stabilita la larghezza di 1^m.436. In Italia la larghezza regolamentare è di 1^m.445. Non si deve credere però che essa sia stata fissata in base ad esperienze od a considerazioni speciali; ma soltanto ad imitazione di quella ordinariamente ammessa nei veicoli ordinari. Da principio non si tenne da tutte le Società la stessa larghezza adottata da Stephenson. Vi fu anzi un ingegnere di grido, il signor Brunel, il quale credette prevedere insufficiente la larghezza di 1^m.44 e per la potenza della locomotiva e per la velocità e potenza del traffico; tantochè si costrussero in Inghilterra diverse linee colla larghezza del binario di 2^m.13, ed altre ancora con larghezze differenti. A parte le linee dell'Irlanda, dove venne fissata 1^m.68, larghezza compatibile coll'isolamento, le sette larghezze differenti che esistevano in Inghilterra verso il 1844, non diedero luogo a nessun inconveniente finchè fecero da sè; ma quando s'incontrarono, allora se ne riconobbero gli inconvenienti. Gli scarichi ed i ricarichi producevano consumo nelle merci, perdite di tempo e maggiore spesa. L'ingegnere Brunel ideò degli apparecchi idraulici molto potenti onde passare le casse cariche dei veicoli, rese scioglibili dall'intelajatura, da un binario ad un altro; ma ciò non bastò. In un *meeting* a Birmingham, gl'industriali inglesi fecero vive proteste; tantochè, portata la questione in Parlamento, questo nominò una Commissione, la quale scelse la larghezza di 1^m.44 fissata dallo Stephenson, come sufficiente anche per un traffico superiore al maggiore fino allora verificatosi. Così molte Società inglesi dovettero scontare con una forte spesa la loro imprevidenza, il non aver cioè pensato che fra non molti anni un medesimo veicolo avrebbe dovuto percorrere il paese intero. Tale inconveniente non si verificò in Francia e neppure in Italia, a cui giovò quindi per tale riguardo l'incominciamento ritardato delle costruzioni ferroviarie. Ma parecchi paesi, come il granducato di Baden, l'Olanda, ecc., per non trovarsi poi isolati dal commercio internazionale e di transito, dovettero modificare la larghezza dei binari. Dove in Inghilterra non si ridusse la larghezza, si aggiunse una terza rotaja. Una tale soluzione, non esente da inconvenienti, venne applicata anche in America sopra diverse linee. Nel continente europeo rimasero soltanto la Russia con una larghezza di binario uguale a 1^m.523, e la Spagna di 1^m.736.

Una strada ferrata differisce da una carrettiera per ciò solo che contiene le rotaje od organi destinati a guidare i veicoli secondo traiettorie determinate; gli organi di collegamento e di sostegno delle rotaje e di un corpo di massiciata permeabile. La massiciata si tiene tutta in rilievo sulla piattaforma di terra, la quale deve essere conformata in generale a piovanti onde dar pronto scolo all'acqua. Se il piano delle rotaje non è sufficientemente elevato sul suolo, la massiciata suol essere incassata, ma allora occorrono dei canali o piccole chiaviche attraversanti le banchine in terra ed immettenti l'acqua

nei fossi laterali di scolo. La massicciata incassata si applica specialmente in trincea, dove talora dev'essere costruita le banchine in muratura, e rivestire anche le scarpe. Ma ciò in via eccezionale, cioè quando lo scavo riesce difficile o di grave spesa. Ogni economia nella massicciata diventa pernicioso per la conservazione del materiale di armamento della strada e del materiale mobile; non si tiene di spessore inferiore a 0^m.50 e di 3^m.30 di larghezza fra i due cigli superiori nei rettilinei; in curva, il peso ognor crescente delle locomotive e la velocità esigono una sezione alcun poco maggiore, perchè non si sposti il binario; si può incassare la massicciata nelle curve di 500^m di raggio o meno, e limitarsi ad ingrossare il corpo della massicciata all'esterno nelle curve di raggio maggiore. La larghezza della massicciata alla sua base dipende dall'angolo d'attrito proprio della ghiaja. Con-

viene che le banchine, sulle quali debbono camminare i cantonieri e gli operai di manutenzione, abbiano una larghezza di 0^m.60 almeno. La larghezza della piattaforma di terra si fa in generale non inferiore a 5^m.50. La massicciata superiormente si dispone a piovante dalle rotaje verso i cigli; fra le rotaje presenta un profilo curvo e convesso, sicchè l'acqua viene sciolata addosso alle rotaje. Venne provato il profilo concavo affinché l'acqua non si raccogliesse sulle traverse nei punti di appoggio delle rotaje, dove le traverse medesime si mostrano maggiormente consumate; però il raccogliere l'acqua sulla mezzaria della strada ne rende più difficile lo scolo.

Il profilo a raso delle traverse venne pure abbandonato. Nelle strade a due binari il profilo superiore della massicciata è pure leggermente convesso e presenta

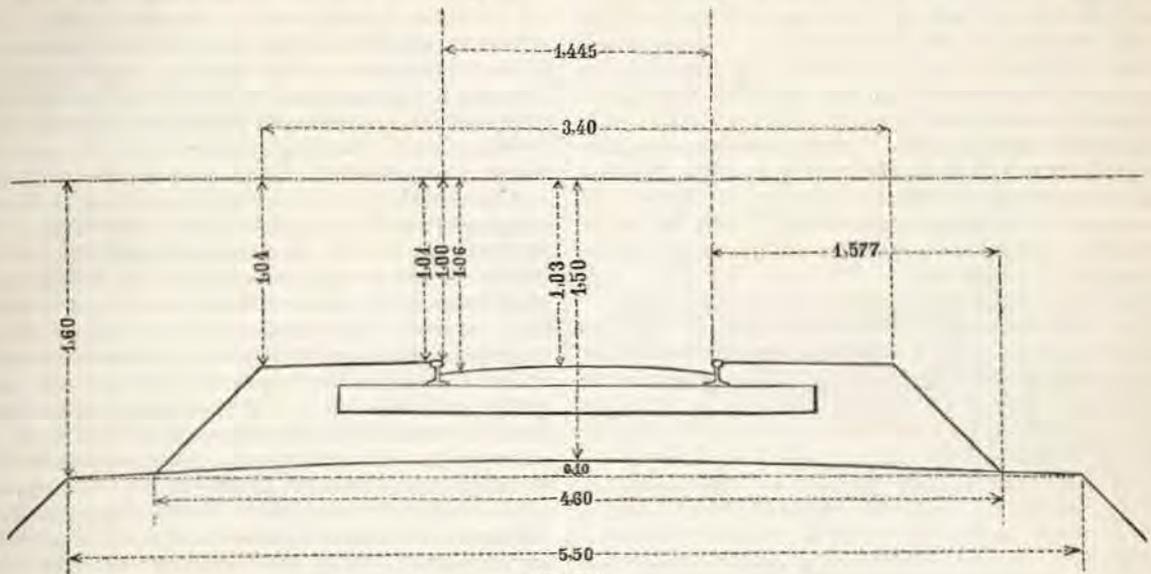


Fig. 594.

una larghezza che in Italia è stabilita di 2^m, fra i fianchi esterni delle rotaje più vicine dei due binari. Il peso rilevante dei treni e specialmente delle locomotive esige che la strada sia bene consolidata, non dovendo avvenire cedimenti, i quali rendono irregolare il binario. È perciò della massima importanza liberare il corpo stradale dalle acque piovane, che tendono a rammollire la piattaforma ed a favorire quindi i cedimenti irregolari del binario. La massicciata deve adunque essere costituita di ghiaja permeabilissima, ciò che contribuisce anche alla maggiore conservazione dei sostegni delle rotaje, se di legname. Se il terreno è di natura consistente, i fossi laterali bastano a dare esito all'acqua; tali fossi sono regolati come per le strade ordinarie di una profondità non minore di 0^m.25 e di una larghezza superiore non inferiore a 0^m.75. Talora si hanno dei terreni di natura argillosa che richiedono delle fognature. Si sogliono fare queste con grossa ghiaja e con pietre poste alla rinfusa. La fognatura con tubi di terra cotta si dispone lungo l'asse stradale ad un metro circa di profondità, onde preservarla dal gelo; è sufficiente la pendenza di 0^m.002 per metro; il diametro dei tubi non si adotta minore di 0^m.10; si coprono con ghiaja pulita; di tratto in tratto si creano dei piccoli manufatti per la immissione dell'acqua nella condotta. Talora si riscontrano a certa profondità degli strati assorbenti e se ne profitta per iscaricarvi l'acqua con un numero conve-

niente di pozzi. Alle stazioni, se un po' considerevoli e se il terreno non è di natura assorbente, occorrono parimenti delle fognature. Si hanno esempi di ferrovie che attraversano terreni paludosi, e si trovano appoggiate sopra una platea creata con palafitta.

La fig. 594 rappresenta il profilo trasversale tipico delle strade ferrate italiane.

Massicciata stradale (Ballast). — È ovvio che se i sostegni delle rotaje riposassero direttamente sulla piattaforma di terra, per quanto fossero a superficie d'appoggio ampia, e per quanto si assicurasse lo scolo dell'acqua, non potrebbero a meno di approfondarsi nel terreno all'epoca delle piogge e nella stagione invernale; oppure nella primavera dove gela d'inverno. Ne deriverebbero dei cedimenti locali del binario e troppo danno ne risentirebbe il materiale mobile. Ciò spiega di già la necessità di un corpo di ghiaja intermediario fra gli appoggi delle rotaje e la piattaforma di terra. Ma lo scopo della ghiaja è anche di togliere la rigidità del binario, quale si avrebbe ove fosse appoggiato sopra una materia eccessivamente dura e resistente. I treni e specialmente quelli a grande velocità sono in uno stato di continue vibrazioni od oscillazioni, ed esigono un binario alcun poco elastico che giovi ad attutire tali vibrazioni. Il corpo di massicciata, per quanto sia costoso, pure è indispensabile; esso costituisce un sottopoggio

delle rotaje e deve soddisfare alle seguenti condizioni: 1° Deve essere molto permeabile all'acqua, in modo da conservare all'asciutto se stesso, epperò i sostegni dritti delle rotaje che vi sono immersi; 2° Deve presentare una certa mobilità fra i suoi elementi per dare flessibilità al binario e dolcezza al movimento dei treni; 3° Deve essere formato di elementi non troppo minuti, affinché non venga esportato dall'acqua di pioggia, oppure dai venti ed introdotto fra le parti del materiale mobile, nè di pezzi troppo grossi che ripartiscono male la pressione; 4° Deve essere costituito da pezzi resistenti al gelo, all'acqua, alla pressione dei treni, e disposto con uno spessore sufficiente, perchè ricevendo la pressione dai sostegni delle rotaje, possa trasmetterla alla piattaforma distribuita sopra una superficie ampia, e non venga internata in essa. Una ghiaja che non soddisfi a tali condizioni espone ad un maggior consumo le rotaje, i collegamenti coi sostegni e il materiale mobile. Una ghiaja eccellente è poi indispensabile là dove le condizioni atmosferiche sono più variabili; all'epoca dei disegni la strada che non ha potuto ricevere le riparazioni ordinarie durante tutto l'inverno, si troverebbe in condizioni pericolose. La ghiaja per altro non deve essere troppo mobile, perchè ne risulterebbe uno spandimento sotto l'azione delle trepidazioni al passaggio dei treni ed un conseguente abbassamento del binario, che si traduce in un lavoro continuo di rincalzamento. La ghiaja di riviera che è lavata, silicea e di forma ovoidale, soffre appunto di tale difetto. La ghiaja artificiale a spigoli vivi è conveniente da porre sotto alle traverse, perchè queste supposte di legno vi trovano appiglio ed il letto non si smove molto facilmente. È importante che la ghiaja superficiale sia a pezzi nudi, ma scevra di terra o sabbia, perchè in tal caso d'estate se ne solleva della polvere, la quale oltre al danneggiare le parti mobili dei treni, riesce sommamente molesta ai viaggiatori. La ghiaja artificiale alla superficie presenta l'inconveniente di non potervi camminare sopra agevolmente; ma sopperiscono per questo le banchine. Si esige generalmente che i pezzi di ghiaja passino entro ad un cerchio di 6 centimetri di diametro. La ghiaja di cava si trova molte volte commista a del detrito calcareo o argilloso e produce un impasto impermeabile dopo qualche tempo; preferibile è generalmente quella di torrente, quantunque non sempre abbastanza silicea. Come ghiaja in Inghilterra si è fatto uso perfino del carbon fossile tritato; altrove di laterizi frantumati. In vicinanza agli alti forni si è fatto uso delle scorie che provengono dai medesimi, evitando così di farne dei depositi di rifiuto. Quando lo spessore è di circa 0^m.50 occorrono in cifra tonda 2 m. c. di ghiaja per metro corrente di binario. Sopra diverse linee in America manca affatto la ghiaja. Dove è impiegata e per uno strato di 0^m.20 a 0^m.30 si distende fino a raso delle traverse e non più; si lasciano scoperte le estremità delle traverse se la ghiaja non è molto permeabile, perchè riconoscono gl'ingegneri di colà che durano di più le traverse medesime.

Sostegni delle rotaje. — Se si pensa alla massa enorme di un treno, alla sua forza viva, alle vibrazioni continue cui va soggetto in movimento, sicchè i veicoli si trovano spinti or contro l'una or contro l'altra delle rotaje di guida, e che uscendo una sola ruota dalla sua guida, può produrre un vero disastro, bene si spiega la necessità di dovere, non solo presentare alle rotaje dei regolari appoggi, che ne impediscano il cedimento irregolare, ma che mantengano il binario di larghezza rigorosamente costante. Devono inoltre i sostegni impedire

ogni benchè menoma rotazione trasversale delle rotaje per cui l'asse di simmetria di una sua sezione possa non più trovarsi normale alla generatrice d'appoggio della superficie carica dei cerchioni. Tale rotazione sottopone le rotaje a sforzi di torsione e flessione obliqua e ad un consumo più rapido, perchè le ruote appoggiano sopra un fianco del fungo e non più sulla sua meta. Devono inoltre i sostegni presentare una superficie inferiore di appoggio sufficientemente ampia per impedire che, avuto riguardo ad una leggera ineguaglianza nella compattezza del letto sottostante, avvengano dei cedimenti saltuarii, donde quelle ondulazioni nel binario tanto dannose al movimento dei treni. Devono poi anche concorrere col letto sottostante di ghiaja a rendere elastica la strada e dolce al movimento dei treni. Per soddisfare a tutte queste condizioni si è ricorso a diverse specie di sostegni.

Dadi di pietra. — I dadi sono stati impiegati sulle prime strade ferrate a locomotive. Al presente sono limitati a pochissime linee. Consistono in prismi o tronchi di piramidi a base quadrata di 0^m.50 a 0^m.70 di lato e di 0^m.25 a 0^m.40 di altezza, disposti sotto alle rotaje ad intervalli di 0^m.90 ad 1^m.20. Quelli che si devono trovare sotto ai punti di unione delle rotaje sono talora a base rettangolare col lato maggiore di 0^m.70 a 0^m.90. La qualità della pietra può essere qualsiasi; granito, gres, calcare, dolomia, schisto compatto, qualunque roccia insomma, a condizione che sia resistente al gelo, e principalmente alle scosse prodotte dai treni. I dadi furono impiegati cogli spigoli orizzontali paralleli e perpendicolari all'asse stradale e anche con una diagonale parallela all'asse stradale. La seconda disposizione venne riconosciuta alcun poco migliore, perchè permette un collocamento più facile e resiste meglio all'inclinazione trasversale. Si collocarono i dadi anche sopra un basamento solido di grosse pietre e calce, ma ne risultava una rigidità eccessiva del binario. Per attutire gli urti si è interposta una piastrella di legno o di cartone imbevuto di catrame fra la rotaja e il dado. Per assicurare la tenuta delle caviglie si trovò utile praticare nei dadi i fori di 0^m.04 di diametro a macchina, introdurre un bossolo di legno imbevuto di catrame e quindi infiggervi le caviglie.

Intantochè la velocità era limitata e limitata anche il peso dei treni e delle locomotive, i dadi risposero alla meglio come sostegni delle rotaje; ma coll'aumentare e il peso e la velocità dei treni se ne manifestarono i difetti. I dadi non legano le due rotaje del binario, quindi non garantiscono la larghezza costante del binario stesso senza ricorrere a tiranti o traversine di collegamento, che impiegate in numero sufficiente rendono poi troppo costoso e complicato l'armamento. Con tutto ciò i dadi potendo cedere irregolarmente per la non uniforme compattezza del letto sottostante, facilmente permettono alle rotaje di prendere un'inclinazione trasversale diversa dalla voluta. Infine il binario sui dadi riesce troppo rigido. Al presente ancora in Baviera si conservano i dadi; le condizioni d'applicabilità vi sono più favorevoli. Le velocità dei treni sono limitate ai 40 chilometri o 45 al più all'ora; il prezzo dei dadi è limitato a L. 2, 50 l'uno e si usano misti colle traverse. Non si pongono sul rilevati se non dopo 5 anni circa, cioè dopo un assodamento definitivo. In curva le traverse sono numerose. I dadi sono parallelepipedi di base quadrata col lato di 0^m.61 e d'altezza uguale a 0^m.35; le faccie laterali sono greggie, ma piane e parallele le faccie inferiori e superiori. Esigono una lieve manutenzione. Non di rado se

ne spezzano alcuni; ma in generale la loro durata è illimitata. I dadi non sono atti in massima a realizzare le condizioni di buoni sostegni, e perciò, se la convenienza del costo ne consigliasse l'impiego, sarà da limitarne l'impiego alle linee di secondaria importanza.

Lungherine di legno. — L'armamento con lungherine di legno risale all'origine delle strade ferrate, applicate specialmente in America. Sostenere le rotaje in ferro continuamente, ecco in che consiste lo scopo delle lungherine. Le lungherine sono costituite da travicelli della lunghezza di 2 a 3^m aventi una sezione generalmente quadrata di 0^m.15 a 0^m.25 di lato; e talora anche rettangolare di 0^m.12 a 0^m.20 d'altezza per 0^m.20 a 0^m.30 di base; si uniscono fra di loro mezzo a mezzo od anche con coprigiunti; si rilegano ad intervalli di 1^m.50 a 3^m con traverse di sezione rettangolare all'incirca uguale a quella delle lungherine. Il collegamento viene fatto disponendo le traverse sotto alle lungherine; ciò che in realtà dà luogo ad una ripartizione non uniforme della pressione dei treni; converrebbe meglio la traversa a livello delle lungherine, ma il collegamento riesce meno agevole.

Il pregio maggiore che si attribuisce all'armamento a lungherine è quello di formare colle rotaje metalliche una specie di rotaja unica mista, notevolmente più resistente della sola metallica, onde riesce possibile diminuire il peso di questa e con una cedevolezza più uniforme che non coi dadi o colle traverse. Tal pregio è però in gran parte soltanto apparente, giacchè in primo luogo le lungherine sono giuntate di seguito l'una all'altra; e nei punti di unione cessa la continuità od uniformità della resistenza; inoltre, per quanto sia grande il numero dei chiodi o delle viti di collegamento delle lungherine colle rotaje, per essere diverso il coefficiente di dilatazione e di resistenza, prontamente si verifica un allentamento dei chiodi ed un distacco fra rotaja e lungherina. Si aggiunga che ristagnano anche l'acqua più facilmente delle traversine. Esse devono essere lavorate alla superficie superiore. Ma il difetto principale sta nel permettere alle rotaje le rotazioni trasversali; per la ristrettezza della superficie d'appoggio delle lungherine e lo spostamento trasversale che subiscono per l'azione ondulatoria dei treni. Si rimedia ad un tale difetto col rilegarle mediante numerose traverse; ma allora l'armamento diventa troppo costoso. Tanto vale servirsi addirittura dell'armamento a traverse. Oggidì l'armamento a lungherine è quasi dimenticato, salvo qualche esempio che esiste tuttora in Inghilterra. Si è tentata la lungherina a sezione triangolare con rotaje a sella, ma senz'esito soddisfacente.

Traverse. — L'armamento a traverse risale esso pure all'origine delle strade ferrate. Le traverse sono collocate ad una distanza di 0^m.90 e 1^m.10 e su di esse vengono fissate le rotaje. È il sistema di armamento più diffuso; anzi nella maggior parte dei casi preseritto. Esso risponde infatti meglio di tutti gli altri alle condizioni di sostenere e collegare contemporaneamente le rotaje, tenuto conto naturalmente del costo, e permette liberamente lo scolo delle acque; ne è comodissimo il collocamento. Quantunque convenga preferirle a sezione rettangola col lato maggiore orizzontale per modo che possano appoggiarsi con superficie piane e regolari inferiormente e anche lateralmente; pure sono applicabili promiscuamente anche quelle non rigorosamente regolari, ma un po' incurvate, in orizzontale e a spigoli smussati. Il buon ufficio delle traverse si deve però anche alla loro spor-

genza di 0^m.50 a 0^m.70 per parte all'esterno del binario. In generale si ammette conveniente la lunghezza complessiva delle traverse di 2^m.60. Quanto alla sezione trasversale conviene che sia tale per cui la faccia inferiore non abbia a trasmettere una pressione maggiore di 2 chilogr. per centim. q. alla ghiaja sottostante. La pressione trasmessa da una sola si può ammettere di 12,000 chilogr. come massima, onde si avrà la larghezza della faccia d'inferiore appoggio uguale a $\frac{12,500}{260 \times 2} = 24c.$

Lo spessore è d'ordinario compreso fra i limiti di 0^m.12 e 0^m.18, come occorre per una resistenza sufficiente. Tutte le Società ammettono una tolleranza nell'accettazione delle traverse; cioè di un tanto per cento di quelle a sezione trapezia, e semicircolare o terminate superiormente da un segmento circolare.

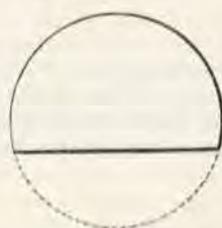


Fig. 595.

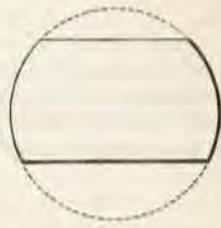


Fig. 596.

Le traverse aventi per sezione un segmento circolare, (fig. 595 e 596), un trapezio (fig. 597) od un rettangolo a spigoli smussati (fig. 598) con una o due faccie alla sega provengono da alberi di 0^m.25 a 0^m.30 di diametro.

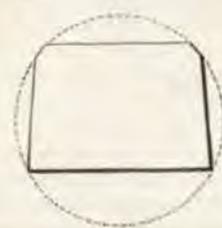


Fig. 597.

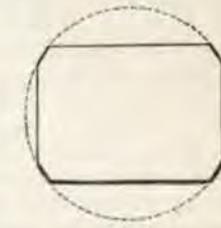


Fig. 598.

Da alberi di 0^m.34 a 0^m.36 di diametro si ricavano due traverse, il cui profilo è più discosto (fig. 599) o meno (fig. 600) dalla forma rettangolare. E così crescendo il

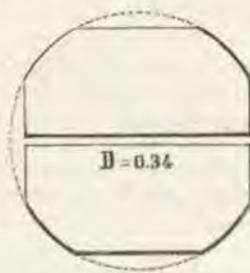


Fig. 599.

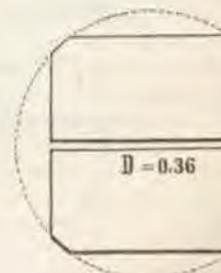


Fig. 600.

diametro se ne ricavano 3, 4, 6, 8, come mostrano chiaramente le figure 601, 602, 603, 604 e 605. Le dimensioni minime si danno alle traverse perfette cioè a sezione rettangolare colle quattro faccie tutte venute alla sega. Si tollerano d'ordinario dai 2 ai 3 cent. d'alburno; tutte debbono essere spoglie della corteccia; si tollera pari-

menti una curvatura presentante la saetta massima di $\frac{1}{20}$ in orizzontale; nessuna curvatura in un piano verticale. Se ne fa l'acquisto a numero ed a misura. Se a

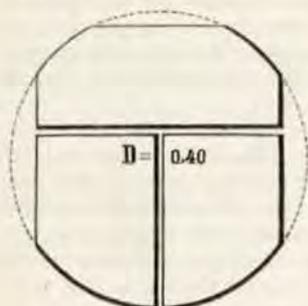


Fig. 601.

misura si vuol spingere l'approssimazione fino a 0^m.05 per la lunghezza e a 0^m.01 per le sezioni. V'hanno delle formule empiriche in commercio per la cubatura delle traverse; ma è sempre meglio rilevare esattamente la se-

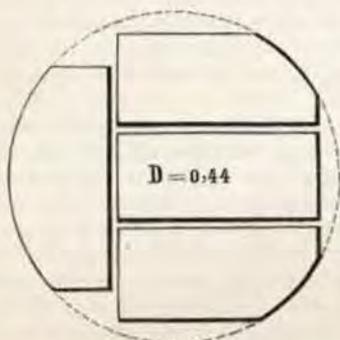


Fig. 602.

zione di mezzo; oppure quella di mezzo, le due estreme e prenderne la media; i segmenti si considerano come parabolici e se ne ha l'area moltiplicando la corda base del segmento per $\frac{2}{3}$ della saetta.

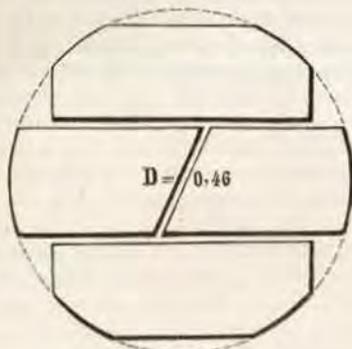


Fig. 603.

L'acquisto a misura dà luogo soventi volte a contestazioni, che si evitano coll'acquisto a numero, salvo però in questo caso a tener il diritto dello scarto. Le traverse di cui si è fin qui parlato si devono intendere di quercia. Il loro volume è generalmente variabile fra 0^{mc}.080 e 0^{mc}.110; vale a dire che occorrono circa 90 m. cubi di legname lavorato per kilom. di strada ferrata; anzi, siccome ora coll'aumentare del movimento, del peso delle

locomotive e della velocità, si trova utile portare a 7 e perfino ad 8 (linea Parigi-Mediterraneo) il numero delle traverse per ogni rotaja di 6 metri di lunghezza, si può ritenere un volume di 100 m. cubi. Sopra alcune linee si sono applicate in corrispondenza ai giunti delle rotaje delle traverse più robuste delle intermedie; è una norma non seguita generalmente.

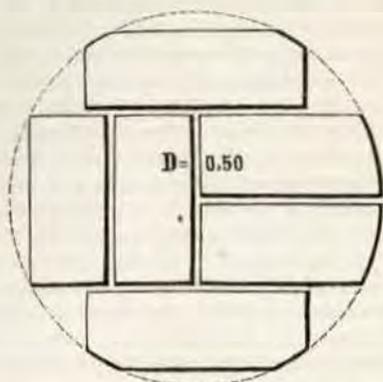


Fig. 604.

Le traverse costituiscono dei sostegni discontinui, epperò imperfetti, avuto riguardo al loro ufficio; ma con tutto ciò sono notevolmente superiori alle lungherine e più ancora ai sostegni isolati.

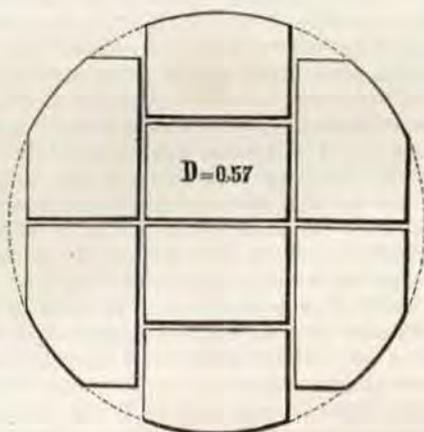


Fig. 605.

Il legname che s'impiega per le traverse è principalmente la quercia; quelle di larice sono più limitate, per la scarsità del legno; più limitate ancora quelle di abete, di pino e di faggio, per la ragione della troppo tenue durata. Si è proposta la robinia adulta, la quale è durevole e resistente come la quercia; ma ne mancano le foreste. È noto che la robinia ingrandisce rapidamente nei primi anni, ma poscia si sviluppa più lentamente, diventando il fusto più compatto e resistente, sicchè l'età a cui può essere utilizzata è all'incirca quella stessa della rovere. La durata delle traverse dipende, oltrechè dalla loro qualità, anche dalla età, dalla natura del terreno donde provengono, dal clima, dall'epoca in cui furono tagliate; ed in posto, dalla qualità della ghiaja, dal traffico della linea, dal peso delle locomotive e dalla velocità. Nelle migliori condizioni le traverse di quercia possono resistere fino a 20 anni se del cuore; in media la loro durata si valuta dagli 8 ai 10 anni. Il larice e specialmente il rosso molto resinoso dura quanto la quercia, ma la sua

produzione è troppo scarsa epperò il prezzo elevato. L'abete fu applicato in qualche località; la sua durata varia dai 4 ai 5 anni. Il pino ed il faggio durano in media dai 2 ai 3 anni soltanto.

In America l'armamento a traverse è quasi esclusivo, non ostante la estrema libertà che venne lasciata colà ai costruttori delle linee. Le traverse sono collocate più vicine che in Europa; distano da 0^m.60 a 0^m.75; quelle comprendenti i giunti delle rotaje soltanto 0^m.30 in media. Le dimensioni delle traverse sono all'incirca come in Europa. Si richiede colà dai 1600 m. c. ai 1800 m. c. di traverse per ogni chilom. Oltre alla quercia bianca, che è la più diffusa, s'impiega anche l'abete nero, il larice, il cedro e il cipresso bianco; il cedro è molto apprezzato sia per la sua durata media elevata, che è di quindici anni, sia perchè non si fende facilmente come la quercia.

L'armamento a traverse, già da molti anni riconosciuto preferibile a tutti gli altri sistemi, esige peraltro una quantità enorme di legname. In vista sia del consumo ognor crescente, sia dell'impossibilità di riprodurre le piante atte per le traverse in 10 o 12 anni, si è pensato a prolungarne la durata per mezzo di qualche speciale preparazione. La preparazione più semplice, che giova ad aumentarne la durata in opera, è l'essiccazione all'aria aperta che si suol protrarre da sei mesi ad un anno secondo i climi. Si possono anche tenere immerse da prima nell'acqua pura o salata onde far disciogliere in parte la linfa e diminuire la quantità di materia azotata che entra per prima in putrefazione. Per non lasciare molto tempo le traverse esposte all'aria perchè si essicchino, si possono introdurre in istufe ad una temperatura di 70° a 90° e così se ne accelera la maturazione. L'esperienza insegna peraltro che occorre lasciarle ancora alcune settimane esposte all'aria prima di essere impiegate. Più efficace risulta la preparazione, colla quale si inietta nell'interno delle traverse una soluzione di qualche sale minerale che deponendosi preserva più a lungo il legno dalla putrefazione. Le sostanze che finora hanno meglio soddisfatto allo scopo sono: il bichloruro di mercurio (sublimato corrosivo), il solfato di rame (vetriolo verde), il cloruro di zinco, il creosoto. Il signor Hatzfeld ha proposto di sostituire al solfato di rame il tannato di protossido di ferro; il quale è meno solubile nell'acqua, ma cristallizzando nell'intorno dei legnami pare abbia un'azione più efficace di conservazione.

I metodi di preparazione adottati sono: 1° ad iniezione per circolazione sotto debole pressione; 2° per assorbimento senza pressione; 3° per pressione forte in vasi chiusi; 4° per carbonizzazione superficiale.

Il primo metodo, dovuto a *Boucherie*, consiste nell'iniettare sotto la pressione di $\frac{1}{4}$ d'atmosfera od un'atmosfera, una soluzione di solfato di rame nella proporzione di 1 chilogr. a 5 chilogr. per ogni ettolitro di acqua, da una parte di un tronco d'albero ancora rivestito della sua corteccia ed appena atterrato. La linfa esce dalla parte opposta, e dopo 3 o 4 giorni, quando cioè si riconosce che esce la soluzione quasi pura, si sospende l'operazione. Con ciò si sostituisce nei vasi del legno alla linfa onde sono ripieni, del solfato di rame, il quale cristallizza facendo essiccare il legno e ne rende più tarda la consumazione. Un tal sistema si applica direttamente nei boschi. Si tagliano i tronchi d'alberi della lunghezza propria di una oppure di due traverse; in questo secondo caso però siccome la pressione non sarebbe sufficiente per espellere la linfa, si fende a metà il tronco, lasciando le due parti unite per un po' di alborno; inclinando le due metà si apre la fenditura a forma di cuneo, ed è quivi che si fa la iniezione. Questo metodo dà risultati poco

soddisfacenti se i tronchi sono nodosi e vecchi. Inoltre non torna sempre comoda ed economica la sua applicazione subito dopo l'atterramento delle piante. Dovendo poi essere applicato ai tronchi greggi, nella lavorazione di questi si deve rifiutare poi una parte di legno iniettato, il quale riesce inservibile perfino da ardere; gli strumenti di lavorazione si consumano molto.

Il costo medio delle traverse così iniettate risulta di una lira l'una.

La semplice immersione delle traverse in una soluzione salina qualsiasi riesce quasi inefficace.

Bethell pensò di essiccare le traverse rapidamente alla stufa, e ancora calde immergerle quindi in una vasca contenente una soluzione di solfato di rame o di cloruro di zinco. È un processo applicato con discreto successo in Inghilterra. La preparazione di ogni traversa costa da lire 1 ad 1.20.

Il metodo, fra i tanti ideati, che più di tutti può dirsi razionale è quello così detto della *rarefazione e della pressione*. In una caldaja della lunghezza di 16 a 20 metri e del diametro di 1^m ad 1^m.50 s'introducono dei carretti carichi di traverse. Chiusa ermeticamente la caldaja, vi si immette del vapore che penetrando nel legno lo gonfia e discioglie anche in parte la linfa che contiene. Dopo si pratica la rarefazione nelle caldaje fino a $\frac{1}{10}$ e talora anche fino a $\frac{1}{10}$ di atmosfera; la dilatazione dei vasi prodotta dal vapore facilita l'uscita di una parte della linfa. Si inietta poscia la soluzione antisettica fino alla pressione di 7 a 9 atmosfere circa per mezz'ora, e con ciò l'operazione è compiuta. La soluzione può essere di cloruro di zinco o di solfato di rame. Il creosoto non essendo solubile nell'acqua non penetra nel legno umido e conviene sostituire alla prima parte della preparazione cioè alla immissione del vapore d'acqua, l'essiccazione alla stufa. Il solfato di rame non può essere impiegato a contatto col ferro. Il creosoto dà migliori risultati. Una traversa di quercia ne assorbe in media 6 chilogr.; se di abete, 20 chilogr. Col creosoto di prima qualità una traversa di quercia costa 1^l.20, se di abete 3^l.80; col creosoto di seconda qualità il costo è rispettivamente di 0^l.90 e 2^l.50; col catrame di 0^l.50 e 1^l. Nei climi caldi il creosoto non dà buoni risultati, li dà invece buoni nei climi umidi. La maggiore durata che si consegue per le traverse di quercia anche preparate col miglior modo possibile, non compensa in generale la spesa di preparazione. Il cuore della quercia non resta penetrato che a pochi millimetri di profondità; la lieve efficacia della preparazione resta limitata alla pellicola d'alborno di cui possono essere coperte in parte. Le traverse di legno dolce assorbono molta soluzione e perciò costano assai; pur tuttavia dopo 5 o 6 anni, mentre in apparenza si mostrano compatte e quasi nuove, sono divenute fragili e si spezzano colla maggiore facilità. In Italia, dove il costo delle traverse di quercia è non maggiore di 4 lire l'una, non s'impiegano quelle di legno dolce e non si preparano con metodi speciali; si lasciano semplicemente stagionare.

La carbonizzazione superficiale delle traverse ne protrae la durata come un'inverniciatura. Il signor *Laparent* ha proposto ed il signor *Hugon* ha congegnato un apparecchio per la carbonizzazione delle traverse mediante un getto di fiamma davanti alla quale si fa scorrere la traversa successivamente colle quattro faccie laterali. Le traverse devono già essere essiccate affinché più sollecita ne risulti la carbonizzazione. Un solo apparecchio può prepararne 200 al giorno. La Società francese del Nord, che tiene in posto oltre a 3,000,000 di traverse e ne ricambia oltre 200,000 all'anno, cioè 600 al

giorno, bisognerebbe almeno di tre apparecchi *Hugon* se volesse carbonizzare tutte le sue traverse. Il signor *Ravazé* ha ideato un apparecchio capace di carbonizzare da 800 a 1000 traverse al giorno; esso consta essenzialmente di una catena continua accavallata sopra due rulli orizzontali, sotto la quale sta il fuoco, e sopra la quale si avviano le traverse successivamente da una parte per raccogliere carbonizzate dalla parte opposta. Quantunque la preparazione sia più pronta, non riesce però così completa come coll'apparecchio precedente, col quale il getto di fiamma penetra fra le irregolarità della superficie greggia del legno. La carbonizzazione non è però molto applicata dalle società ferroviarie.

Sostegni misti delle rotaje. — Allorquando si rinnovano le traverse si trovano molte di esse ancora in buono stato per un tratto intermedio compreso tra i fori delle caviglie di collegamento colle rotaje. L'ingegnere *Huber* ha creduto di utilizzare tali porzioni onde formarne delle traverse miste, costituite cioè da due pezzi di traverse della lunghezza di circa 0^m.90 l'uno, rilegati lateralmente da due sbarre di ferro a sezione rettangolare. Il loro costo non risulta peraltro inferiore a 4 lire caduna; e non durano come le nuove. L'impiego delle traverse di rifiuto allo stesso scopo non è per nulla da raccomandarsi.

Il signor *Pouillet* già da lungo tempo ha applicato un sistema d'armamento a traverse, ma di piccole dimensioni, però rinforzate con *tavole di pressione* pure in legno poste sotto alle traverse in corrispondenza alle rotaje, facenti l'ufficio di dadi; presentano una superficie d'appoggio di 0^m.60 x 0^m.60 e presentando così un ampio appoggio rendono inutile un forte spessore delle traverse, le quali non si inflettono anche collo spessore di soli 0^m.06; la loro larghezza essendo di 0^m.20, e la loro lunghezza soltanto di 2^m. Il volume di una traversa colle due tavole annesse o zoccoli risulta circa metà di quello d'una traversa ordinaria; però presenta una superficie quasi pari; e in un tempo assai minore i pezzi sottili sono consumati. È vero che si sogliono verniciare per aumentarne la durata; ma la spesa copre l'utile.

Il signor ingegnere *Bergeron* di Losanna ha preso un brevetto nel 1871 per sostegni misti costituiti da blocchi di legno di almeno 0^m.60 x 0^m.12 x 0^m.15 e distanti di 0^m.50 da asse in asse, collegati direttamente colle rotaje; ogni 2^m in rettilineo e ogni 1^m.50 ed anche ogni metro in curva dispone una traversa, ma mista, cioè costituita di una sbarra di ferro posta in coltello di 0^m.01 x 0^m.12 x 2^m.10, la quale porta ad ognuna delle sue estremità due blocchi di legno come i precedenti, applicati lateralmente. La sbarra di ferro porta due tacche in cui si insediano le rotaje, le quali però appoggiano sul legno. Lo scopo che si è prefisso l'autore è di giovare di pezzi quali che siano di legno, però non usato. Egli propone anche un'economia per la massicciata; suppone praticati due fossi nella piattaforma di terra sotto alle due rotaje del binario, e riempiti di ghiaja; su di essa appoggiano i sostegni delle rotaje; dei condotti trasversali smaltiscono l'acqua che si raccoglie nei fossi ripieni di ghiaja.

Rotaje. — Si è già accennato, nel breve riassunto storico delle strade ferrate, ai primi tentativi di rotaje fino a quelle in ferro, contro le quali a torto si era sollevato il difetto di irrugginarsi prontamente. Dalla sezione rettangolare si passò a quella formata da un fungo superiore e da una costola inferiore che si fissava ai sostegni coll'intermediario di cuscinetti e di una bietta di ferro che prendeva mezzo a mezzo in due sedi praticate una nella costola, l'altra nel cuscinetto. La rigi-

dità del collegamento produceva però la rottura nei cuscinetti di ghisa per quanto si facessero robusti. Si sostituirono le biette di ferro con cunei di legno, munendo però contemporaneamente anche di un piccolo fungo inferiormente la rotaja onde non potesse sollevarsi.

Alle rotaje a doppio fungo dissimetriche tennero dietro quelle a doppio fungo simmetriche, di peso epperò di resistenza maggiore, che reclamava il peso crescente delle locomotive e l'aumento delle velocità. Una tale rotaja presentava il vantaggio di poter essere capovolta quattro volte; ma era vantaggio in gran parte illusorio, perchè consumata alquanto in una posizione subiva delle deformazioni che non permettevano di insediarla capovolta nei cuscinetti; perciò si teneva ancora in pregio anche la rotaja a funghi disuguali, nella quale a parità di peso potevasi tener più grosso il fungo superiore.

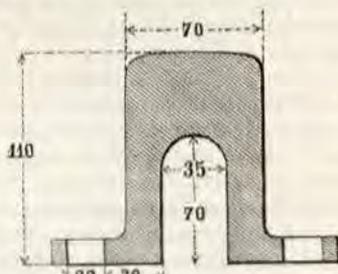


Fig. 606.

Fra i diversi tipi di rotaje che si idearono ebbe una certa voga quello ad U rovesciato dovuto al *Bunel* (fig. 606), che lo applicò in Inghilterra sopra lungherine di legno. La soppressione delle parti in falso nel fungo che si hanno in quelle derivate dal tipo a doppio T e la soppressione dei cuscinetti sembravano titoli sufficienti a renderlo accetto; pure la difficoltà di collegarle fra di loro successivamente, l'aver sempre sacrificata l'altezza della rotaja alla larghezza e sporgenza delle curvature di base, l'applicazione sopra lungherine di legno, colle quali non era possibile un collegamento perfetto, e la maggior difficoltà di fabbricazione mostrarono la rotaja *Bunel* meno conveniente di quella a due funghi.



Fig. 607.

In America durò più a lungo l'impiego di rotaje di legno a lungherine ricoperte di una foglia di ferro, stante il tenuissimo prezzo del legname. La foglia di ferro venne ingrossata man mano fino a presentare la forma rappresentata nella fig. 607. L'ingegnere *Vignoles Blacher Carlo*, morto nel 1875, verso il 1843 portò in Europa questo tipo, che porta perciò il suo nome. Resa più resistente coll'elevarne di più la costola fino a raggiungere un'altezza uguale a quella delle rotaje a due funghi, venne applicata sulle traverse, a cui si collegava direttamente con arpioni senza i cuscinetti. A parte tutti gli altri tipi che non fecero buona prova,

si trovarono di fronte in Europa quelli a doppio fungo già diffusi e dominanti, e quello *Vignoles* od a *suola*.

Dal punto di vista della resistenza alla flessione non presentano sensibile differenza a parità di peso per unità lineare. Volendo confrontare tali resistenze si può procedere molto spedidamente nel modo seguente: Se si suppongono due rotaje appoggiate sopra due sostegni orizzontali ad una distanza l e caricate di due pesi uguali P applicati al loro punto di mezzo, sarà il momento flettente relativo alla sezione di mezzo di ognuna rappresentato da $\frac{1}{2}Pl$. Ciò posto, si divida la sezione di una rotaja in tante striscie di piccola altezza da potersi considerare come rettangoli o trapezii, mediante corde perpendicolari all'asse di simmetria verticale della sezione medesima; dicasi a l'area di una qualunque di tali striscie, di cui si rilevano col doppio decimetro le due dimensioni; sia x la distanza del punto di mezzo dell'altezza della striscia (ossia del suo baricentro) da un punto qualunque preso sull'asse di simmetria verticale; la relazione $X = \frac{\sum ax}{\sum a}$ fornisce la distanza di tal punto dal baricentro di tutta la sezione.

Per questo baricentro si conduca l'asse neutro: si rilevino pure col doppio decimetro le distanze d dei punti di mezzo delle altezze di tutte le striscie dell'asse neutro; si formi l'espressione $\sum ad^2$, ossia la somma dei momenti d'inerzia di tutte le striscie con sufficiente approssimazione, purchè le striscie siano molto basse, e la si divida per la distanza v dell'asse neutro dai punti della sezione che gli sono più lontani. Detto R il coefficiente di resistenza alla flessione, si ha per l'una rotaja:

$$\frac{1}{2}Pl = R \frac{\sum ad^2}{v}$$

e per l'altra rotaja:

$$\frac{1}{2}Pl = R' \frac{\sum a'd'^2}{v'}$$

epperò:

$$\frac{R}{R'} = \frac{\sum a'd'^2}{v'} : \frac{\sum ad^2}{v}$$

Cioè il rapporto delle due quantità $\frac{\sum a'd'^2}{v'}$ e $\frac{\sum ad^2}{v}$ fa conoscere quello delle tensioni o pressioni massime a cui restano sottoposte le fibre più lontane dall'asse neutro nelle due rotaje. Ciò in base all'ipotesi comunemente ammessa relativamente al modo di resistere dei materiali, ipotesi sensibilmente confermata per le rotaje dalle esperienze di *Veishaupt*. La rotaja a suola è più resistente di quelle a due funghi rispetto all'inflessione orizzontale. Quella a funghi disuguali si mostrò alla prova più resistente col fungo piccolo in alto che non in basso.

Il raffronto delle resistenze è però del tutto insufficiente a stabilire la priorità di una rotaja sopra un'altra.

Importa osservare che il consumo nelle rotaje avviene particolarmente nel fungo superiore. Ora nella rotaja a due funghi disuguali si può impiegare maggior cura di fabbricazione pel fungo superiore, e facendolo più robusto dura più a lungo. Un vantaggio equivalente si ottiene colle rotaje a due funghi uguali, potendole capovolgere, purchè però non si lascino consumare di troppo nella prima posizione. Le rotaje a suola presentano il grandissimo vantaggio di non esigere i cuscinetti; quanto alla massicciata, secondo taluni, può essere diminuita in altezza, pur lasciandone sotto alle traverse

un letto di pari altezza come per le rotaje a cuscinetti, perchè minore è la distanza che separa il piano superiore delle rotaje dalle traverse che non quando si hanno i cuscinetti. Giova però notare che coi cuscinetti le traverse portando superiormente un carico maggiore di ghiaia, ne risulta il binario più stabile. Si sono mossi diversi appunti alle rotaje a suola. Dopo un certo tempo ammaccano le traverse dove appoggiano, si verifica un giuoco fra le teste e i gambi degli arpioni e la suola, d'onde la facilità dei movimenti trasversali delle rotaje, sia di rotazione, sia di leggero scorrimento; ma purchè si intagli la sede in modo da togliere affatto l'alburno del legno, e facendo uso delle traverse di quercia, in rettilineo almeno tale inconveniente non è punto grave. In curva, dove le rotaje subiscono un'azione laterale sensibile, si fa uso di piastrelle di ferro intermedie.

La maggior difficoltà della fabbricazione non è oggidì reputata come apprezzabile. Un appunto che veramente ha avuto fin qui un valore apprezzabile si è la difficoltà di rinnovare le rotaje logore, difficoltà che è di gran lunga superiore a quella richiesta per rinnovare le rotaje a due funghi. Però oggidì l'applicazione dell'acciaio in sostituzione del ferro nella fabbricazione delle rotaje rende assai meno frequenti le rinnovazioni, epperò assai meno grave quell'appunto.

L'esperienza avendo dimostrato che il ricambio delle rotaje di ferro è quasi esclusivamente causato dallo sfogliarsi del fungo proveniente dall'enorme pressione continuata a cui restano assoggettate per unità di superficie d'appoggio delle ruote, pressione che per le locomotive si tende tuttora ad aumentare, era indispensabile un perfezionamento nelle rotaje. Nel tronchi in pendenza, dove e per l'azione dei freni e per quella dovuta alle locomotive di peso maggiore delle ordinarie il consumo delle rotaje si rendeva ancor più rapido che in pianura, si era già conseguito un perfezionamento coll'acciaificare per uno spessore di 4 a 5 millimetri il fungo alla parte superiore. Ma dopo che l'acciaio, stante i meravigliosi progressi della metallurgia, potè essere fabbricato ad un prezzo di molto inferiore a quello di prima, si è pensato a sostituire tutta intera la rotaja d'acciaio a quella di ferro. Nella *Relazione* (1877) fatta dalla *Commissione* per l'unificazione del materiale ferroviario in Italia, presieduta dall'ing. Biglia, viene mostrata la convenienza economica dell'impiego dell'acciaio in sostituzione del ferro. Detti a il valore della rotaja d'acciaio; b il valore della rotaja di ferro; n ed n' le durate della prima e della seconda; r il saggio d'interesse; posto inoltre $\frac{n}{n'} = m$, affinchè all'epoca in cui sarà consumata la rotaja d'acciaio, la spesa sia uguale impiegando il ferro od impiegando l'acciaio, bisogna che fra i valori dei due metalli sussista la relazione seguente:

$$a(1+r)^n = b(1+r)^{n'} + \\ + \alpha b(1+r)^{\frac{n}{m}} \alpha b(1+r)^{\frac{n}{m}(m-1)} - 1 \\ \alpha b(1+r)^{\frac{n}{m}} - 1$$

cioè:

$$a = b + \alpha b(1+r)^{\frac{n}{m}-1} \alpha b(1+r)^{\frac{n}{m}(m-1)} - 1 \\ \alpha b(1+r)^{\frac{n}{m}} - 1$$

dove αb esprime il valore della rotaja in ferro nuova che occorre sostituire a quella consumata, corretto col valore di quest'ultima a cui sono aggiunte le spese di rinnovamento. Il coefficiente α venne preso per approssimazione uguale a 0.75.

Nei primi tempi delle strade ferrate si soleva valutare la durata d'una rotaja partendo dall'epoca del suo collocamento. Oggidì più razionalmente si basa la durata d'una rotaja sul numero delle tonnellate di carico che vi passano sopra, numero che in media per rotaje in ferro fabbricate con diligenza si può ritenere di 14 milioni. Posto il peso medio di un treno uguale a 140 tonnellate, risultano 100,000 treni che può sopportare una rotaja di ferro prima d'essere posta fuori d'uso. Si hanno esempi di rotaje sulle quali passano 400 treni nelle 24 ore, ed allora la durata sua risulta di 250 giorni soltanto. Sulle linee di minimo traffico si può ritenere che soltanto 10 treni vi passino sopra nelle 24 ore, onde risulta una durata di circa 30 anni. Se si tiene conto dei sistemi di fabbricazione oggidì prevalenti è prudenza ritenere la durata media delle rotaje di ferro di 10 anni. La durata dell'acciajo varia pure col traffico, col peso delle locomotive, secondo l'uso dei freni; può essere ammessa con sicurezza uguale a 30 anni; onde:

$$\frac{n}{n'} = m = 3.$$

Ritenuto $r = 7\%$, la formola precedente fornisce:

$$a = \frac{2.0283 b^2 - 1.194 \cdot b}{1.465 \cdot b - 1}$$

Ritenendo per valore medio delle rotaje di ferro $b = 200$ lire alla tonnellata, risulta:

$$a = 277 \text{ lire.}$$

Per $r = 5$ si ottiene: $a = 292$; vale a dire il vantaggio nell'impiego dell'acciajo cresce col diminuire dell'interesse r . All'attuale vantaggio giova inoltre sperare si aggiunga quello di una ulteriore diminuzione nel prezzo dell'acciajo Bessemer, in vista di ulteriori perfezionamenti nel metodo di fabbricazione, mentre il prezzo del ferro non può diminuire se non ad ulteriore scapito della già scadente qualità, onde si fabbricano attualmente le rotaje.

Oggidì si trovano ancora delle rotaje a due funghi disuguali nel Belgio, e di quelle a due funghi uguali in Inghilterra, ma anche quivi l'applicazione delle rotaje a suola d'acciajo si estende continuamente. In Italia è applicata esclusivamente la rotaja a suola, e se ne applicano due di proporzioni differenti; quelle delle *Romane* e dell'*Alta Italia* hanno un'altezza di 130^{mm}, una larghezza di fungo uguale a 60^{mm} e quella della suola di 100^{mm}.

Il tipo adottato dalle *Meridionali* ha l'altezza di 125^{mm}, il fungo largo 62^{mm} e la suola larga 105^{mm}. La maggior larghezza della suola è favorevole per impedire le rotazioni trasversali delle rotaie, e la maggiore altezza è preferibile perchè più favorevole alla resistenza in un piano verticale. La *Commissione* già nominata precedentemente ha scelto il primo tipo per campione delle rotaje d'acciajo destinate a surrogare quelle di ferro. Il peso di quelle di ferro risulta di 36 chilogr. al metro corrente, e fabbricate d'acciajo peserebbero 37 chilogr., e siccome quelle di ferro si sono già mostrate sufficientemente resistenti alla flessione, per quanto non manchino delle Società estere che hanno adottato un peso di 38 e perfino di 40 chilogr., tenuto conto che la resistenza alla flessione di quelle in ferro sta alla resistenza

di quelle d'acciajo come 4 : 7 all'incirca, ha stabilito di ridurre a 36 chilogr. anche quelle d'acciajo.

La diminuzione delle proporzioni è stata portata nella costola, che nel tipo di ferro in quasi tutte le rotaje a suola è di 16^{mm}; tale spessore che, per rispetto all'azione flettente, è esuberante ed abbondante anche per rispetto agli sforzi di taglio longitudinali, è stato ridotto a 14^{mm}. La fig. 608 rappresenta la sezione di una tale rotaja. Oggidì, onde presentare alla rotaja un appoggio più ampio sulle traverse, si tende ad aumentare la larghezza della suola fin quasi a raggiungere l'altezza della rotaja medesima. A questo riguardo il tipo italiano è alquanto difettoso; ma in compenso la suola riesce altrettanto meglio nella fabbricazione, la quale non riesce bene, perchè, troppo assottigliata, la suola si raffredda rapidamente durante la laminazione, e tanto più poi se per difetto di forza motrice è alquanto lenta. La curvatura superiore del fungo ha subito delle variazioni dall'origine delle strade ferrate fino al presente.

Dalla superficie orizzontale piana che male si conveniva, si è passati ad una curvatura esagerata, cioè di 60^{mm} di raggio. Coll'aumentare della pressione sulle sale delle locomotive, si verificava un consumo rapido nei cerchioni delle ruote per la troppo ristretta superficie d'appoggio, e si è ritornati alla superficie piana accodata con archi di cerchio lateralmente, che, mentre è giovevole per i cerchioni, non lo è per il fungo, il quale si sfalda più facilmente, l'appoggio dei cerchioni potendo avvenire sulle parti in falso del fungo. Onde assicurare l'appoggio sulla metà del fungo, anche quando la rotaja abbia subito una leggera rotazione trasversale, o quando la conicità dei cerchioni delle locomotive non sia costante ed eguale a quella dei cerchioni dei veicoli, è utile una conveniente curvatura.

Quella graduale rappresentata nella fig. 608 è comunemente ammessa, salvo leggere variazioni, in tutti i tipi di rotaje. Non si prevede un aumento di sezione necessario nelle rotaje anche per l'avvenire, perchè la pressione sulle sale delle locomotive che ha già raggiunto le 13 tonnellate sarà d'ora innanzi così limitata non tanto dal consumo delle rotaje, quanto dal consumo dei cerchioni, che già debbono essere ricambiati di sovente, nonostante siano in acciaio della migliore qualità e fabbricati colla maggiore diligenza. Con tutto ciò la già nominata *Commissione* italiana ha stabilito un altro tipo di rotaje più robusto di quello normale (fig. 608) da applicarsi nei tratti di linea molto pendenti e molto percorsi. L'inclinazione del tratto A B (fig. 608) è raddoppiata, lasciando fisso il punto A; ne viene un rinforzo nel fungo, di cui neppure viene fissata l'altezza da fissarsi per ogni caso particolare secondo il consumo a cui potrà andar soggetto. La costola ha lo spessore di 16^{mm}.

Dall'origine delle strade ferrate fino al presente la lunghezza delle rotaje ha subito un continuo aumento; è così ovvia l'utilità di questo aumento, che si può credere siano state le prime lunghezze di 4^m.50 stabilite solo dai limitati mezzi di fabbricazione. Col perfezionarsi di questi, si è spinta la lunghezza delle rotaje ai 5^m.40, indi ai 6^m, che era divenuta in Europa la lunghezza normale fino al presente. Ma da alcuni anni, dietro l'impulso venuto dall'America, molte Società hanno provate le rotaje di 8^m e di 9^m e perfino di 12^m, con risultati soddisfacenti, e tanto più coll'adozione dell'acciajo, per cui si rendono assai meno frequenti i ricambi delle rotaje, che di una lunghezza così considerevole riescono poco maneggevoli. Si è avuto economia di costruzione, maggior dolcezza nel movimento dei

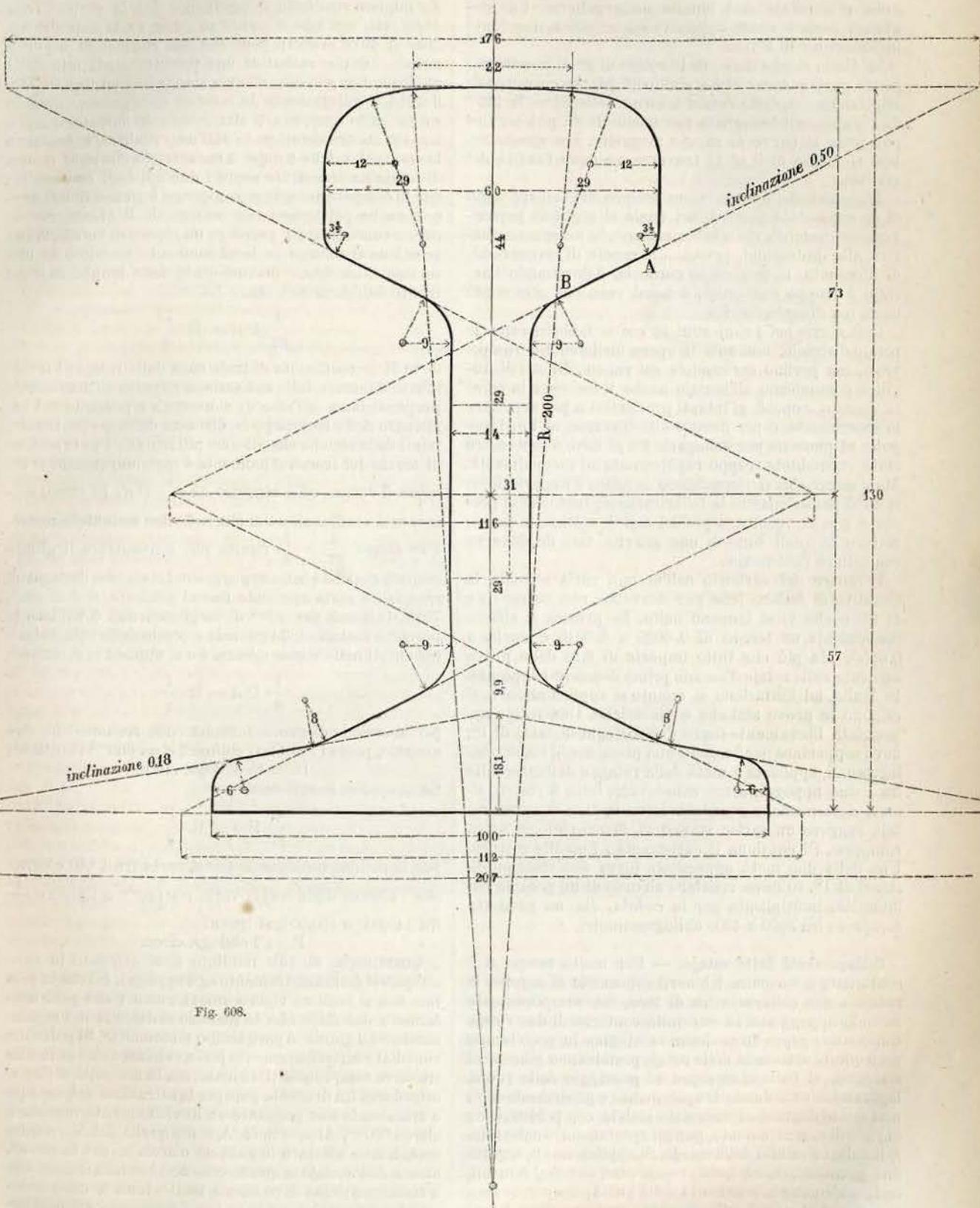


Fig. 608.

treni, deteriorazione minore in tutto il materiale mobile. Non si ritiene grave l'inconveniente di non poter voltare le rotaje così lunghe nelle gallerie. La lunghezza comunemente applicata come più conveniente in America è di 9^m.15.

In Italia si adottano ora le rotaje di 9^m di lunghezza; per le parti in curva si è stabilito 8^m.94, che corrisponde alla lunghezza della rotaia interna nelle curve di 225^m di raggio, e che alternata con quella di 9^m, può servire per tutte le curve di raggio maggiore. Per queste rotaje si fa uso di 9 ad 11 traverse, secondo l'entità del traffico.

L'acquisto delle rotaje viene sempre fatto all'appoggio di un *capitolato d'onori*, nel quale si sogliono prescrivere le modalità della fabbricazione, le tolleranze relative alle dimensioni, peso, le regole di lavorazione, di finimento, le prove e le garanzie. Allorquando l'acciaio è troppo carburato, è bensì vero che riesce più duro, ma diventa fragile.

Così è che nei primi anni in cui si fabbricavano le rotaje d'acciaio, non solo in opera facilmente si rompevano, ma perfino caricandole sui vagoni. Difetti di fragilità comunicano all'acciaio anche il fosforo e la silice in eccesso, nonché gli'intagli praticativi o per arrestare lo scorrimento, o per fissarle alle traverse, od i fori eseguiti al punzone per collegarle fra di loro, o per essere state raffreddate troppo rapidamente od inegualmente. Man mano che si riconobbero le cause d'imperfezione, si andò perfezionando la fabbricazione; tanto che al presente non si verificano più dei casi di rotture in posto; rotture le quali sono di una gravità tale da doverne consigliare l'abbandono.

Il tenore del carbonio nell'acciaio varia secondo la quantità di fosforo (che pur dovrebbe non entrarvi) e di silice che vi si trovano unite. In pratica si ritiene conveniente un tenore di 0.0025 a 0.0040 e anche a 0.0050. Ma più che tutto importa di fare delle prove accurate sulle rotaje d'acciaio prima di essere adoperate. In Italia, ad imitazione di quanto si applica altrove, si esigono le prove statiche e dinamiche. Una rotaja appoggiata liberamente sopra due sostegni distanti di 1^m, deve sopportare per 5 minuti una pressione di 20,000 chilogrammi, applicata a metà della rotaja e dell'intervallo fra i due appoggi, senza conservare, tolto il carico, alcuna deformazione sensibile. Deve inoltre la stessa rotaja reggere un carico statico di 40,000 chilogr. senza rompersi. Si continua il caricamento fino alla rottura. Una delle due metà appoggiata sopra due sostegni distanti di 1^m.10 deve resistere all'urto di un peso, la cui intensità, moltiplicata per la caduta, dia un prodotto compreso fra 3000 e 4000 chilogrammetri.

Collegamenti delle rotaje. — Per molto tempo si è continuato a costruire i binari collocando di seguito le rotaje senza collegarle fra di loro, ma semplicemente facendo appoggiare le estremità contigue di due rotaje consecutive sopra un medesimo sostegno. In poco tempo però queste estremità delle rotaje prendevano giuoco col sostegno, vi battevano sopra al passaggio delle ruote, logorandosi o sfaldandosi rapidamente, e producendo degli urti molto dannosi al materiale mobile, con pericolo non di rado di uno sviamento, per gli spostamenti anche laterali delle estremità delle rotaje. Si applicarono in seguito due *guancie* (*coprigiunti, compresse, stecche*) laterali, onde assicurare la continuità della guida; ma per quanto si facesse robusto il collegamento, esso non dava buoni risultati. Un po' di giuoco diveniva tosto o tardi inevitabile, e gli urti si ripetevano ancora. Si portò finalmente

il giunto in falso, cioè in sospeso fra due traverse collocate però a minor distanza di quelle intermedie, e si ebbe un miglior risultato, specialmente per la soppressione degli urti, tanto che si mantiene ora una tale disposizione. Non si deve credere però che essa raggiunga la perfezione; cioè che stabilisca una perfetta continuità delle guide sia per rispetto alla resistenza sia per rispetto alla durata. Il collegamento delle rotaje colle guancie, quando sia eseguito bene, le viti stringano convenientemente, e non sia ancora deteriorato dall'uso, realizza abbastanza la continuità delle rotaje. Ammettendo che ogni tronco di rotaja sia incastrato sopra i due appoggi consecutivi che lo comprendono, la stessa ipotesi è ammissibile adunque anche per il tronco che comprende il giunto. Se un carico concentrato *P* percorre un tronco di rotaja, la sua posizione che corrisponde al momento massimo in una sezione d'incastro, è distante di $\frac{1}{8}$ della lunghezza *d* del tronco dall'incastro e sta:

$$\frac{4}{27} P d = R \frac{I}{v}$$

dove *R* = coefficiente di resistenza della rotaja; *I* il momento d'inerzia della sua sezione rispetto all'asse neutro perpendicolare all'asse di simmetria e passante pel baricentro della sezione; *v* la distanza dell'asse neutro dai punti della sezione che gli sono più lontani. Per la sezione di mezzo del tronco il momento è massimo quando vi sta sopra il carico, ed è espresso da $\frac{1}{8} P d$; lo stesso momento si verifica allora anche nelle due sezioni d'incastro.

Per essere $\frac{4}{27} > \frac{1}{8}$ risulta più conveniente il giunto sospeso anziché quello appoggiato. La sezione delle guancie quale è stata applicata fino al presente, cioè di circa 70^{mm} d'altezza per 20^{mm} di larghezza non è sufficiente perchè il metallo delle guancie e quello delle rotaje siano cementati nella stessa misura. Se si applica la relazione:

$$\frac{1}{8} P d = R \frac{I}{v}$$

per la sezione di giunto formata colle sezioni delle due guancie, posto *P* = 6500 chilogr., *d* = 600^{mm} si ottiene:
R = 15 chilogr. circa.

Se si applica la relazione:

$$\frac{4}{27} P d = R \frac{I}{v}$$

per la rotaja; osservando che *d* varia fra 1^m.10 e 0^m.90, che l'altezza della rotaja varia fra 120^{mm} e 130^{mm}; e $\frac{I}{v}$ fra 140,000 e 150,000, si trova:

$$R = 7 \text{ chilogr. circa.}$$

Quantunque un tale risultato si sia ottenuto in base all'ipotesi dell'incastro agli appoggi, ciò che in pratica non si realizza rigorosamente, esso viene però confermato dal fatto che le guancie si deteriorano rapidamente ed il giunto in poco tempo si sconnette. Si potrebbe rimediare all'inconveniente coll'avvicinare di più le due traverse comprendenti il giunto, ma la necessità di dover introdurre fra di esse le pale per la estrazione della ghiaia e rincalzarle non permette un avvicinamento maggiore oltre i 600^{mm}. Alcune Società, come quella del Nord francese, hanno adottato le guancie d'acciaio, ma la convenienza dell'acciaio in questo caso non è ancora dimostrata a sufficienza; esso deve essere molto tenace, ossia accostarsi alle qualità di un buon ferro omogeneo, e può essere che si abbia allora uguale convenienza rinforzando una od entrambe le guancie di ferro. In Italia sono in via

d'esperimento le une e le altre. Diverse disposizioni si sono ideate in questi ultimi anni onde portare un miglioramento nel giunto delle rotaje. La figura 609 rappresenta la disposizione *Ibboston*; oltre alle guancie presenta una molla d'acciaio, presenta due sole viti di collegamento e non sono a madre-vite come d'ordinario, ma mordenti. La maggior parte delle disposizioni proposte pecca o per poca solidità, o per complicazione, o per eccesso di spesa. A parte però i primi due difetti, le Società

non devono farsi delle illusioni riguardo alla spesa; un aumento di resistenza al tipo comune, se dall'una parte è necessario, dall'altra non può essere ottenuto che a patto di una spesa maggiore; la quale però deve trovare un compenso nella maggiore durata dei giunti, nel minor consumo del materiale mobile, in una minor manutenzione, oltre alla maggior regolarità e dolcezza nel movimento dei treni. Sulle linee dell'Alta Italia, dove da alcuni anni sono state sperimentate le rotaje di 8^m di lunghezza,

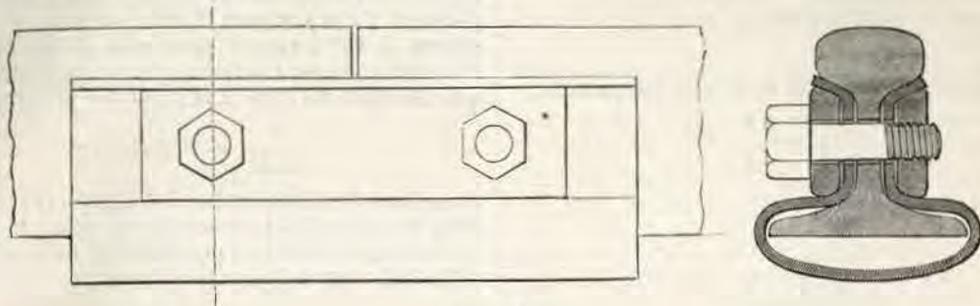


Fig. 609.

si è pure migliorato il giunto col fare la guancia esterna a squadra, più resistente di prima; ma ciò non basta ancora. Agli *Stati Uniti* d'America si applicano entrambe le guancie a squadra, con che si arriva ad ottenere una resistenza nel giunto pari a quella delle rotaje. E forse

la soluzione più semplice, che dovrà tosto o tardi essere accettata da tutte le Società. Essa è rappresentata nella figura 610; e converrà adottarla anche in vista del minor numero di giunti che si hanno, impiegando le rotaje notevolmente più lunghe di 6^m. È un miglioramento che

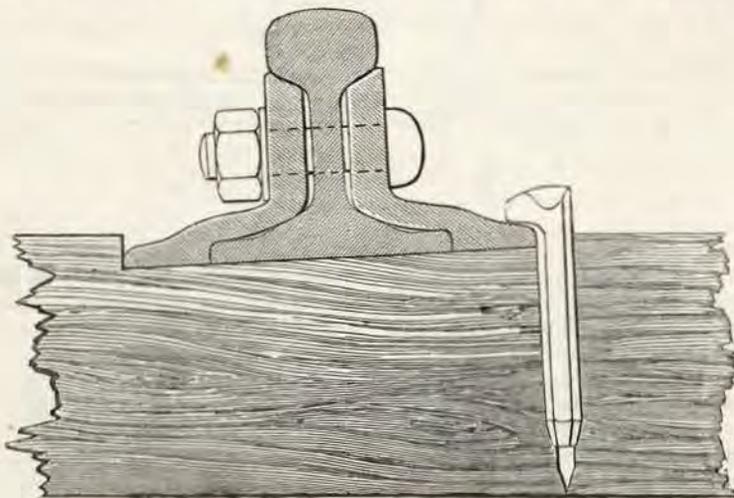


Fig. 610.

tende a portare le guide allo stato di loro ideale perfezione, cioè alla continuità di un regolo unico d'illimitata lunghezza e di sezione costante.

Le viti di collegamento delle guancie hanno esse pure un'importanza notevole, dipendendo dalle convenienti loro dimensioni e dal loro numero la solidità del giunto. Presso alcune Società sono state impiegate tre viti. Ma oltrechè un tal numero è insufficiente per impedire le deformazioni, a cui vanno esposte le guancie, le quali hanno una lunghezza non mai inferiore a 0^m. 40, la vite intermedia occupa una posizione che è affatto sconveniente per rispetto alla resistenza, già debole, delle guancie. È una disposizione che venne suggerita dal fatto che dopo un certo tempo le guancie si staccano dalle rotaje perchè le viti si allentano, e allora le estremità delle rotaje non più trattenute in giusta corrispondenza,

cedono inegualmente sotto il passaggio delle ruote, le quali dovendo quivi superare un piccolo gradino, sfaldano e consumano rapidamente le estremità delle rotaje. Tale difetto risale alla insufficiente resistenza propria delle guancie. Tre sole viti sono insufficienti anche dal punto di vista della resistenza. Sarebbero tali viti da applicarsi per impedire semplicemente gli smovimenti accidentali delle guancie, ma senza vincere alcuna resistenza permanente, quando le guancie si appoggiassero al fungo ed alla suola per superficie orizzontali, cioè fossero le guancie a sezione rigorosamente rettangolare. Ma tali superficie d'appoggio presentano un'inclinazione sull'orizzontale di circa $27^\circ = \alpha$ (fig. 608). Ciò posto, si ritenga col professore *Couche* che la pressione *P* (fig. 611) trasmessa da una ruota si ripartisca sopra la guancia *QSTH* secondo le ordinate di una retta come è indicato con una tratteg-

giatura in figura, essendo nulle le pressioni in S, T, e N. Le pressioni verticali a cui va soggetta una mezza guancia SMN Q hanno per risultanti concentrate una x applicata in D ad $\frac{1}{3}$ della lunghezza QN = l della mezza guancia, agente dall'alto in basso, ed una $-x$ applicata in C ad $\frac{1}{3} l$ a partire da Q agente dal basso in alto. Esse costituiscono una coppia di momento:

$$x b = \frac{1}{3} l x$$

onde si avrà per la sezione in MN delle due guancie:

$$\frac{2}{3} l x = R \frac{I}{v}$$

Siccome sta anche:

$$\frac{P d}{8} = R \frac{I}{v}$$

sarà:

$$\frac{2}{3} l x = \frac{P d}{8}$$

da cui:

$$x = \frac{3}{16} \frac{P d}{l}$$

La superficie sulla quale si ripartisce la pressione, di cui x è la componente verticale, è una striscia di lunghezza SM che si riterrà di 220^{mm} in media e della larghezza di 15^{mm}, epperò di un'area di 3300^{mm} q.; per $P = 6500$ chilogr.; $d = 600$ ^{mm}, risulta: $x = 3422$ chilogr. e la pressione normale sulla superficie premuta:

$$\frac{x}{\cos. 27^\circ} = 3845 \text{ chilogr.}$$

d'onde una pressione media di chilogr. 1.17 per mm. q., ossia di chilogr. 2.34 per mm. q. nel punto M, uguale a quella in Q ed in H. Una pressione così forte giustificherebbe l'adozione delle guancie di acciaio.

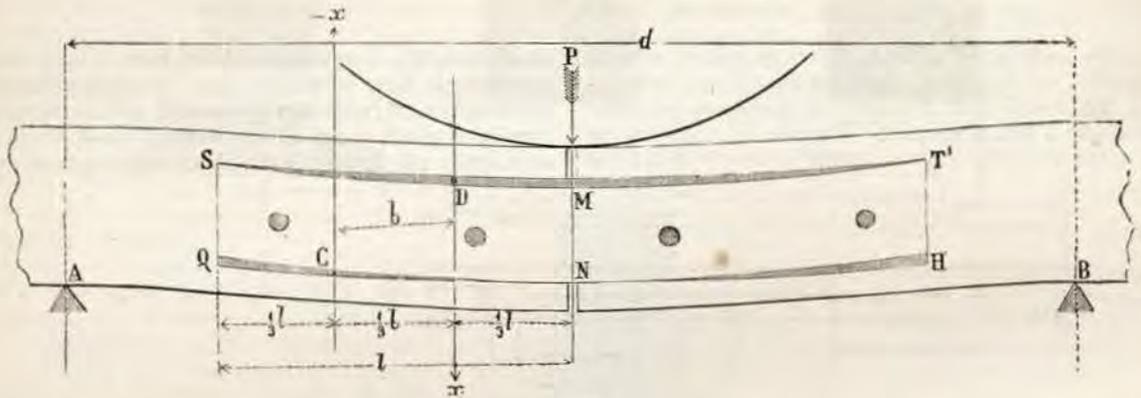


Fig. 611.

La componente $\frac{x}{\cos \alpha}$ (fig. 612) normale alla superficie d'appoggio BC applicata in A, punto di mezzo di BC, dà una componente orizzontale uguale a:

$$x \tan \alpha.$$

In E se ne ha applicata una uguale; e la loro somma rappresenta la tensione a cui vanno soggette le due viti che trattengono la mezza guancia che si considera. Ognuna di esse viti è adunque soggetta alla tensione (non tenendo conto dell'attrito):

$$x \tan \alpha = \frac{3}{16} \frac{P d}{l} \tan \alpha.$$

Detto δ il diametro della vite e R il coefficiente di resistenza alla tensione che si riterrà di 5 chilogr. per mm. q. la precedente tensione deve essere uguagliata ad $R \frac{\pi \delta^2}{4}$ da cui si ricava per $P = 6500$; $d = 600$; $l = 220$

$$\delta = 21 \text{ mm.}$$

Aggiuntavi la doppia profondità del filetto in 4^{mm} si ottiene un diametro (esterno) di 25^{mm} quale debbono almeno avere le 4 viti di collegamento. Non si è tenuto conto della tensione iniziale, a cui vengono sottoposte le viti, quando nel metterle in opera si stringono le madreviti. Non conviene però oltrepassare il limite di 26 a 27^{mm} per non indebolire di troppo sia le guancie, sia le rotaje, per quanto essi fori siano fatti in corrispondenza all'asse neutro delle sezioni. I fori devono inoltre

avere un'altezza maggiore del diametro della vite di almeno 1^{mm} onde questa non venga esposta ad un'azione tagliente. I fori nelle rotaje sono oblungi onde permetterne la dilatazione.

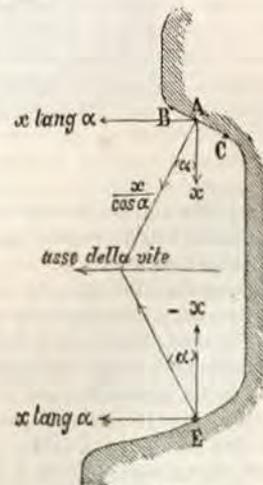


Fig. 612.

Anche nelle guancie come nelle rotaje è da raccomandarsi la foratura al trapano e non al punzone. È più difficile provare le guancie alla resistenza che non le rotaje;

e perciò si suole generalmente, se in ferro, provare una sbarra dell'identico metallo alla rottura, che conviene non si verifichi per un limite inferiore ai 34 chilogr. per mm. q. di azione longitudinale nelle fibre.

Le viti debbono essere della migliore qualità di ferro dolce. Si esige generalmente che resistano ad una tensione semplice di 40 chilogr. per mm. q. e che infisse a metà entro un foro praticato in un blocco di ghisa si pieghino di un angolo di 45° e si raddrizzino poscia a freddo senza soffrire alcuna lacerazione nelle fibre. In diversi modi si applicano i ritegni per impedire che girino mentre si stringono. Il dado delle viti si suol disporre all'esterno del binario; ciò che esige uno spostamento della ghiaia quando si ispeziona la chiusura dei dadi medesimi. Onde poterli meglio stringere e con sicurezza anche con chiavi usate, è conveniente farli quadrati e non esagoni, come si pratica nella maggior parte delle linee americane. Per

impedire lo svitamento si sono proposti molti mezzi. Si propose senz'altro il collegamento a chiodi ribaditi a caldo, ciò che impedisce la facile e spedita scomposizione del giunto. Si sono proposte le viti a due filettature contrarie che si impegnano con entrambe le guancie; le viti mordenti cioè che portano la testa da una parte e dall'altra si impegnano a vite con una guancia; ma la disposizione che si riconosce ancora preferibile è quella della vite ordinaria col relativo dado, quantunque non vada esente dall'inconveniente per cui il dado si allenta dietro le scosse, cui va soggetto il giunto sotto il passaggio dei treni.

In generale si supplisce a questo inconveniente con una manutenzione accurata, senza far uso di un secondo dado di ritegno, oppure di un verme o d'una bietta d'arresto del dado, come si suole per le bielle delle macchine a vapore.

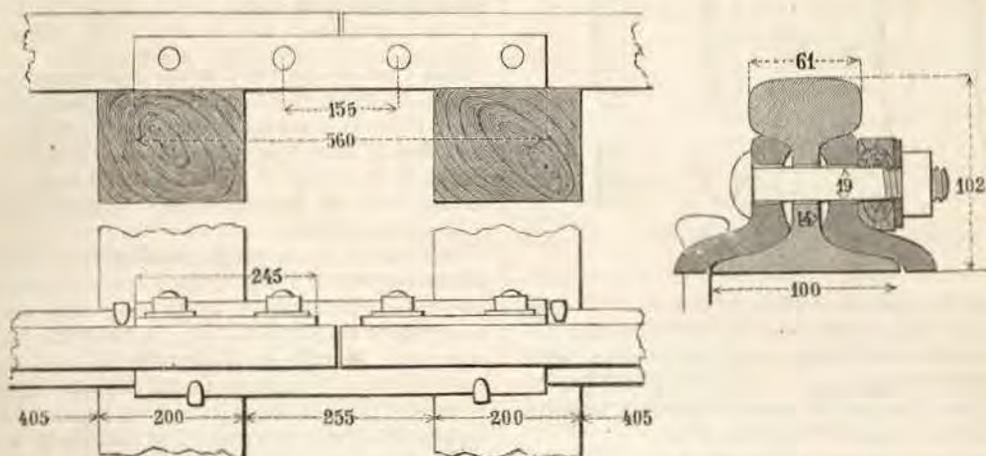


Fig. 613.

In America sulle linee di *Louisville-Nashville* venne portata una modificazione recente al giunto delle rotaie, consistente nell'aggiunta di due pezzi di legno (fig. 613) che sono attraversati ciascuno da due viti. Viene così meglio assicurato il contatto fra le guancie e le rotaie in grazia dell'elasticità dei pezzi di legno. Questi hanno un'altezza di 52^{mm}, uno spessore di 22^{mm} ed una lunghezza di 250^{mm}. Compresi dalle viti formano un cuscino che non toglie nulla alla solidità del giunto; attutiscono gli urti e giovano ad impedire lo schiudimento delle madreviti.

È rimarchevole che sopra molte linee americane si trovino i giunti delle rotaie non in pari sopra le due file, ma un giunto di una fila si trovi dirimpetto al punto di mezzo d'una rotaja dell'altra fila. E veramente, per poco che ceda il giunto quando due di essi sono in pari, ogni sala di veicolo subisce una discesa ind' un'ascesa; mentre coi giunti non dirimpetto ogni sala viene in aiuto alla molla che si trova sopra al giunto, onde superare la debole inflessione in questo. I veicoli provano delle oscillazioni meno forti quantunque più frequenti. Occorrono più traverse che non coi giunti in pari.

Per impedire lo schiudimento delle madreviti sopra qualche linea americana si applica un filo di rame in una scanalatura praticata nella vite secondo la direzione delle generatrici (fig. 614). Stretta la madrevite, si ripiega il filo di rame e ciò basta per la ritenuta.



Fig. 614.

Sopra alcune linee americane s'impiegano anche delle piastrelle d'acciaio incurvate; esse funzionano da molla

e assicurano un appoggio permanente delle parti componenti il giunto.

Innumerevoli sono del resto e specialmente in America i brevetti presi per congegni di ritenuta delle madreviti.

Le rotaie vengono collegate in modo che rimanga fra di loro un agio massimo se posate d'inverno e minimo se posate d'estate, onde permetterne la libera dilatazione col variare della temperatura.

Il collegamento delle rotaie a suola colle traverse di quercia si fa per mezzo di semplici arpioni, che s'infingono a martello entro le traverse e trattengono le rotaie alla suola per mezzo della capocchia. Tale collegamento sarebbe assolutamente insufficiente se le traverse fossero di legno dolce; ed è anche questa una ragione dell'abbandono di siffatte traverse. Alcune Società che impiegano le traverse di legno dolce injettate, vi applicano sopra le rotaie a due funghi con cuscinetti intermediari.

Nelle fig. 515 e 516 sono rappresentate le due forme più comuni di arpioni; la preferita è la seconda a sezione ottagonale e a fusto prismatico su quasi tutta la lunghezza. Oltre alla capocchia parziale di ritegno delle rotaie presentano alla parte superiore due orecchiette per essere prese dalle leve a forchetta ed estratte dalle traverse quando si rinnovano queste o le rotaie. Devono essere, come le viti dei giunti delle rotaie, di ferro dolce della migliore qualità, resistente alla trazione in ragione di 40 chilogr. per mill. q. Come prova d'accettazione, le Società esigono generalmente che un arpione infisso in un blocco di legno di quercia per metà, si pieghi a freddo di un angolo di 90° e si raddrizzi senza lesione di sorta.

Non si deve credere però che gli arpioni soli, organi di collegamento cotanto semplici, siano sufficienti ad assicurare una solidarietà perfetta fra le rotaje e le traverse. L'esperienza prova che le rotaje, dopo un certo tempo, subiscono qualche leggero spostamento trasversale, ed uno scorrimento longitudinale, specialmente in curva e nelle pendenze. Le pressioni verticali che soffrono le rotaje provocano in esse delle inflessioni, le quali hanno per effetto di sollevare alcun poco gli arpioni,

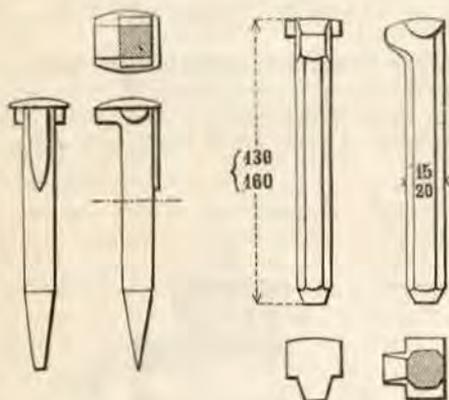


Fig. 615.

Fig. 616.

come è facile riconoscerlo, tentando d'inserire fra la suola e la capocchia d'un arpione una lastra sottilissima. L'azione orizzontale, che le rotaje trasmettono agli arpioni, ha per risultato di ammaccare il legno attorno ai fori degli arpioni, che lasciano poi un agio fra essi e le suole. Il *Desbrière* ha proposto l'impiego di occhielli in ghisa da infiggere nelle traverse (fig. 617), ed entro cui passa l'arpione, onde impedire l'ammaccatura del legno. La Società Parigi-Mediterraneo ha adottato una rotaja di acciaio di 40 chilogr. al metro corrente colla suola larga 130 mm, cioè uguale all'altezza della rotaja, onde avere un appoggio più ampio sulle traverse. Per impedire gli scorrimenti trasversali che, sotto l'azione degli urti del treno, sono assai più pronunciati delle rotazioni trasversali, applica l'arpione interno non contro la suola, ma attraverso la suola per un foro in essa praticato, sicché anche l'arpione interno concorre a contrastare lo scorrimento. La foratura della suola è ritenuta però dannosa alle rotaje, specialmente se d'acciaio, tantoché molte Società non vogliono alcun intaglio nelle rotaje, salvo i fori per il collegamento fra di loro. Si applicano con successo delle *piastrelle* di ferro intermediarie fra le rotaje e le traverse. Essendo più ampie della suola, ripartono la pressione di questa sopra una superficie maggiore, e minori risultano le ammaccature nel legno. Inoltre presentano due rialzi laterali, fra cui resta chiusa la suola; e quando la rotaja subisce gli urti trasversali restano impegnati a resistere gli arpioni esterni non soltanto, ma anche quelli interni. Ora questo è principalmente necessario là dove la resistenza al piegamento orizzontale delle rotaje è più facile; cioè le piastrelle sono principalmente necessarie sulle traverse che comprendono i giunti delle rotaje.

Per le rotaje di 9 metri di lunghezza si convengono inoltre due altre piastrelle intermedie. E per i binari in curva un numero maggiore ancora. Le piastrelle sono

state impiegate da molti anni sulle traverse di legno dolce. Per le traverse di quercia persone autorevoli ne affermarono l'inutilità, anzi un effetto molesto ai viaggiatori pel suono ingrato che causano quando si forma un benchè piccolo agio fra esse e la suola. Peraltro le oscillazioni delle rotaje ed i dissesti dei collegamenti sarebbero assai maggiori e più frequenti senza le piastrelle. Il fatto che assicurano più a lungo una larghezza invariata del binario è più che sufficiente per propugnarne l'adozione. Generalmente le piastrelle presentano due fori per gli arpioni. Sopra alcune linee si applicano con tre fori, onde rendere più sicuro il collegamento colle traverse, le quali però restano maggiormente indebolite là dove sopportano un'azione maggiore. Le dimensioni delle piastrelle sono:

Lunghezza (secondo l'asse stradale)	da 160 a 210 mill.
Larghezza	» 170 » 180 »
Spessore sotto alla suola	» 9 » 12 »
» laterale »	» 16 » 18 »

Non è necessario che il ferro, onde sono fatte le piastrelle, sia di eccellente qualità come quello delle viti e degli arpioni; basta generalmente che resista alla rottura fino ai 30 chilogr. per mill. q., e piegata una piastrella di un angolo di 45° si raddrizzi senza apparenti lesioni. I fori che debbono essere o quadrati od ottagonali si fanno al punzone.

Oltre allo spostamento laterale molto pericoloso, a cui vanno soggette le rotaje e che si contrasta con successo mediante le piastrelle, vi ha da tener conto anche dello scorrimento longitudinale a cui le piastrelle non presentano alcun ostacolo, anzi lo favoriscono, se si pone mente che è minore il coefficiente d'attrito fra la suola e le piastrelle, che non fra la suola ed il legno. L'esperienza ha provato che lo scorrimento si verifica in tutte le linee a semplice e a doppio binario, in orizzontale ed in pendenza, però in grado diverso; cosicché è possibile, dove esso è piccolo, di applicare, per impedirlo, una piastrina ripiegata, posta fra la testa di una vite e la guancia in tutti i giunti delle rotaje. Dove si verifica uno scorrimento maggiore, applicando le guancie a squadra si può tenere l'esterna o l'interna più lunga, cioè di circa 0^m.63, per modo che si puntelli contro gli arpioni delle due traverse comprendenti il giunto. In ogni caso, non conviene praticare alcun intacco nella suola delle rotaje, se di acciaio, avendo provato l'esperienza che le rotture si verificano appunto dove si praticano dei fori o degli intacchi; e d'altro canto giova allontanare ogni causa di rottura delle rotaje per le disastrose conseguenze che può produrre.

L'ing. *Brunel* non credeva indispensabile di lasciare un certo agio fra le rotaje, da cui deriva il loro scorrimento. L'esperienza gli aveva provato che l'armamento non ne soffriva e le rotaje non si piegavano. Con tutto ciò l'agio si lascia dovunque. Viene ammesso come minimo l'agio di 2 mill. necessario, avuto riguardo allo schiacciamento che subiscono le rotaje alle loro estremità. L'agio minimo corrisponde alla temperatura massima del luogo. Secondo la temperatura, all'epoca in cui si fa il collocamento delle rotaje si lascia un agio determinato dalla formola:

$$0.0000122 \cdot T \cdot L + 0^m.002$$

dove T è la temperatura in gradi centigradi, L la lunghezza della rotaja in metri. Onde rendere possibile la dilatazione libera delle rotaje, si praticano i fori oblungi, o in esse, o nelle guancie; generalmente le dimensioni sono $d + 2$ mill. e $d + 6$ mill., dove d rappresenta il diametro della vite di collegamento.

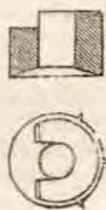


Fig. 617.

La seguente tabella mostra il valore dell'agio fra le rotaje, a seconda della diversa temperatura, allorquando si fa l'armamento.

Temperatura			Agio fra le rotaje	
fra		media	lunghe C ^m	lunghe S ^m
- 10°	0°	- 5°	5 ^{mm} .6	7 ^{mm} .4
0°	10°	+ 5°	4 ^{mm} .5	6 ^{mm} .8
10°	20°	+ 15°	3 ^{mm} .8	5 ^{mm} .7
20°	30°	+ 25°	3 ^{mm} .1	4 ^{mm} .6
30°	40°	+ 35°	2 ^{mm} .0	2 ^{mm} .0

Per l'agio voluto fra le rotaje durante l'armamento si fa uso di piastrelle d'acciajo come quella indicata nella fig. 618. Ognuna porta incisi i limiti di temperatura per

Fig. 618.



cui vale ed il proprio spessore. Se ne portano almeno quattro o sei dello stesso spessore, perchè si lasciano fra le due o tre ultime rotaje nel collocamento, onde impedire uno spostamento delle rotaje stesse dietro un urto.

Armamento. — Compiuta la costruzione dell'argine stradale in terra come per una strada carrettiera qualunque, si passa alla costruzione della massicciata. Si picchetta la strada lungo l'asse ad intervalli di 100 metri in retta, di 50 ed anche 25 metri in curva. I picchetti sono a livello del piano delle rotaje. Picchetti più lunghi sono posti ai punti d'accordo e di cambiamento di livellata.

La ghiaja si raccoglie generalmente dai torrenti più vicini o dalle cave. D'ordinario la condotta è fatta da un impresario. Il trasporto si fa con carri a cavalli, oppure collocato il binario provvisoriamente con vagoni trascinati da cavalli e da locomotive. Il materiale d'armamento subisce in questo caso un deterioramento non di rado ragguardevole, e non conviene prestarlo all'impresario, salvo non importi di ultimare prontamente i lavori.

Per fare l'armamento provvisorio si collocano in posto le traverse incominciando da quelle di giunto; si mettono in posto indi le rotaje, che si collegano colle traverse mediante qualche arpione, e fra di loro con un paio di viti per giunto, lasciando fra di esse l'agio voluto. Il binario così disposto sul piano stradale in terra, serve non solo al trasporto della ghiaja, ma anche al successivo materiale d'armamento. Si fornisce il binario di ghiaja per lo strato inferiore, e si sparge sollevando le traverse. Si adduce e si spande poscia il secondo strato di ghiaja che rassa le traverse. Dopo il passaggio di un certo numero di treni si incalzano di nuovo le tra-

verse, e si collegano completamente colle rotaje, e queste fra di loro. Si sparge infine un ultimo strato di ghiaja col quale si regolarizza il profilo stradale secondo le prescrizioni.

Dall'epoca della consegna provvisoria alla definitiva la massicciata subisce un certo calo; perciò si fanno gli approvigionamenti, specialmente nei riporti, disponendo delle cavalle di ghiaja lateralmente alle rotaje, e talora un sottile strato anche entro al binario. La ghiaja viene cubata all'atto della consegna provvisoria. Talora vi si deduce il volume delle traverse in ragione di 1 metro c. ogni dieci traverse. Sulle strade ferrate italiane si hanno circa 2 m. c. di ghiaja al metro corrente col profilo regolamentare.

Il prezzo di trasporto si determina come nei movimenti di terra. Oscilla fra le lire 2 e le lire 8 al m. c. Inutile il dire che se la strada è a doppio binario si fa l'armamento provvisorio soltanto per uno.

Nelle costruzioni ferroviarie è della massima importanza il rendere minimo il tempo necessario per la esecuzione dei lavori, e ciò per soddisfare all'impazienza delle popolazioni di giovarsene delle ferrate dell'una parte e dell'altra, perchè gli azionisti vogliono ritrarre il più presto possibile un interesse dei capitali impiegati. Le Società accordano premi e stipulano penalità se le imprese costruttrici compiono i lavori prima del termine prefisso, oppure dopo.

Di tutti i lavori relativi ad una linea, cioè: gli studi, i movimenti di terra, le opere d'arte correnti e speciali, le gallerie e l'armamento, è quest'ultimo che deve essere compiuto prontamente onde tosto utilizzare i precedenti. L'armamento può essere eseguito con una certa rapidità in luoghi attraversati da numerose strade carrettiere che permettono il trasporto del materiale in diversi punti della linea, epperò quivi l'armamento contemporaneo. In caso contrario il lavoro procede lentamente. S'incomincia a preparare sulla piattaforma in terra un letto di ghiaja, dello spessore di circa 30 centimetri (quando non si faccia l'armamento provvisorio). Un piccolo treno conduce il materiale fino all'ultima rotaja collocata, e tre o quattro squadre d'operai compiono l'armamento. In tal modo si arriva a collocare 500 m. di binario al massimo ogni giorno.

Il collocamento di un binario è una ripetizione successiva di manovre tutte uguali che si compiono da squadre di operai, ma che non si possono far succedere con molta rapidità, ostandovi lo scarico ed il trasporto a braccia, e d'altro canto l'ingombro intralciante quando il numero degli operai eccede il dovuto.

Il signor Vitali ha ideato ed applicato una macchina, colla quale si rende molto celere l'armamento eseguendolo di seguito a partire dall'origine della linea e col concorso di pochi operai. Le operazioni che accompagnano il collocamento sono: 1° Lavorazione delle traverse, che si fa a mano od a macchina, e che consiste nell'intagliare nella loro faccia superiore le sedi d'appoggio delle rotaje o delle piastrelle coll'inclinazione

di $\frac{1}{20}$ ed i fori per gli arpioni; 2° Trasporto e distribuzione lungo la linea delle traverse, rotaje ed accessori; 3° Misurazioni, collocazione delle traverse alle distanze volute; 4° Collocazione delle rotaje; 5° Collegamento delle rotaje colle traverse; 6° Collegamento delle rotaje fra di loro. Per l'applicazione della macchina Vitali, si preparano dei tronchi di binario in un cantiere provvisorio od aja con diverse gru alla stazione d'origine; la lunghezza d'ogni tronco è quella d'una rotaja. Mediante le gru si caricano tali tronchi sopra piccoli vagoncini di

manutenzione, e si conducono sul luogo. La macchina che si trova all'estremità del binario costruito, automaticamente solleva un tronco, lo fa passare sopra di sè e lo depone esattamente in posto davanti a sè. Due operai collegano il tronco al resto del binario; la macchina si avvanza e nel tempo stesso avendo sollevato un altro tronco, se lo fa passare sopra di sè e lo depone. Nelle condizioni più favorevoli si è valutato a tre minuti il tempo necessario per collocare un tronco. Lavorando di seguito in una giornata di 10 a 12 ore si può collocare 1 chilom. di binario. Si può lavorare agevolmente anche di notte.

Inclinazione trasversale delle rotaje. — Fin dai primi tempi delle strade ferrate si ebbe ricorso alla conicità delle ruote, epperò all'inclinazione trasversale delle rotaje, onde impedire o diminuire almeno il movimento ondulatorio orizzontale dei veicoli. Non sono molti anni, in Austria si è tentato di sopprimere la conicità delle ruote, epperò l'inclinazione trasversale delle rotaje, ma l'esperienza non fece che confermarne l'utilità.

Accordo fra due livellette diverse. — Due tronchi di binario diversamente inclinati devono essere accordati fra di loro, senza di che ne soffrirebbero le locomotive e i veicoli a tre sale, non meno che gli organi d'attacco dei veicoli. Si fa l'accordo interponendo fra i due tronchi una serie di piani inclinati di piccola lunghezza (quella di una rotaja), l'inclinazione fra due consecutivi mantenendosi costante.

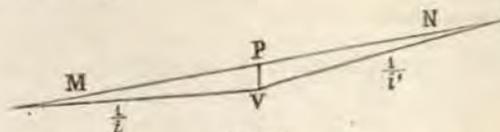


Fig. 619.

Se si colloca un veicolo a tre sale colla sala intermedia in corrispondenza al vertice dell'angolo formato dai due tronchi, se si suppone che la distanza fra le sale estreme sia la massima, cioè di 6^m, e se le inclinazioni dei due tronchi hanno per differenza $\frac{1}{1000}$, la ordinata verticale VP (fig. 619) risulta soltanto di 1^{mm},5 affatto trascura-

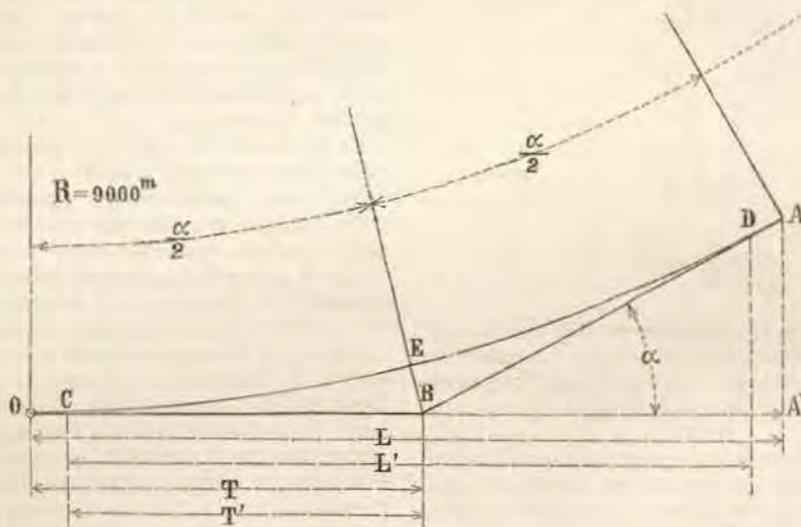


Fig. 620.

bile in pratica, tanto più se si tiene conto della impossibilità di mantenere un tronco anche orizzontale secondo un piano perfetto. Se le rotaje sono minori di 9^m si forma la poligonale d'accordo coi lati uguali alla lunghezza di due rotaje, ed inclinandoli successivamente di $\frac{1}{1000}$ si ottiene un accordo dolce quanto si possa desiderare.

Se uno dei due tronchi è orizzontale e l'altro inclinato di $\frac{1}{i}$, la poligonale d'accordo si confonde sensibilmente colla parabola definita dall'equazione:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot 9 \cdot 1000}$$

A questa parabola si suol sostituire, e senza errore sensibile, un arco di cerchio di raggio uguale a 9000^m, metà del parametro della parabola, inserito nella poligonale d'accordo, ed allora diventa ancora più facile l'assegnare gli elementi necessari al tracciamento della poligonale.

I casi che si presentano in pratica sono due: cioè di dover accordare un tronco orizzontale con uno inclinato, oppure due tronchi diversamente inclinati. Non si presenta il caso di due tronchi oppostamente inclinati, es-

sendo norma generale di interporvi un tratto orizzontale. Si ritenga che la lunghezza della poligonale sia uguale alla sua ascissa: ciò è permesso se si pone mente all'errore trascurabile che si commette, qual è quello di 70^{mm} pel caso più sfavorevole che un tronco orizzontale debba essere accordato con uno inclinato del $\frac{36}{1000}$. Tale errore

viene superato dai distacchi che si lasciano fra le successive rotaje. Ciò posto, si riterrà (fig. 620):

$$\text{arco } OA = OA' = L = 2OB = 2T.$$

La poligonale circoscritta all'arco avrà un lato, il cui punto di mezzo è O, onde $OC = 4\text{m},5$ la sua semilunghezza sulla tangente OA' ; ed un altro il cui punto di mezzo è A, essendo $AD = 4\text{m},50$ la sua semilunghezza sulla tangente AB ; sicchè C e D sono i vertici estremi della poligonale e risulta: $T' = T - 4\text{m},50$;

$$CD = L' = 2T' = 2T - 9\text{m}.$$

Essendo orizzontale il tratto OB ed α l'angolo che comprende con quello inclinato BA ; si ha:

$$\text{tang } \alpha = \frac{1}{i}$$

e: $T = R \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{2} \frac{1}{i} = 4500 \frac{1}{i}$

onde $T^1 = \frac{R}{2} \frac{1}{i} = 4^m.50.$

Se il primo tronco A E è inclinato di un angolo β (figura 620) sull'orizzontale, ed il secondo E F di un angolo α , siano:

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{1}{i}; \quad \operatorname{tang} \beta = \frac{1}{i^1}$$

sarà: $T = R \operatorname{tang} \frac{\alpha - \beta}{2}$

e con sufficiente approssimazione:

$$T = \frac{R}{2} \operatorname{tang} (\alpha - \beta) = \frac{R}{2} \left(\frac{1}{i} - \frac{1}{i^1} \right) = 4500 \left(\frac{1}{i} - \frac{1}{i^1} \right)$$

si ha poi: $T^1 = \frac{R}{2} \left(\frac{1}{i} - \frac{1}{i^1} \right) = 4^m.50.$

Nella figura 621 si rileva:

$$BE = R \left(\sec. \frac{\alpha}{2} - 1 \right);$$

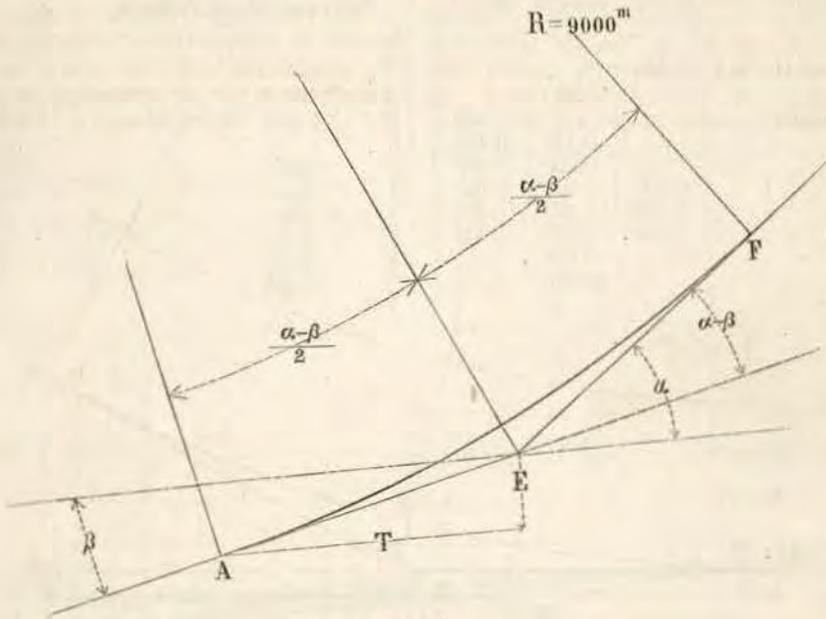


Fig. 621

e si potrà ritenere con sufficiente approssimazione:

$$BE = R - \sqrt{R^2 - T^2}$$

come quota verticale del vertice B.

E così anche le quote dei punti di contatto della poligonale sono date da:

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

dove x è l'ascissa corrente, l'origine degli assi essendo in O.

Allorquando l'angolo che comprendono i due tronchi da accordare ha per tangente $0^m.036$, il vertice dell'angolo ha per quota $1^m.458$. Anche per angoli minori si vede che l'accordo di due tronchi importa un notevole movimento di materia; e perciò in molti casi si costruisce la poligonale d'accordo coi lati successivamente inclinati del $\frac{2}{1000}$ anziché dell' $\frac{1}{1000}$.

Binario in curva. — È buona norma nel tracciato di una strada ferrata di interporre fra due curve di senso opposto un tratto rettilineo di almeno 100^m . Soltanto in montagna, dove le risvolte sono meno facili, è da concedersi la riduzione del tratto rettilineo a soli 60^m .

La conicità delle ruote è giovevole nelle curve, per ciò che, ove fossero cilindriche, le esterne dovrebbero sdru-

ciolare in avanti e le interne all'indietro, con che si creerebbe una maggior resistenza al movimento, maggiore consumo dei cerchioni e delle rotaje. Siano:

δ lo spostamento trasversale massimo che è permesso ai veicoli;

r ed r' i raggi dei cerchioni corrispondenti ai punti medi di contatto colle rotaje nelle due posizioni esterne;

R ed R' i raggi della rotaja esterna e della interna. Perchè non si verifichi strisciamento deve stare:

$$\frac{R}{R'} = \frac{r}{r'}$$

Siano: $m = R - R'$

$$k = \frac{QN}{MN} \text{ (fig. 622) la conicità delle ruote;}$$

onde: $\frac{R}{R - m} = \frac{r}{r - k\delta}$

da cui: $R = \frac{m}{k\delta} r \dots \dots \dots (1)$

vale a dire che la conicità delle ruote deve essere inversamente proporzionale al raggio della curva R . Quantunque non vi abbia che un solo raggio R che soddisfi alla relazione (1) per $K = \frac{1}{20}$ come viene adottato, pure

in pratica si applica un *allargamento* nel binario in curva per modo che la stessa relazione rimanga soddisfatta.

Lo spostamento trasversale dei veicoli è permesso in grazia di un giuoco che si lascia fra gli orletti dei cerchioni e i fianchi interni delle rotaje. Ove mancasse un tale giuoco gli orletti sfregerebbero continuamente contro i fianchi delle rotaje, tendendo ad allontanarle; si avrebbe maggior resistenza alla trazione e d'altronde tale giuoco si formerebbe poi per il consumo degli orletti e delle rotaje.

In curva sarebbero inevitabili le deviazioni.

Ecco le dimensioni principali relative alle ruote dei veicoli a cerchioni nuovi ed usati:

Indicazioni (fig. 623)	M esimo	Normale	Minimo
AB = d { Francia (P.L.M.) Italia Germania	1.366	1.362	1.359
		0.130	0.127
BC =		0.030	0.025
DE		0.032	0.028
GH	0.038		
IL = d'	1.426	1.422	1.409
MN	1.526	1.522	1.514
AP		0.065	
RS		0.010	

Detta p la larghezza interna del binario, si ha:

$$p - d' = 1445 - 1422 = 23^{\text{mm}} = n.$$

Sia x l'allargamento del binario in curva, richiesto perchè sia soddisfatta la relazione (1). Quivi sarà:

$$\delta = n + x.$$

Detta $f = 60^{\text{mm}}$ la larghezza del fungo:

$$m = p + f + x;$$

onde dalla: $R = \frac{m}{K \delta} r = \frac{p + f + x}{k(n + x)} r$

si ricava: $x = \frac{r(p + f) - R K n}{R K - r}$.

Ecco una tabella relativa.

Raggio = R	Allargamento x	Larghezza bin. p
355 ^m	20 ^{mm}	1465 ^{mm}
400	15	1460
459	10	1455
539	5	1450
655	0	1445
retta		

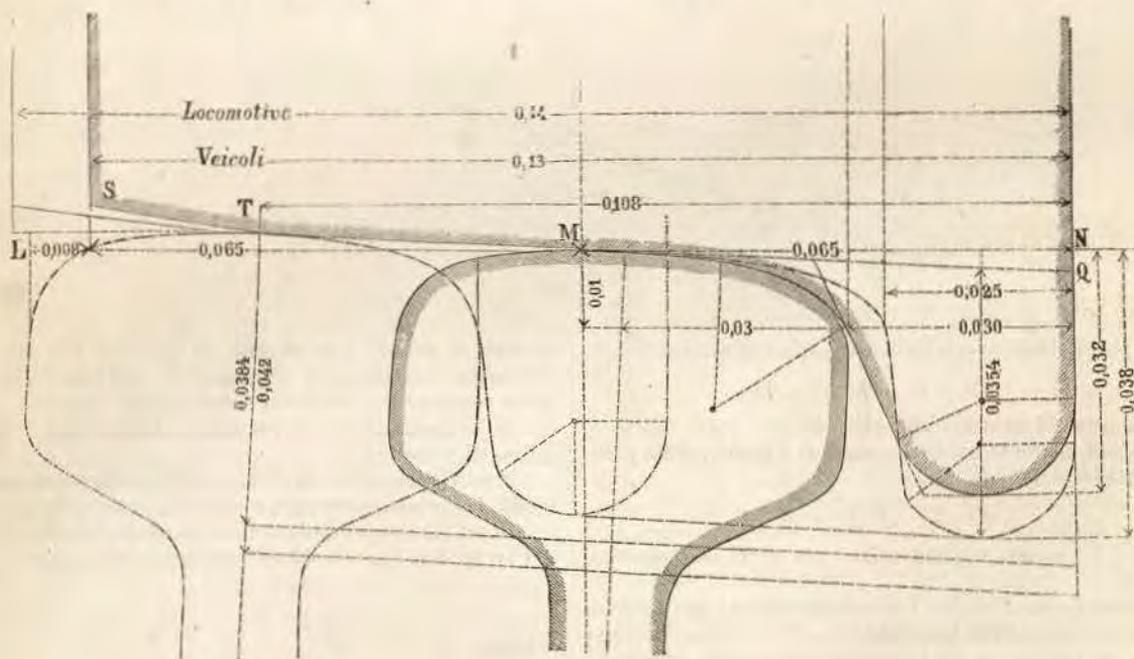


Fig. 622.

In pratica non si oltrepassa l'allargamento $x = 20^{\text{mm}}$ perchè i cerchioni delle ruote non risulterebbero più sostenuti convenientemente dalle rotaje. Ciò si scorge nella figura 622; il fungo rimane scoperto di 8^{mm} non solo, ma in causa dello smusso ST del cerchione, l'appoggio è digià ridotto tutto alla destra del punto T.

La tabella precedente non è applicabile alle ruote delle locomotive, ma soltanto a quelle dei veicoli, essendo sensibilmente per tutte $r = 500^{\text{mm}}$. Per $r = 900^{\text{mm}}$ ed $R = 400,000^{\text{mm}}$ si troverebbe $x = 47^{\text{mm}}$, affatto inammissibile. Alla riunione di *Dresda* degli ingegneri te-

deschi (1865) fu deciso di fissare il massimo allargamento $x = 25^{\text{mm}}$ per le curve che hanno un raggio minimo $R = 180^{\text{m}}$; e nessun allargamento per $R > 600^{\text{m}}$.

Lo scopo dell'allargamento per altro è anche quello di permettere il libero passaggio dei veicoli e delle locomotive nelle curve. Importa di riconoscere se gli orletti delle ruote estreme di essi possono essere inseriti fra le rotaje nelle curve di raggio minimo. Nelle figure 624 e 625 sono rappresentate l'icnografia e l'ortografia della ruota anteriore, esterna (rispetto al centro della curva) di un veicolo a tre sale; nella figura 626 una porzione

del profilo. L'orletto del cerchione si trova appoggiato in B contro il fianco interno della rotaia. In luogo del profilo vero dell'orletto si è disegnato nella fig. 624 quello rettilineo circoscritto GBIQ. In questa figura si

rileva la distanza orizzontale C_1C fra la periferia IC_1 e la linea AA rappresentante il fianco interno della rotaia. Tale è il giuoco che permette la libera inserzione degli orletti fra le rotaie.

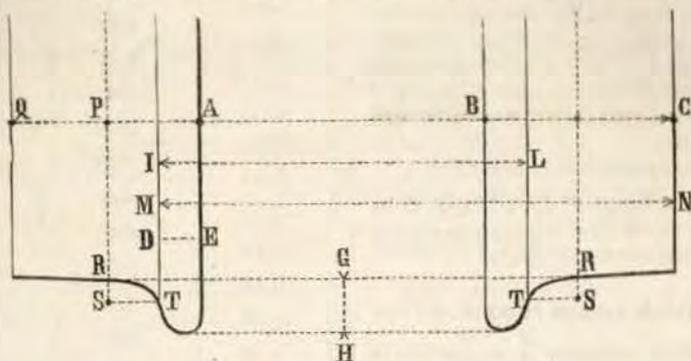


Fig. 623.

Ecco come si misura:

$$C_1C = BI - DB = BI - EF = BI - (AI - AE)$$

si ha con sufficiente approssimazione, detto R il raggio della curva corrispondente all'asse stradale e che si ammette anche per la rotaia esterna e la interna:

$$2R \cdot AF = CA^2 = (CD + DF)^2.$$

Parimenti con sufficiente approssimazione si ha:

$$CD = C^2 O^1 = \sqrt{2 \cdot O^1 C^1 \cdot I^1 B^1}$$

e:

$$AE = \frac{AB^2}{2R - AE} = \frac{FD^2}{2R}$$

sicchè si ottiene, fatte le sostituzioni:

$$C_1C = BI - \frac{2DF \sqrt{2 \cdot O^1 C^1 \cdot I^1 B^1} + 2 \cdot O^1 C^1 \cdot I^1 B^1}{2R}$$

e pel caso di un giuoco $C_1C = 0$, si ha:

$$R = \frac{2DF \sqrt{2 \cdot O^1 C^1 \cdot I^1 B^1} + 2 \cdot O^1 C^1 \cdot I^1 B^1}{2 \cdot BI}$$

che è il raggio dell'arco (fig. 624) $A_1BC_1A_1$.

Per una distanza fra le sale estreme $2DF = 4^m,327$, per $O^1C^1 = 0^m,877$, ed $I^1B^1 = 0^m,032$ che sono i dati co-

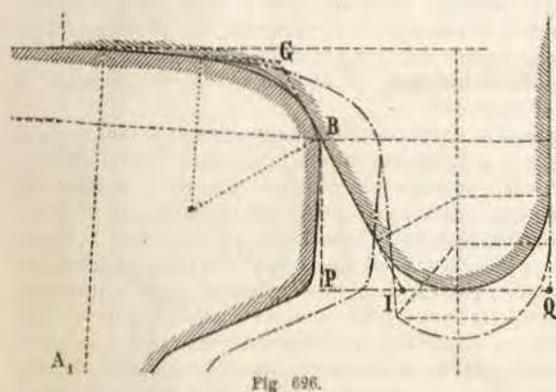


Fig. 626.

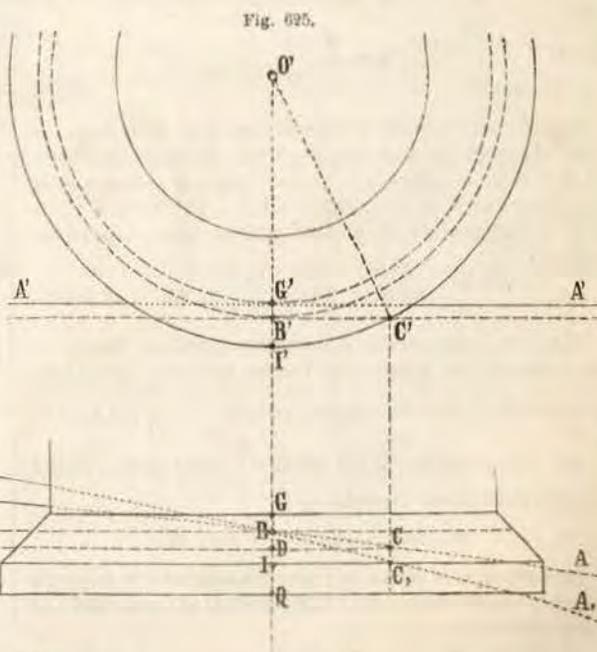


Fig. 624.

muni fra le locomotive : si trova $R = 48^m$, e per i veicoli a tre sale dove

$$2DF = 4^m,540; O^1C^1 = 0^m,532, I^1B^1 = 0^m,032$$

si trova $R = 57^m$. Per entrambi i casi $BI = 0^m,010$; è uguale a IP della fig. 626.

Onde permettere il libero svolgimento della ruota interna della sala intermedia si suol ridurre lo spessore dell'orletto da 30^m a 25^m nelle locomotive; e lasciare un aggio di 5^m nei cuscinetti per i veicoli onde permettere uno scorrimento di tutta la sala intermedia. Se si indica con $n = 23^m$ l'aggio normale che si lascia fra

l'orletto e la rotaja in linea retta e con α l'allargamento del binario in curva si ha:

$$n + \alpha + 5^{\text{mm}} = \frac{DF^2}{2R}$$

da cui pur ritenendo $\alpha = 0$, si ricava:

$$R = 92^{\text{m}},$$

e se anche si suppone nullo l'aggio di 5^{mm} superiormente indicato, si avrebbe ancora:

$$R = 110^{\text{m}};$$

vale a dire che anche nelle stazioni dove i raggi delle curve possono discendere fino a 150^m è ancora permessa la libera inserzione degli orletti fra le rotaje.

Sopraelevazione della rotaja esterna in curva. — Nonostante che sia soddisfatta la relazione $\frac{R}{R^1} = \frac{r}{r^1}$ anche in curve di raggio diverso in grazia di un allargamento proporzionale del binario, pure i veicoli in causa della forza centrifuga sono spinti all'esterno, ed il giuoco non si mantiene più ugualmente ripartito da una parte e dall'altra fra gli orletti e le rotaje. Per eliminare una tale azione della forza centrifuga si ricorre alla sopraelevazione della rotaja esterna.

Detti: P il peso di un treno,

g l'accelerazione dovuta alla gravità,

v^{m} la velocità del treno,

r il raggio medio della curva,

l la larghezza del binario,

s la sopraelevazione della rotaja esterna,

$$\text{si ha: } \frac{P}{g} \frac{v^2}{r} = P \frac{s}{l}$$

$$\text{da cui: } s = \frac{v^2}{g} \frac{l}{r}$$

La sopraelevazione si calcola per una data linea in base alla velocità massima dei treni. Sulle diverse linee di una rete le velocità massime possono essere quelle dei treni merci, od omnibus o diretti. In Italia le velocità regolamentari in chilom. all'ora sono rispettivamente:

$$\begin{matrix} 40 \\ 45 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 42.5; \\ 50; \end{matrix} \right. \quad \begin{matrix} 55 \\ 60 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 57.50. \end{matrix} \right.$$

Ma non sono queste le velocità massime. Intanto i macchinisti, per guadagnar tempo, hanno la facoltà di aumentare la velocità rispettivamente di $\frac{1}{10}$ pei diretti, $\frac{1}{9}$ per gli omnibus, e $\frac{1}{8}$ pei misti, o $\frac{1}{7}$ per i merci; sicché le cifre precedenti diventano:

$$48, 57 ; 56, 23 ; 63, 89.$$

Inoltre, tenuto conto dell'abusivo aumento di velocità che si permettono talora i macchinisti, si ammettono le cifre seguenti:

$$50; 57.84; 64.67$$

le quali velocità ridotte in metri al 1^o forniscono:

$$s = \frac{30}{r}; = \frac{40}{r}; = \frac{50}{r}.$$

In base a queste formole semplicissime è stata compilata la tabella seguente:

s	$r = \frac{30}{s}$	$r = \frac{40}{s}$	$r = \frac{50}{s}$
metri			
0.15	200	267	333
0.14	214	286	357
0.13	231	308	385
0.12	250	333	417
0.11	273	364	455
0.10	300	400	500
0.09	333	444	555
0.08	375	500	625
0.07	429	571	714
0.06	500	666	833
0.05	600	800	1000
0.04	750	1000	1250
0.03	1000	1333	1666
0.02	1500	2000	2500
0.01	3000	4000	5000
	6000	8000	10000

In generale non si oltrepassa la sopraelevazione di 0^m.15. Nelle stazioni si limita a metà circa di quella qui sopra indicata.

Accordo fra le guide tangenti e l'arco esterno sopraelevato. — L'arco sopraelevato si può accordare colle tangenti: 1^o o non sopraelevando le tangenti; 2^o o ripartendo l'accordo metà nell'arco e metà sulle tangenti; 3^o o completamente sulle tangenti. Quest'ultima disposizione è generalmente preferita. Le rotaje nel tratto di accordo si inclinano di 30 a 40^{mm} ciascuna, essendo di 9^m di lunghezza.

Le curve circolari che pur presentano il vantaggio di essere a massima curvatura presentano l'inconveniente di dover assegnare alla tangente una certa sopraelevazione che non le spetta; e di dar luogo in ogni punto di accordo a degli urti dannosi che pregiudicano il materiale e la dolcezza del movimento nei treni, in causa del subitaneo passaggio da una curvatura nulla a quella costante della linea circolare. Giova perciò accordare l'arco circolare colla tangente mediante una curva la quale presenti una curvatura crescente dalla tangente all'arco circolare e contemporaneamente una sopraelevazione crescente colla curvatura.

Sia (fig. 627) O l'origine della curva d'accordo, si riferisca a due assi perpendicolari x ed y ; si assuma per asse x la tangente medesima in O. Per un punto qualunque M dove la curvatura sia $\frac{1}{r}$ si ha la sopraelevazione:

$$s = \frac{v^2}{g} \frac{l}{r}$$

Volendo che tale sopraelevazione sia proporzionale alla distanza di M dall'origine O, la quale distanza è permesso assumere uguale all'ascissa x di M, se con i si indica l'ascissa di sopraelevazione 1, si avrà:

$$\frac{1}{i} = \frac{s}{x}$$

Sostituendo ad s il suo valore $\frac{x}{i}$ nella relazione precedente si ricava:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{xg}{i \cdot l \cdot v^2} = \frac{d^2 y}{dx^2} \left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}$$

e con sufficiente approssimazione:

$$\frac{x \cdot g}{i \cdot l \cdot v^2} = \frac{d^2 y}{dx^2}$$

Dopo due integrazioni, ed osservando che le costanti sono nulle si trova:

$$y = \frac{g x^3}{6 \cdot i \cdot l \cdot v^2}$$

che è l'equazione della curva richiesta d'accordo.

La sua applicazione esige lo spostamento relativo della tangente rispetto all'arco circolare ed occorrono i dati seguenti per suo tracciamento: 1° la lunghezza complessiva OB; 2° lo spostamento OO' della tangente; 3° la posizione dell'origine O ossia la distanza O'A.

La lunghezza dell'arco d'accordo è prossimamente:
OB = L = X = s · i

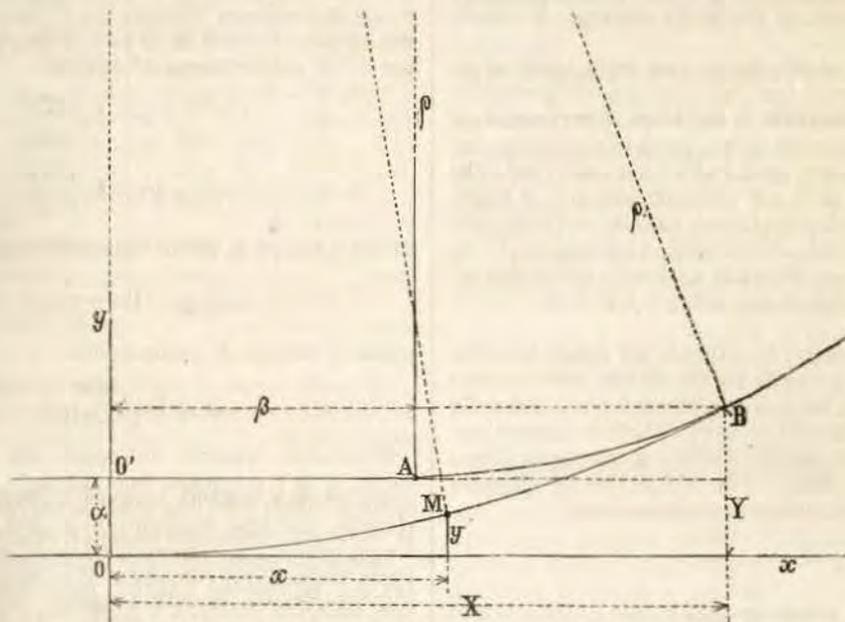


Fig. 627.

e dipende da i . Per $i=500^m$; $\rho=400^m$, e per una linea dove la velocità massima è quella dei treni celeri, si trova colla tabella precedente $s=0^m.13$; epperò: $L=65^m$.

Per determinare lo spostamento della tangente, cioè $OO'=x$ e la posizione dell'origine O della curva di accordo, cioè $O'A=\beta$, si ha l'equazione dell'arco circolare AB.

$$(X - \beta)^2 + (\rho + x - Y)^2 = \rho^2$$

Essendo x e Y quantità molto piccole rispetto a ρ , tale equazione può essere ridotta alla seguente:

$$Y = \frac{(X - \beta)^2}{2\rho} + x$$

Ora essendo l'arco circolare osculatore alla curva di accordo nel punto B, dalla teoria dei contatti, si sa che i coefficienti differenziali delle equazioni delle due curve pel punto B sono uguali:

Derivando le due equazioni:

$$Y = \frac{g X^3}{6 \cdot i \cdot l \cdot v^2}; \quad Y = \frac{(X - \beta)^2}{2\rho} + x$$

ed uguagliando le due derivate si ha:

$$\frac{g X^2}{2 \cdot i \cdot l \cdot v^2} = \frac{X - \beta}{\rho}$$

Derivando ancora ed uguagliando le derivate:

$$\frac{g X}{i \cdot l \cdot v^2} = \frac{1}{\rho} \dots \dots \dots (m)$$

Posto questo valore di ρ nella precedente uguaglianza si ottiene:

$$\beta = \frac{X}{2}$$

Sostituendo questo valore di β nell'equazione

$$Y = \frac{(X - \beta)^2}{2\rho} + x$$

si ricava:

$$x = Y - \frac{X^2}{8\rho}$$

Posto:

$$\frac{i \cdot l \cdot v^2}{g} = k;$$

si ha dalla (m)

$$X = \frac{k}{\rho}$$

onde:

$$Y = \frac{g X^3}{6 \cdot i \cdot l \cdot v^2} = \frac{X^3}{6 \cdot k} = \frac{k^3}{6 \rho^3}$$

sicchè:

$$x = Y - \frac{6}{8} \frac{k^2}{6 \rho^2} = \frac{1}{4} Y$$

In pratica Y risulta sempre inferiore ad 1^m ; onde lo spostamento del binario è sempre eseguibile se anche si tratta di applicare la curva d'accordo sopra linee già esistenti.

In luogo di spostare il binario rettilineo è più conveniente in generale spostare quello in curva, e cioè: 1° perchè in generale sopra una linea è maggiore lo sviluppo della parte rettilinea che non quella in curva; 2° perchè spostando all'interno la curva circolare si accresce il volume della massicciata all'esterno con vantaggio notevole per la stabilità del binario, il quale, nonostante la sopravvalazione, in causa delle vibrazioni sotto il passaggio dei treni, tende a spostarsi all'esterno.

Alla curva parabolica di accordo si può sostituire una curva composta di più archi circolari di uguale lunghezza.

Il binario in curva più che in linea retta tende ad allargarsi. Si contrasta una tale tendenza coll'accrescere il numero delle piastrelle il cui scopo è di rilegare gli arpioni interni con quelli esterni facendo concorrere anche i primi a resistere contro all'azione trasversale che sposta le rotaie. Talora per maggior garanzia si applicano delle piastrelle aventi una costola verticale inferiore, come sulla linea del Brenner, quantunque ciò indebolisca le traverse. Talora si applicano anche due arpioni esterni in luogo di uno solo per traversa.

Piegatura delle rotaie da collocare nei binari in curva.

— Applicando in curva le rotaie diritte, esse formano un poligono che dà luogo a cambiamenti irregolari nella direzione del movimento, onde ne risentono danno il materiale fisso e quello mobile. Detta λ la lunghezza di una rotaja; ρ il raggio della curva; e f la freccia che deve avere; si ha con sufficiente approssimazione:

$$f = \frac{\lambda^2}{8\rho}$$

Per eseguire la piegatura delle rotaie in ferro si può procedere per urto o per pressione. La piegatura per compressione, applicabile anche alle rotaie d'acciaio, può essere ottenuta in diversi modi: O con una vite di pressione che si forza contro le rotaie alla loro metà trovandosi appoggiati agli estremi, o con tre cilindri, i cui assi siano gli spigoli laterali d'un prisma a sezione triangolare isoscele. Fra di essi si fanno passare e ripassare le rotaie finchè abbiano acquistato la freccia voluta. Un apparecchio molto semplice è quello di Köhler usato in Germania; consta di due appoggi aa (fig. 628) e di due



Fig. 628.

leve LL , colle quali si agisce sulle estremità della rotaja. Il momento di flessione per tutte le sezioni della rotaja comprese fra i due appoggi è costante, e s'incurva regolarmente. Per le porzioni comprese fra gli appoggi e le estremità la curvatura va decrescendo fino a ridursi nulla alle estremità.

Rotaje di lunghezza ridotta. — Nei tratti in curva lo sviluppo della guida interna essendo minore dell'esterna e le traverse dovendo essere disposte radialmente, è necessario far uso di rotaie di lunghezza ridotta.

Detti: L la lunghezza dell'asse stradale in curva;
 ρ il suo raggio;
 a la semilarghezza del binario;
 λ e λ' le lunghezze normali e ridotte delle rotaie, si ha:

$$\lambda^2 = \lambda \frac{\rho - a}{\rho + a}$$

In Italia per le rotaie della lunghezza normale $\lambda = 9^m$, si usano quelle ridotte di $8^m.94$; ciò che corrisponde ad un raggio $\rho = 225^m$ che è il minimo applicabile. Si impiegano poi promiscuamente nelle curve di raggio maggiore.

Se x ed y rappresentano rispettivamente il numero di rotaie di lunghezza normale λ , e di lunghezza ridotta λ' che debbono entrare in un arco di lunghezza data, si ha per le due guide interna ed esterna:

$$\lambda x + \lambda' y = L \frac{\rho - a}{\rho}$$

$$\lambda (x + y) = L \frac{\rho + a}{\rho}$$

da cui si ricava da prima il numero totale di rotaie:

$$x + y = L \frac{\rho + a}{\rho} \frac{1}{\lambda}$$

poscia il numero di quelle ridotte:

$$y = L \frac{2a}{(\lambda - \lambda') \rho}$$

Rimanendo qualche differenza alle estremità della curva, si fa il compenso sulla tangente, onde due giunti corrispondenti delle due guide si trovino sempre sopra la stessa perpendicolare all'asse stradale.

Da quanto precede si deve concludere che nei tratti in curva si presentano maggiori particolari, maggiori cautele, maggiori difficoltà e perditempo nel collocamento del binario. Perciò nello studio di una linea è della massima importanza il ridurre al minimo il numero delle curve. Uno degli elementi che influiscono sulla scelta di un tracciato è appunto il rapporto fra lo sviluppo rettilineo e quello in curva.

Costo di un tronco di binario. — Esso dipende dall'andamento della linea e dal materiale mobile; cioè dal numero delle curve di raggio minimo; da quello delle pendenze massime; dal carico massimo per sala motrice delle locomotive, dalla velocità dei treni e dal loro numero. Indipendentemente da queste cause comuni, il costo può variare per circostanze locali e fortuite; come per il prezzo mutabile del ferro e dell'acciaio; per la distanza delle officine di fabbricazione dalla linea da costruire; dalle difficoltà maggiori o minori di trasporto del materiale sul luogo, ecc. Ecco alcuni esempi:

Linee vecchie italiane armate con rotaie a due funghi, cuscinetti e guancie a suola.

2	Rotaje di ferro di chilogr. 36 al m. l. a L. 190 la tonnellata	L.	82.08
10	Cuscinetti di ghisa di chilogr. 9 l'uno a L. 170 la tonnellata	»	15.30
20	Caviglie di ferro di chilogr. 0.33 l'una a L. 300 la tonnellata	»	1.98
10	Cunei di legno a L. 100 il 1000	»	1.00
2	Guancie a suola di chilogr. 17 l'una a L. 220 la tonnellata	»	7.48

A riportare L. 107.84

	<i>Riporto L.</i>	107.84
8 Viti in ferro di chilogr. 0.4 l'una a L. 380		
la tonnellata »	1.22	
6 Caviglie di ferro di chilogr. 0.33 l'una a L. 300		
la tonnellata »	0.60	
6 Traverse di rovere a L. 5 l'una »	30.00	
15 M. c. di ghiaja a L. 3 il m. c. »	45.00	
Costo di 6 metri di binario . . . L.	184.66	
Costo per metro lineare »	30.83	

Linee dell'Est francese — Rotaje in ferro; raggio minimo delle curve: $\rho = 500^m$; pendenza massima: $\frac{15}{1000}$; carico massimo per sala motrice di locomotiva: tonnellate 10.5; velocità massima: 72 chilometri all'ora.

2 Rotaje in ferro di chilogr. 34.8 per m. l. a L. 190 la tonnellata L.	79.35
2 Paja di guancie di chilogr. 3.89 a L. 220 la tonnellata »	3.42
2 Piastrelle di giunto di chilogr. 2.124 a L. 235 la tonnellata »	1.00
8 Viti di giunto di chilogr. 0.433 a L. 380 la tonnellata »	1.32
32 Viti (in luogo degli arpioni) di chilogr. 0.336 a L. 380 la tonnellata »	4.09
7 Traverse rovere a L. 5 l'una »	35.00
15 Metri cubi di ghiaja a L. 3 »	45.00
Costo di 6 metri di binario . . . L.	169.18
Costo per metro lineare »	28.20

Linee Parigi-Mediterraneo — Raggio minimo delle curve: $\rho = 500^m$; pendenze massime $\frac{15}{1000}$; carico massimo sulle sale motrici delle locomotive: 13 tonnellate; velocità massima: 80 chil. all'ora.

2 Rotaje d'acciaio di chilogr. 40 al m. l. a L. 300 la tonnellata L.	144.00
2 Paja di guancie in ferro di chilogr. 4.5 l'una a L. 220 la tonnellata »	3.96
32 Arpioni di chilogr. 0.39 l'uno a L. 300 la tonnellata »	3.75
8 Viti ai giunti di chilogr. 0.65 l'una, a L. 380 la tonnellata »	1.98
8 Traverse quercia a L. 5 l'una »	40.00
15 Metri cubi di ghiaja a L. 3 il m. c. »	45.00
Costo di 6 metri di binario . . . L.	238.69
Costo per metro lineare »	39.78

Manutenzione. — Terminata la costruzione di una strada ferrata ed attivato il movimento su di essa, entra tosto in attività il servizio di manutenzione. Quantunque la durata del materiale d'armamento dipenda essenzialmente dal numero dei treni giornalieri, pure essa può aumentare o diminuire a seconda di una manutenzione più o meno accurata. Da questa dipende in gran parte l'evocare o meno un gran numero di sinistri, che pur si verificano di tanto in tanto.

È della massima importanza il verificare ad intervalli di tempo non molto lontani la larghezza del binario. Ciò si fa con un *calibro di linea* che si impiega del resto anche per la costruzione. Quello per le linee italiane è rappresentato nella figura 629.

Esso fornisce la larghezza interna di 1^m.445 pel binario in linea retta e tre altre larghezze maggiori per il binario in curva. Mediante anelli che si infilano dalla estre-

mità di sinistra si ottengono altre larghezze. La tolleranza si limita dai 2 ai 3^{mm} in più od in meno. Verificandosi degli errori maggiori si devono spostare le rotaje di una guida togliendo gli arpioni, infiggendo nei fori delle caviglie di legno incatramate e praticando dei nuovi fori nelle traverse.

Per verificare la sopraelevazione della guida esterna nei binarii in curva si fa uso di un *calibro della sopraelevazione* come quello indicato nella fig. 630; nel quale la dentellatura può esistere anche all'estremità di destra.

Si fa uso anche di un calibro per misurare l'inclinazione trasversale delle rotaje.

I cedimenti dell'intero binario si verificano con una livellazione accurata. — Il sollevamento si pratica per 10 a 20^{mm} per volta su tutto il tratto ceduto, e senza interrompere la circolazione dei treni; si compie mediante le leve o con un martinetto che si applicano alle traverse e sotto le quali si spinge la ghiaja. Onde prevenire i cedimenti nei tronchi in riporto si suol costruire il binario alcun poco in rialzo. Dove si sono verificati i cedimenti occorre l'aggiunta di nuova ghiaja onde regolarizzare il profilo.

È della massima importanza il tenere sempre asciutto il corpo stradale, perciò si deve curare lo spurgo dei fossi. Giova praticare dei piccoli rigagnoli alla superficie della massicciata, specialmente se non è molto permeabile.

È assai facile il verificare i deterioramenti delle rotaje; essi hanno luogo nel fungo prima che altrove e consistono in isfogliature e schiacciamenti. Una striscia lucente superiore di larghezza costante accusa la regolarità delle guide.

Nei primi tempi dell'armamento si verificano gli allentamenti delle madreviti ai giunti delle rotaje. Collocando le madreviti dalla parte interna del binario senza smovere la ghiaja si possono stringere opportunamente con una chiave. Trascurando lo stringimento delle madreviti si verificano ai giunti dei rapidi deterioramenti: difatti ogni ruota nel passare da una rotaja ad un'altra incontra un piccolo gradino che è causa di consumo rapido delle estremità delle rotaje, di urti e consumo del materiale mobile e di deformazione delle guancie. Oltre a ciò le rotaje più facilmente possono scorrere longitudinalmente, e gli agi fra di esse si possono accumulare fra due sole, le cui estremità troppo lontane si consumano prontamente sotto l'azione delle ruote.

Per quanto l'armamento sia solido, gli arpioni si sollevano sempre di qualche poco in causa dell'inflessione che subiscono le rotaje. È questo un difetto dell'armamento a traverse, e non può essere affievolito che col rendere molto robuste le rotaje o col diminuire la distanza fra le traverse. L'introduzione delle rotaje d'acciaio di sezione circa uguale a quelle di ferro, porta a questo riguardo un notevole vantaggio. L'agio fra la suola della rotaja e la testa degli arpioni non deve essere maggiore di circa 1^{mm}; ciò si verifica con una piastrina metallica di tale spessore. Se l'agio è maggiore si deve estrarre l'arpione e rimetterlo praticando un nuovo foro nella traverse.

I cedimenti irregolari di un binario e il conseguente rapido consumo delle rotaje sono dipendenti talora dallo stato delle traverse. Il rinnovamento delle traverse impudrite, o fesse, o incurvate non può essere fatto talora senza interrompere la circolazione. Perciò si mandano due guardiani in senso opposto a conveniente distanza dal luogo del lavoro, per arrestare i treni col segnale della banderuola rossa. Compiuta la riparazione, si permette il passaggio a piccola velocità. L'ispezione delle traverse suol farsi all'autunno ed alla primavera;

cioè prima e appena dopo l'inverno, durante il quale pel freddo non si rompe la massiciata.

Sui tronchi in montagna il lavoro di manutenzione più importante nell'inverno è lo sgombrò delle nevi. Quando lo strato di neve è sottile la stessa macchina si pulisce le guide davanti a sé mediante due scope di cui è munita. Se lo strato di neve è più alto di 0^m.20 sul piano delle rotaje, il cenerajo della locomotiva vi urta contro e ciò è causa per cui talora fra due stazioni successive si deve arrestare un treno; la qual cosa può dar luogo

a sinistri, come avvenne nel dicembre 1874 sulla linea Bologna-Ancona. Allorquando nevica è prudenza il munire le locomotive anteriormente di un piccolo scaccia-neve. Quando lo strato di neve è di altezza considerevole si fa uso di un grande scaccianeve che è costituito da due orecchie analoghe a quelle degli aratri e che ripartisce lateralmente la neve che copre il binario. Il scaccianeve viene spinto avanti da una locomotiva. In trincea e specialmente nelle gole si accumulano non di rado sul binario le nevi per un'altezza di oltre 1^m.50.

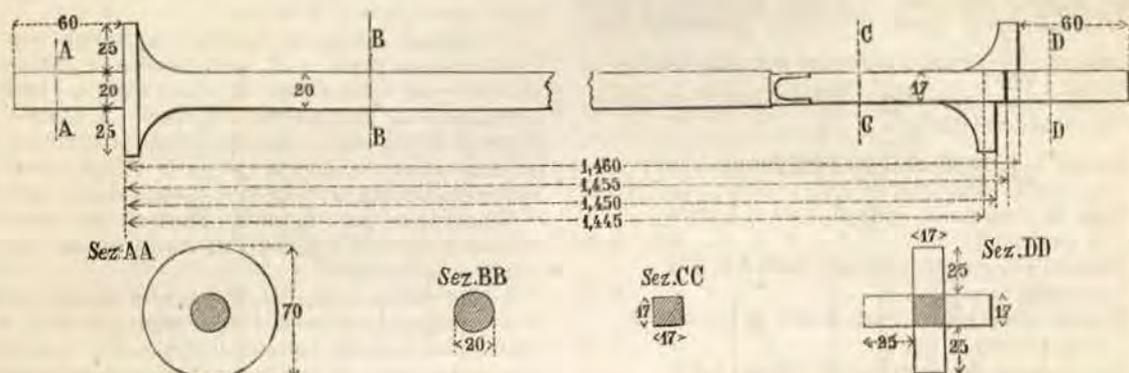


Fig. 629.

È d'uopo allora ricorrere allo sgombrò a braccia d'uomini. Importa che l'ingegnere della manutenzione si tenga accaparrate delle squadre d'uomini onde in simili casi non dar luogo a ritardi troppo prolungati nella circolazione.

Nel Nord d'Europa e nell'America del Nord, il cui clima d'inverno è rigido quanto in Russia, occorrono dei mezzi speciali per proteggere le linee dall'ingombro

delle nevi. — In tali regioni, e specialmente nei tratti di montagna, le trincee sono ridotte al minimo; pure il cumulo delle nevi è così grande e duraturo che non è possibile garantire una circolazione regolare. Negli anni 1872 e 1873 sulla linea dell'*Union-Pacifique* al passaggio della Montagne Rocciose diversi treni furono bloccati in mezzo alle nevi; e la circolazione rimase interrotta per più settimane. In alcuni punti lo strato di neve ar-

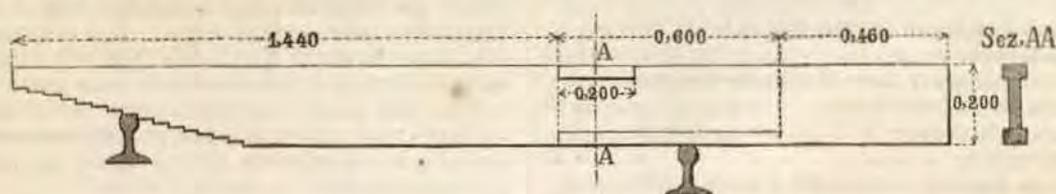


Fig. 630.

rivò perfino a 15^m d'altezza. Per assicurare il movimento sulle arduose linee di montagna, dove per economia di tempo venne applicato il metodo del valico in luogo del traforo, gli Americani hanno dovuto coprire con gallerie permanenti i tratti più elevati delle loro linee. La *Central-Pacifique* ha coperto oltre a 70^{km} di strada ferrata. Queste gallerie costrutte in legname sono assai economiche; vi è impiegato dai 3 ai 4^m di legname al m. 1. Essendosi però verificati degli incendi durante l'estate, si tende attualmente a sostituire il legname con materiale metallico.

Allorquando il deterioramento di un binario si estende sopra una lunghezza ragguardevole si ha il caso della grande manutenzione; e si può procedere rifacendo a nuovo tutto il tronco, oppure lasciando in posto quelle rotaje e quelle traverse che si mostrano in buono stato. È difficile stabilire la preferenza del rifacimento o della manutenzione saltuaria; ciò può dipendere dallo stato di deterioramento del binario, dall'essere o no il materiale di rinnovo uguale o diverso dall'esistente.

Tentativi di modificazione del materiale d'armamento delle strade ferrate. — Tali tentativi si riferiscono essenzialmente ai sostegni delle rotaje, i quali possono diversificare non solo per la natura del materiale, ma anche per forme e proporzioni svariatissime. Si è già fatto cenno dei sostegni in pietra, delle lungherine in legno, e si è trattato più diffusamente delle traverse di legno, come quelle che per prolungata esperienza si sono mostrate fra i sostegni meno imperfetti; e ne è prova la loro generale diffusione. I tentativi fatti e che si fanno tuttora per sostituirle sono informati all'idea economica fondata sopra un non lontano esaurimento della rovere od almeno al progressivo rincaro di essa; all'impossibilità di applicare le traverse di legno nelle regioni calde in causa del troppo rapido deperimento, ed al difetto di una durata del legname relativamente breve, essendo limitata in media a soli 10 anni. E veramente questa durata media è assai breve se si pone mente che, salvo per difetto di fabbricazione, la durata delle rotaje d'acciaio, che pur ricevono l'azione direttamente, sarà di 30

anni, e quella dei sostegni, che non sono esposti ad un deterioramento cotanto facile per l'azione del carico, dovrebbe essere di almeno altrettanto.

In tutti questi tentativi i materiali impiegati sono: la ghisa ed il ferro; e le forme tipiche adottate sono quelle dei sostegni isolati, delle traverse e delle lungherine. Taluni di essi implicano una modificazione di forma o di proporzione nelle rotaje.

Sostegni isolati metallici. — Supporto Henri. — È in ghisa a base quadrata con murature di rinforzo alla parte superiore (fig. 631) e munito inoltre di due ner-

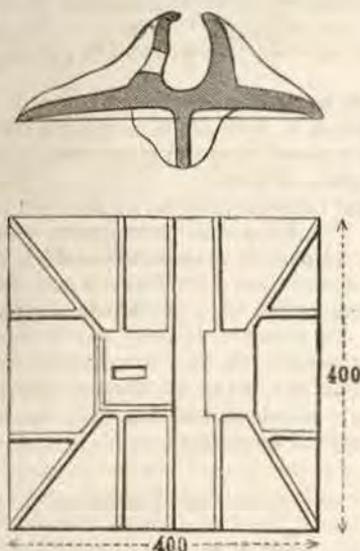


Fig. 631.

vature perpendicolari inferiori destinate ad impegnare il supporto nella ghiaja. Pesa chilogr. 27. Si collegano le due file di supporti mediante tiranti di ferro del diametro di 20^{mm}. Furono applicati in Francia fin dal 1847. Hanno dato dei risultati poco soddisfacenti, specialmente dal lato della stabilità.

Supporti Greave. — Questi supporti hanno dato dei risultati meno favorevoli dei precedenti. La base d'appoggio non è piana ma a calotta sferica (fig. 632), ciò che ha fatto dare loro il nome di supporti a campana. Pesano chilogr. 36. Essi furono consigliati da R. Stephenson in Egitto nel 1851, dove sia per la natura della massiccata consistente in pura sabbia, sia per il clima hanno dato dei risultati più favorevoli delle traverse di legno; quantunque non andassero esenti da speciali difetti, come quello di presentare una base d'appoggio alquanto ristretta; l'attacco dei tiranti troppo in basso, sicchè non contrastavano sufficientemente la tendenza alla rotazione trasversale delle guide, e risentisse dell'inconveniente dei supporti Henri per le rotaje a due funghi uguali, di ammaccare l'inferiore direttamente appoggiato sulla ghisa. I due fori che si scorgono in pianta servono per riempire la campana e per applicarvi le leve quando debbono essere rimosse.

Sostegni cellulari di Richardson. — Come mostra la fig. 633, questi sostegni in ghisa presentano tante cellule, che vanno riempite di ghiaja minuta onde accrescerne la massa; pesano circa chilogr. 38 l'uno e distano di 0^m.90 fra di loro. Quelli delle due file vanno rilegati tra di loro mediante due tiranti laterali aventi la sezione

a squadra di 40^{mm} × 60^{mm}. Vennero provati questi supporti sulla strada ferrata sotterranea di Londra, ma con successo poco favorevole per difetto di massa.

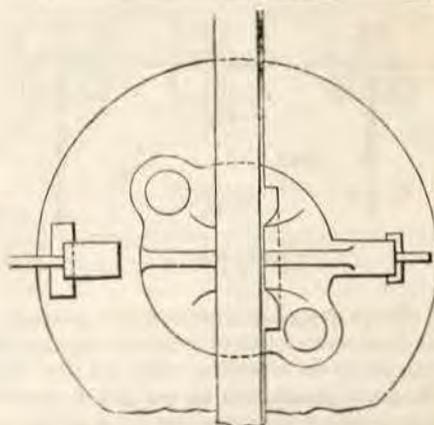


Fig. 632.

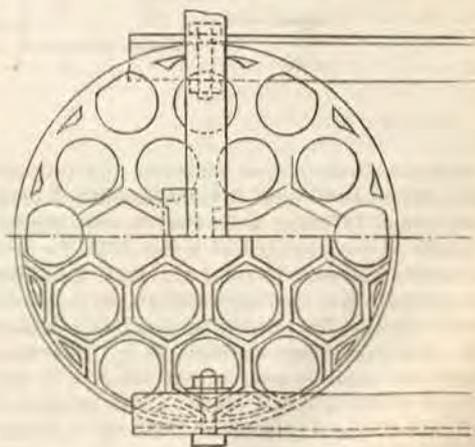
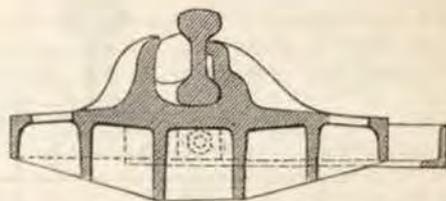


Fig. 633.

Supporti a culla di Samuel. — Sono in ghisa della lunghezza di 1^m; presentano la forma di una culla in cui si trovano alloggiate le rotaje coll'intermediario di due cunei di legno; non sporgono fuori che pel fungo superiore. Quattro nervature servono di rinforzo alla culla. Le due file sono rilegate per mezzo di tiranti di ferro a sezione circolare. Questi sostegni sono difettosi

non tanto per difetto di massa, quanto pel collegamento loro insufficiente e per trovarsi non abbastanza sommersi nella ghiaja.

Supporti Griffin. — La loro forma è quella di segmenti cilindrici colle generatrici parallele all'asse stradale, colla

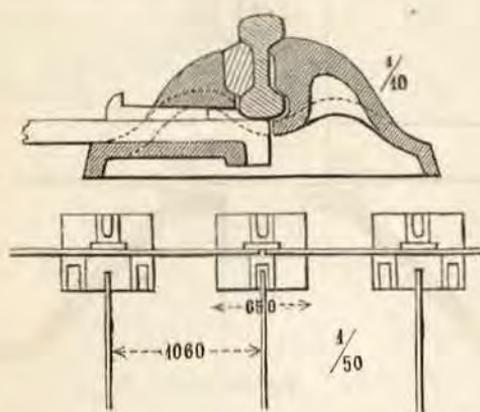


Fig. 634.

concavità rivolta in basso; superiormente portano le rotaje che si fissano con cunei di legno ed appoggiano per tutta la lunghezza del supporto, come nel tipo *Samuel*, rispetto al quale presentano un po' più di stabilità, in grazia della maggior sommersione nella ghiaja. Carattere comune ad essi è la soppressione di chiodi, viti e

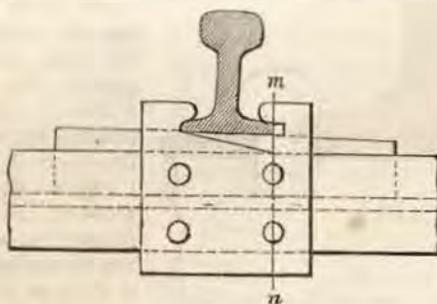


Fig. 635.

Sistema Desbrière. — Differisce dal precedente soltanto nel modo di fare il collegamento delle traverse colle rotaje. In luogo delle viti vi sono impiegate due mascelle ed una piccola bietta (fig. 635). Le prime sono inchiodate solidamente colla traversa. La chiusura del collegamento si consegue col battere il cuneo di legno forzandolo così fra la costola orizzontale della traversa e la suola della rotaja inclinata di $\frac{1}{20}$. L'armamento si è mostrato instabile colle grandi velocità. A togliere in parte sì grave difetto il *Desbrière* ha proposto di collegare inferiormente tutte le traverse con una sbarra presentante la sezione a squadra e collocata secondo l'asse stradale.

Le traverse presentanti la sezione a T semplice e disposte colla costola verticale hanno dato dei risultati ancora più scadenti.

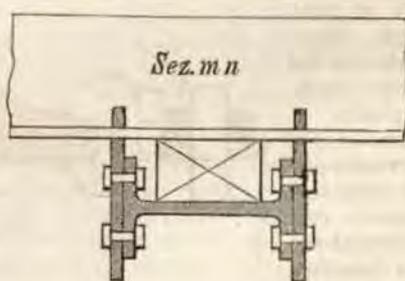
Si è voluto attribuire la mancanza di stabilità delle precedenti traverse alla esigua estensione della superficie d'appoggio, e visto che l'irrugginimento del ferro è lentissimo, si è ridotto lo spessore ai 4 e anche ai 3^{mm} soltanto ampliando la superficie d'appoggio.

biette pel collegamento colle rotaje; basta il solo cuneo di legno. È razionale il collegamento delle due file di supporti mediante sbarre a sezione rettangolare e biette di chiusura come mostra la fig. 634; quantunque la loro sezione sia deficiente. Non possono essere tolte se prima non si estraggono le rotaje; ciò che rende meno facile un malevolo tentativo di disarmo del binario.

I sostegni isolati hanno dato finora dei risultati meno soddisfacenti delle ordinarie traverse di legno, sia per mancanza di massa, sia per l'insufficienza delle sbarre di collegamento delle due file. Quelli di pietra, il cui peso è di circa chilogr. 200, hanno dato i migliori risultati. Se i supporti isolati sono insufficienti per le strade ferrate ordinarie, essi possono però dare dei risultati soddisfacenti per le strade economiche e per quelle ambulanti d'uso agricolo, industriale, o di guerra.

Traverse metalliche. — Le traverse in causa della loro lunghezza e delle azioni flettenti a cui vanno soggette, non possono essere di ghisa. Esse sono fabbricate esclusivamente di ferro.

L'officina *Couillet* (Belgio) ha adottata una traversa a doppio T colla costola orizzontale della lunghezza di 2^m.50, del peso di chilogr. 46 e dello spessore medio di 7^{mm}. Costano circa 8 lire l'una. Viene collegata colle rotaje mediante due viti e coll'intermediario di un blocco di legno, che presenta la sede per la rotaja inclinata di $\frac{1}{20}$. Il sistema ha dato buoni risultati per piccole velocità, pur con curve di 300^m di raggio, pendenze del 10 ‰ e pressioni massime delle sale motrici delle locomotive di 11 tonnellate.



La traversa *Lecrenier* ad U rovesciato applicata in *Portogallo* non presenta che 4^{mm} di spessore; pesa soltanto chilogr. 25, ed è lunga 2^m.25. È deformata sotto alle rotaje in modo da presentare l'inclinazione di $\frac{1}{20}$. Il collegamento delle rotaje viene fatto per mezzo di viti coll'intermediario di piastrelle speciali.

Zorès ha studiato assai l'armamento con materiale metallico. Egli ha proposto diverse disposizioni; ha applicato le traverse presentanti la sezione a forma di V, che portano il suo nome; si scorge nella fig. 636, la quale rappresenta insieme colla fig. 637 il collegamento colla rotaja a due funghi. La piastrella di ferro dolce *c* presenta l'inclinazione di $\frac{1}{20}$; due piastrelle di piombo *o o* servono ad attutire gli urti assicurando il contatto fra le due ganasce e la rotaja. Si esige la foratura delle rotaje in corrispondenza ad ogni traversa. È un collegamento ingegnoso, ma poco stabile. La fig. 638 rappresenta il collegamento della stessa traversa con una rotaja a suola, che si presta assai meglio ad un'unione solida. Suppone inclinata la traversa di $\frac{1}{20}$. Non va esente da inconvenienti la vite di pressione V. Lo *Zorès*

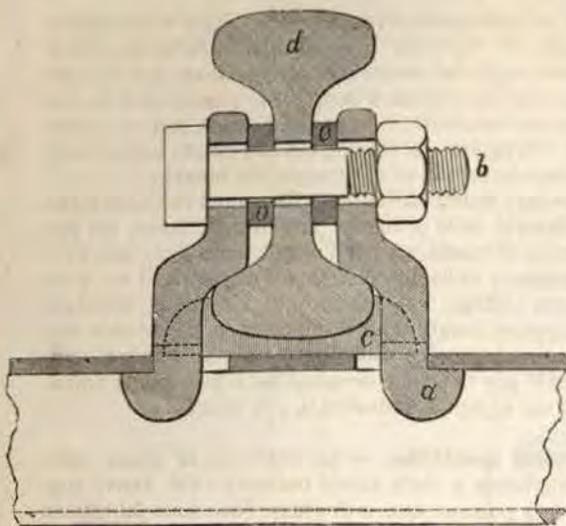


Fig. 636.

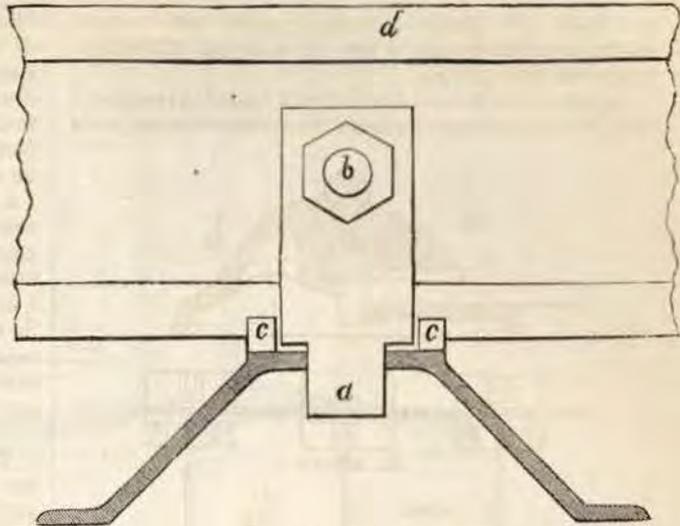


Fig. 637.

applica lo stesso collegamento alle rotaje ad U del tipo Brunel, dove applica una dentiera laterale, destinata a supplire alla mancanza d'aderenza nei tratti in pendenza (1868).

Le traverse metalliche sono state sperimentate specialmente in Francia. Sotto l'azione del movimento ondulatorio dei treni le traverse metalliche si sono sempre provate più o meno instabili. La Società dell'*Est* francese ha voluto anche instellarle con piastre di ferro onde scemarne lo spostamento nella direzione della loro lunghezza. Onde scemarne le vibrazioni e crescerne anche la stabilità si è proposto (sistema *Schattenbrand*) di chiudere inferiormente le traverse trapezie con una piastra sottile di ferro, e riempirle quindi di ghiaia e calce. Peraltro o per imperfezione dei sistemi o per ragione del costo, nessuna Società si è finora decisa ad adottare di preferenza le traverse metalliche.

Lungherine metalliche.— L'armamento a lungherine metalliche venne studiato specialmente in Germania. Lo scopo che si è avuto di mira non si è limitato alla sostituzione del ferro al legno,

ma ben anche di diminuire il peso delle rotaje. Nel sistema *Heusinger von Waldegg* la rotaja è ridotta al fungo ed alla costola, la quale viene presa da due lamiere ripiegate a forma cilindrica formanti la lungherina. Nel sistema *Köstlin e Battig* alle due lamiere cilindriche sono sostituiti due ferri d'angolo aventi l'angolo alcun poco maggiore di un retto; onde la lungherina presenta la forma di una sella. Analogo è il sistema *Jordan*; ed anche quello di *Kleeblatt*. Nella fig. 639 è rappresentato il sistema *Scheffler* migliorato; differisce poco dai precedenti. Le figure 640 e 641 rappresentano chiaramente il sistema *Glatz*, che è una variante del precedente (1876). In tutti questi

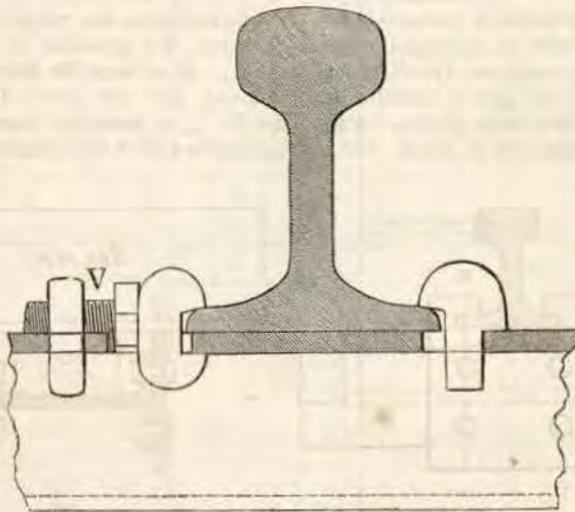
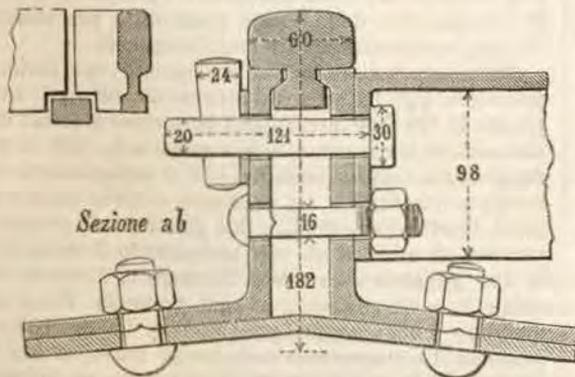
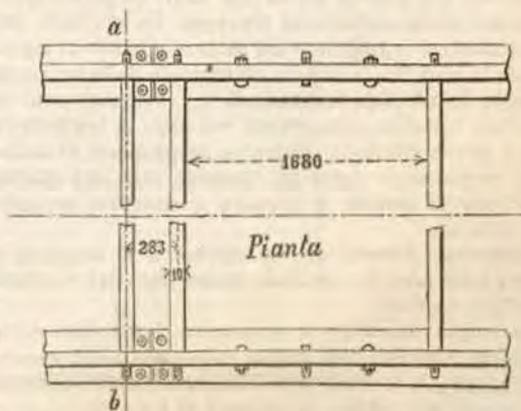


Fig. 638.



Sezione ab



Pianta

Fig. 639.

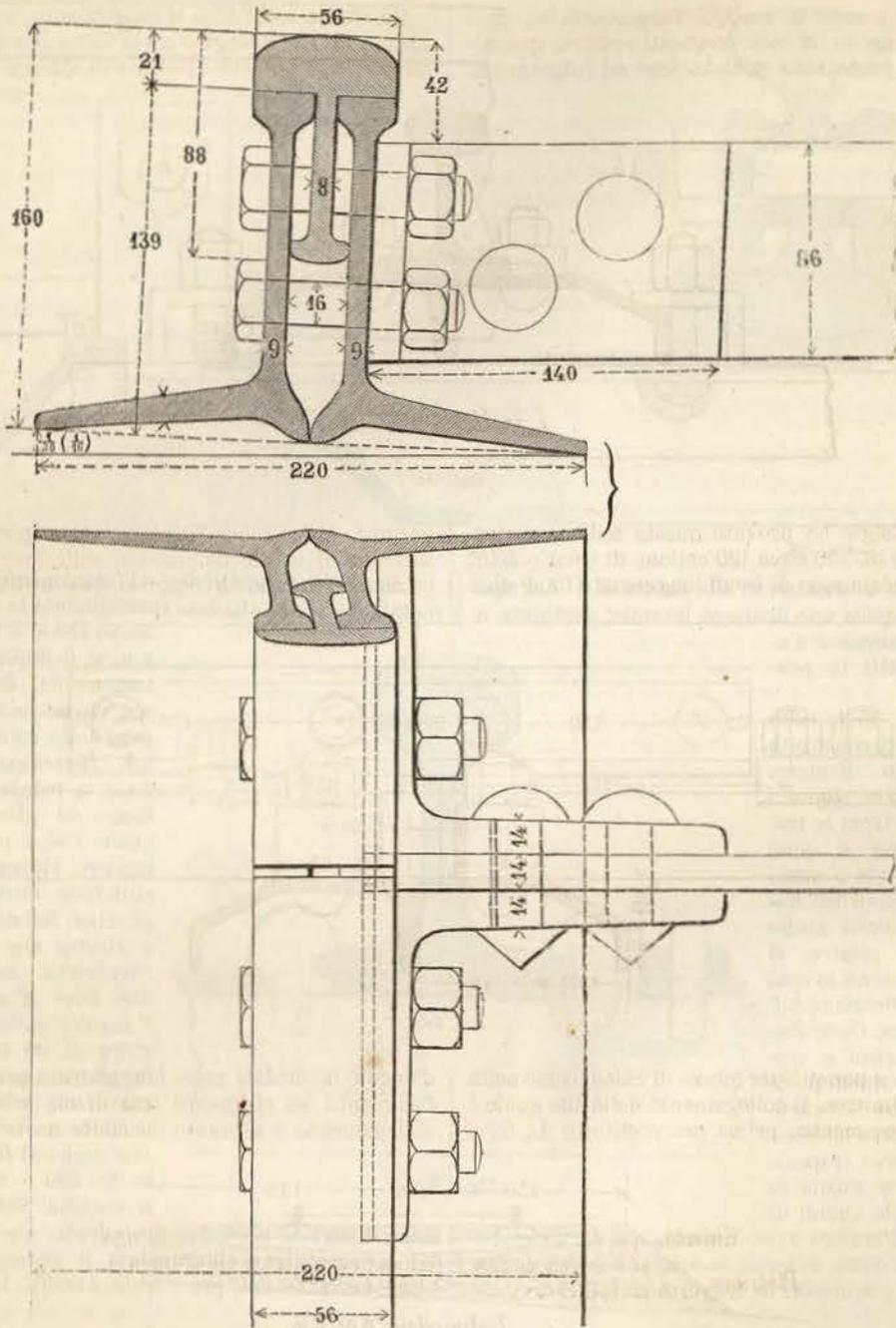


Fig. 640.

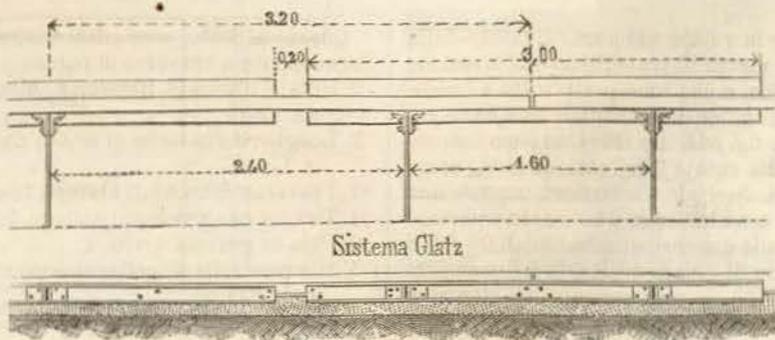


Fig. 641.

sistemi le rotaje sono in acciaio; l'esperienza ha provato che avvengono in esse frequenti rotture, specialmente là dove presentano qualche foro od intaccatura.

Già da parecchi anni si sperimenta in Germania l'armamento *Hilf* a lungherine in ferro. Incoraggiato da tali esperienze e nell'intendimento di aiutare l'industria me-

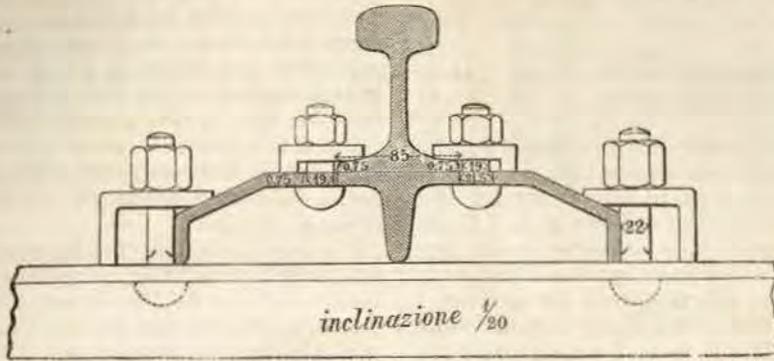


Fig. 642.

tallurgica, il Belgio ha provato questo sistema costruendo negli anni 1877-78 circa 120 chilom. di binario *Hilf*. Le rotaje d'acciajo sono di 9^m di lunghezza e di 29 chil.

per m. l., quantunque l'inventore le proponesse di 25 chil. soltanto. Il loro collegamento colle lungherine è fatto come mostrano le fig. 642, 643, 644 mediante viti e pia-

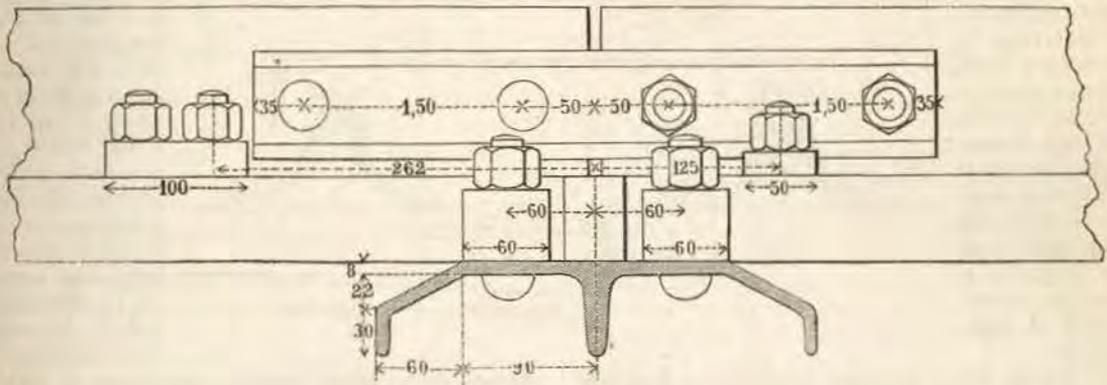


Fig. 643.

strelle d'angolo e non più per mezzo di chiodi come nella disposizione primitiva. Il collegamento delle due guide è pure modificato; mentre prima era costituito da ferri

d'angolo inchiodati colle lungherine, sicchè avvenivano facilmente dei cedimenti trasversali delle guide, qui il collegamento è ottenuto mediante un tirante che con-

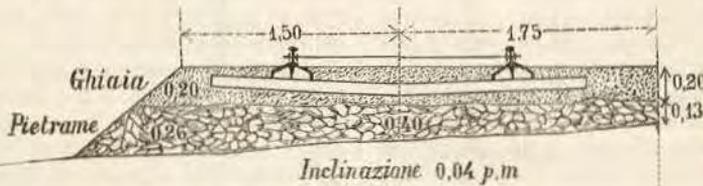


Fig. 644.

giunge direttamente le rotaje nel punto di mezzo della loro lunghezza e per mezzo di traverse aventi la sezione stessa delle lungherine, e che sono poste sotto a queste rotaje come mostra la fig. 644. Le traverse sono inflesse per modo da dare alle rotaje l'inclinazione di 1/20 come indica pure la fig. 644. Secondo l'inventore occorre una massiccata speciale consistente in uno strato inferiore di pietrame grosso delle dimensioni massime di 0^m.06; e di uno strato superiore di ghiaja ordinaria di dimensioni massime uguali a 0^m.03. Il collocamento del binario a braccia d'uomini riesci ancor meglio che non col mezzo di una gru che ne posi i tronchi di 9^m di lunghezza come aveva suggerito l'inventore.

Quanto al costo, ecco i dati confrontati con quelli dell'armamento a traverse di legno:

2 Rotaje d'acciajo Bessemer chilogr. 464.4 a L. 179.7	L. 83.45
2 Lungherine in ferro di 8 ^m .96; chilogr. 526.3 a L. 165	» 86.84
1 Traversa di 2 ^m .60 di chilogr. 76.4 a L. 165 »	» 12.60
1 Tirante con accessori chilogr. 7.8 a L. 304 »	» 2.37
2 Paja di guancie e viti	» 3.60
Viti e piastrelle di collegamento chilogr. 32.2 a L. 314.9	» 10.14
Costo di 9 metri di binario	L. 199.00
Costo di 1 metro di binario	» 22.11

2 Rotaje in acciaio Bessemer di 6 metri, di chilogr. 38,04 al m. l.	L. 82.02
7 Traverse di quercia incatramate a L. 6.17 »	43.19
2 Paja di guancie con viti »	5.14
2 Piastrelle »	0.80
32 Viti e arpioni »	3.52
Costo di 6 metri di binario . . . L.	134.67
Costo di 1 metro di binario . . . »	22.44

Quantunque il costo del binario sia circa uguale a quello dei binari a traverse di legno; occorre però una spesa di collocamento di L. 8.32 al m. l.; mentre per questi è (sopra una strada già esistente) soltanto di L. 1.55. Si aggiunga che il maneggio delle lungherine è assai faticoso e che ne occorre uno speciale approvvigionamento per le curve di diverso raggio, giacchè per ogni caso i fori per collegamento colle rotaje hanno posizioni differenti. Inoltre, confrontata la spesa di manutenzione con quella dell'armamento a traverse di legno, si è trovata questa di L. 0.80 al metro lin.; quella di L. 1.90. Ciò proviene dalle riparazioni frequenti occasionate dall'instabilità del binario in linea retta e dalla tendenza a spostarsi all'esterno in curva e dall'imperfezione dei collegamenti ai giunti, dove in causa dello scorrimento longitudinale a cui vanno soggetto le lungherine occorre rimettere in posto le traverse.

Altri sistemi furono proposti, come quello *Magloire* (1871), dove la lungherina è costituita da un ferro a T semplice colla costola verticale e superiore lateralmente alla quale si avvita la costola della rotaja. Il *Paulus* ha voluto utilizzare le rotaje vecchie come lungherine, disponendone due coricate e racchiudenti fra le loro soles la costola della rotaja.

L'armamento a lungherine è in vero seducente avendo di mira il rinnovamento della sola parte che per prima si consuma, cioè il fungo, lasciando sussistere tutto il resto. Ma dacchè l'esperienza ha provato che una sezione troppo piccola di rotaja in acciaio è esposta a facili rotture, diventa in gran parte illusorio il fine ultimo del sistema. Aggiungasi che dopo un certo tempo la ghiaja sotto la pressione delle lungherine diventa compatta ed impermeabile, ristagnando così l'acqua entro il binario. Sistemi misti a traverse e lungherine, a traverse e sostegni isolati furono pure proposti.

Armamento con sole rotaje. — Un fine ancor più economico si è voluto conseguire da taluni inventori col sopprimere i sostegni e ridurre tutto il binario alle sole rotaje direttamente collocate sulla ghiaja, e soltanto di tratto in tratto rilegate le due guide con dei tiranti. Un tipo di tali rotaje fu proposto dall'*Adams*. Essa consiste in un fungo con due all'orizzontali ed una costola inferiore verticale che si impegna nella ghiaja.

Fino dal 1849 il *Barlow* propose una rotaja a due sole all'incurvate come mostra la fig. 645, dove è indicato un giunto, fatto a chiodi, cioè senza tener conto delle dilatazioni non molto grandi risultando la rotaja quasi total-

mente sommersa. Il collegamento delle due guide viene fatto con ferri d'angolo piegati a metà onde dare l'inclinazione voluta di $\frac{1}{20}$ alle rotaje. Da principio destò le maggiori simpatie per la estrema sua semplicità ed apparente robustezza. Se ne fece l'applicazione e parve rispondere bene alle prime prove; sicchè in Inghilterra se ne armarono per ben 1300 chilom. di strada in pochi mesi. Ma sotto la forte pressione delle locomotive, e pei difetti di fabbricazione trattandosi di una forma di rotaja assai difficile da tirare perfetta, si appalesarono prontamente delle deformazioni tali che ne consigliarono l'assoluto abbandono.

Più tardi (1865) l'*Hartwich* propose nuovamente l'armamento con sole rotaje, ma applicando non più la rotaja *Barlow* derivata dal tipo *Brunel*, bensì la rotaja a suola ordinaria, soltanto resa più alta. Egli prese a tipo la rotaja ministeriale prussiana alta 131mm; portò la sua a 288mm d'altezza, con che avrebbe il peso della prima nel

rapporto di 1 : 1.56: ma ne aumentò la resistenza nel rapporto di 1 : 4. Si riconobbe poscia che questa resistenza maggiore era eccessiva, onde venne ridotta l'altezza a soli 230mm e dopo anche a soli 200mm, sopprimendo inoltre la piastra inferiore di collegamento delle soles ai giunti di due rotaje successive. La poca stabilità e il rapido consumo del fungo hanno con-

dannato anche questo sistema, nonostante le modificazioni che vi apportò il prof. *Winkler*, col renderne più larga la suola e riportato il fungo.

Relativamente a tutti i sistemi d'armamento nei quali si è avuto di mira la sostituzione di ogni altro materiale col solo ferro, è bene riportare un giudizio già emesso dal *Couche* nella sua opera *Voie et matériel roulant....* (vol. 1°, pag. 218) fin dal 1868, che cioè « l'impiego quasi esclusivo del legname in Inghilterra, questa terra classica del ferro, prova che il legno presenta dei grandi vantaggi sopra i metalli, o per lo meno che non si è ancora riusciti ad impiegare questi sotto una forma conveniente ». Questo giudizio regge ancora al presente.

Riassumendo adunque quanto si riferisce all'armamento, si può concludere che la ghiaja, la quale è pur causa d'instabilità del binario, è indispensabile per la buona conservazione del materiale fisso e mobile, e che forse non si troverà mai un suo surrogato che ritenendone i vantaggi ne eviti il suddetto inconveniente; che sopra la ghiaja il sistema d'armamento che ha dato migliori prove da oltre 50 anni in quasi tutte le regioni del mondo è quello a traverse di legno e che gl'inconvenienti alcuni poco lamentati, della flessione delle rotaje e dell'allentamento degli arpioni, provenienti dal peso ognor crescente delle locomotive, sono stati quasi completamente tolti coll'adozione delle rotaje d'acciajo più rigide di quelle in ferro, onde, migliorato anche il giunto col renderlo più robusto, l'armamento a traverse in legno non lascia prevedere la possibilità che possa essere surrogato fra pochi lustri da altro qualsiasi.

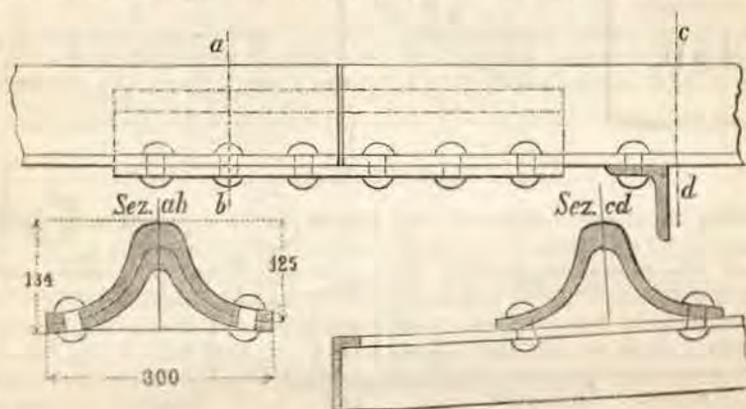


Fig. 645.

ACCESSORII DELLE STRADE FERRATE.

La grandiosità e celerità dei trasporti sulle strade ferrate, il numero delle corse giornaliere, in relazione coll'ordine, colla comodità e colla sicurezza esigono un complesso di accessori lungo le linee e nei punti di stazionamento che sono affatto speciali o per natura o per iscopo, rispetto a quelli che si convengono per le strade carrettiere.

Accessorii lungo le linee.

Indicatori di distanza. — Questi indicatori si pongono sopra tutte le strade ferrate, ed hanno per iscopo di delimitare i tronchi d'azione dei cantonieri, i vari servizi di manutenzione, e di giovare agli agenti dei treni

onde regolarne la velocità. Si dispongono di chilometro in chilometro e talora anche di ettometro in ettometro. La numerazione loro si fa a partire da una stazione principale. Si collocano ordinariamente sul ciglio sinistro della massicciata partendo dalla stazione d'origine. Affinchè gli agenti dei treni possano leggere agevolmente le cifre, sopra ogni palo vi hanno due tavolette di legno o metallo all'altezza di circa 2^m comprendenti fra di loro un angolo di 90°, la bisettrice dell'angolo essendo perpendicolare all'asse stradale e indica da una parte la distanza da una stazione; dall'altra parte la distanza dalla stazione opposta. In Germania si usano anche le pietre millari, come in Italia per le strade carrettiere.

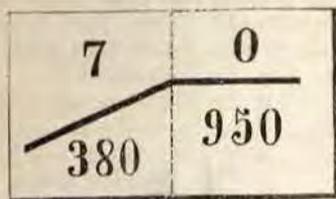


Fig. 646.

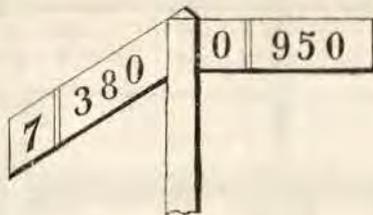


Fig. 647.

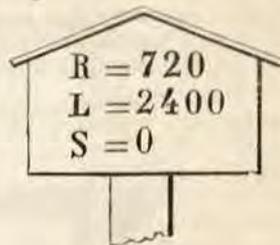


Fig. 648

Indicatori di pendenza. — Giovano parimenti per servizio di manutenzione e per gli agenti dei treni. Si collocano in tutti i punti d'incontro di due livellette diverse. Quando si faccia uso di una tavoletta sola si indicano con due linee grosse i sensi delle pendenze come nella fig. 646, dove i numeri superiori indicano la pendenza per 1000, e quelli inferiori le lunghezze di strada in metri affette da tali pendenze.

Facendo uso di due tavolette s'inclinano le medesime come indica la fig. 647.

Indicatori delle curve. — Questi servono allo stesso scopo dei precedenti; sono posti nei punti d'accordo delle curve coi tratti rettilinei e portano scritto, come indica

la fig. 648, il raggio R della curva; la lunghezza L di essa e la sopraelevazione S.

Indicatori diversi. — Oltre ai precedenti si hanno gli indicatori di confine che segnano il confine della proprietà stradale. Sono ordinariamente in pietra e portano incise le iniziali della Società ferroviaria. Si collocano in contraddittorio coi proprietari confinanti. Talora si applicano anche indicatori d'accantonamento o di separazione dei tronchi affidati in sorveglianza ai cantonieri.

Tutti questi indicatori si sogliono porre dalla parte opposta a quella dove sono collocati gl'indicatori di distanza. I pali di cui si fa uso sono di legno od anche rotaje usate.

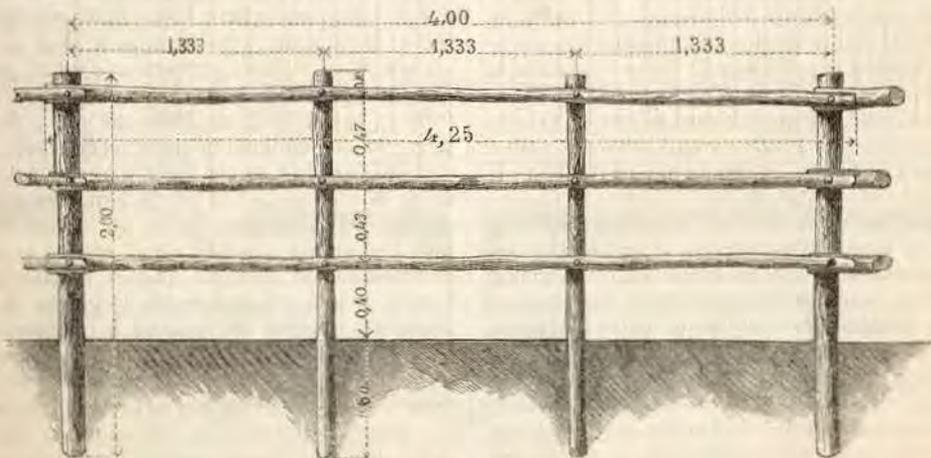


Fig. 649

Chiudende. — Le chiudende hanno per iscopo d'impedire alle persone estranee al servizio ed agli animali l'accesso sulle strade ferrate e loro adiacenze. Vengono applicate da tutte le società, e quelle che le costruiscono insufficienti allo scopo o non le mantengono, si espongono non di rado a pagare delle ingenti somme per danni arrecati ai proprietari per tanto bestiame ucciso. Ciò si è verificato specialmente in America, dove, per

es., la società Louisville e Nashville ha dovuto pagare in un solo anno oltre a 200,000 lire d'indennità. Oltre a ciò, può essere posta in pericolo anche la vita dei viaggiatori. Le chiudende sono vive o morte.

La pianta più indicata per le vive è lo spino bianco, viene poscia lo spino-Cristo, indi lo spino nero, le prime due più appropriate ai terreni argillosi umidi, la terza ai terreni silicei.

La robinia si presta ad una buona chiusura, ed è di pronta venuta; essa è utile là dove importa anche di consolidare le scarpe; però, se non è tenuta a conveniente distanza (2 metri almeno) dai fondi limitrofi, o separata con un fosso profondo, li invade sollevando recriminazioni da parte dei proprietari. D'altro canto non devono essere troppo avvicinate al binario, giacchè le foglie in autunno cadendo sulle rotaje nuociono grandemente all'aderenza delle locomotive.

L'altezza a cui si limitano le siepi vive è di 1 metro ad 1^m.50. Le chiudende morte non rispondono certamente allo scopo come le vive; difettano per robustezza, per durata, per sicurezza contro gli incendi. Si applicano fintantochè le vive non siano allevate, e dove non attecchiscono queste ultime. Secondochè si tratta di proteggere la strada ferrata contro il bestiame minuto, oppure grosso, si costruiscono le chiudende secche con ritti riuniti fra loro da una, due, tre e anche quattro

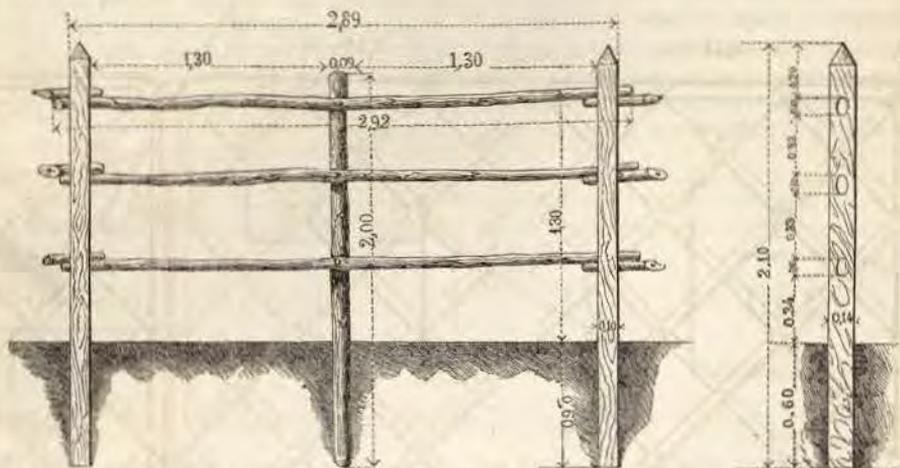


Fig. 650.

file di correnti. Nelle figure 649 e 650 sono rappresentati due tipi diversi pel modo di fissare i correnti coi ritti. Costano in media da lire 1 a lire 2 al m. l., e sono costituiti da rami di quercia. Sarebbe più economico il filo di ferro, ma esso non è scorto facilmente dal be-

stame, e può essere rotto o superato. I muri dell'altezza di 1 metro ad 1^m.30 sarebbero certamente preferibili anche alle siepi vive; ma costano non meno di lire 3 al m. l.; quantunque abbiano poi una durata ragguardevole. In alcuni punti dove circola continuamente

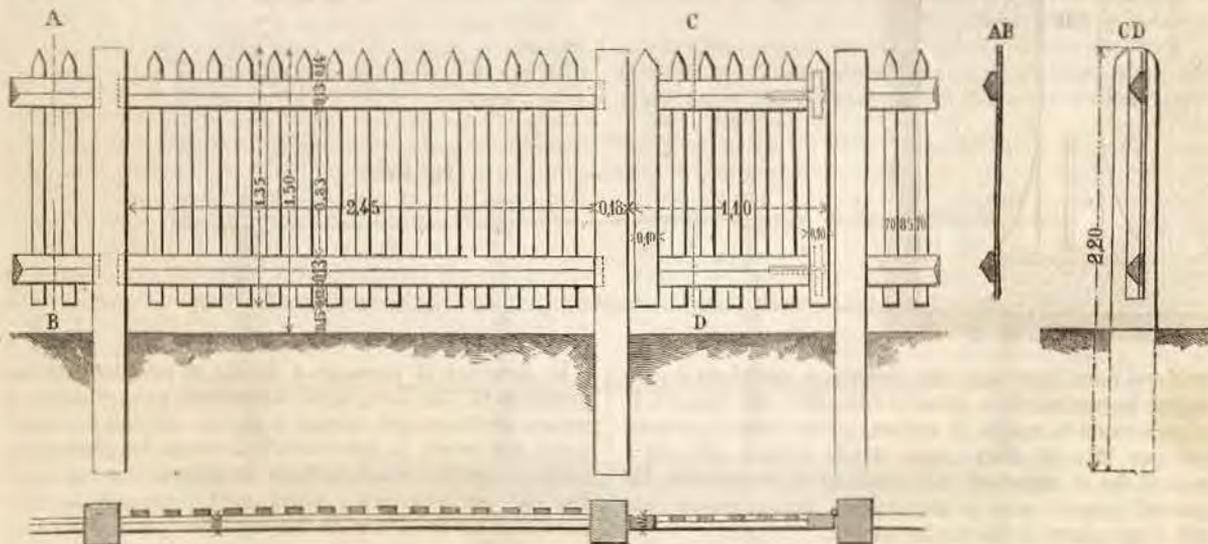


Fig. 651.

del bestiame si applicano talora le traverse usate di seguito e a contatto, sporgenti da terra circa 1^m.50.

Anche attorno alle stazioni occorrono le chiudende, le quali, se non rivestono più il carattere di sicurezza pel movimento dei treni come lungo le linee, hanno però non meno importanza sia per impedire l'accesso al pubblico nelle stazioni, evitando così ingombri e disgrazie; sia per evitare dei furti. Per tali ragioni e per una certa eleganza le chiudende di stazioni devono essere più fitte

e pulite che non quelle di linea. Nelle grandi stazioni dove esistono ragguardevoli magazzini e depositi, la migliore chiudenda è il muro di cinta portato all'altezza di metri 2.50, il quale si presenta anche di un aspetto decoroso.

Nelle stazioni meno importanti basta una cancellata in legno come quella indicata nella figura 651 con ritti in pietra. Si prestano all'uopo anche assai bene le traverse usate.

Passaggi a livello. — Così si chiamano quei punti di una linea dove essa è attraversata da una strada ordinaria. Giova usare qualche precauzione nello stabilire dei passaggi a livello, onde evitare il pericolo che s'incontrino dei veicoli ordinari con qualche treno. In linea retta ed in rilevato si possono stabilire senza pericolo. Ma nelle curve di piccolo raggio, in trincea, agli accessi delle gallerie, devono essere evitati, sostituendoli

con sotto-passaggi o cavalcavia. Giova pure evitarli in prossimità alle stazioni, poichè, compendosi delle manovre, occorre talora mantenere intercettata la libera circolazione sulla strada carrettiera per un tempo anche lungo. Onde rendere più pronta la traversata sulla strada ferrata, conviene che l'incrocicchio avvenga possibilmente sotto un angolo retto o quasi. Quando l'angolo è ridotto a circa 45° o meno, conviene deviare la car-

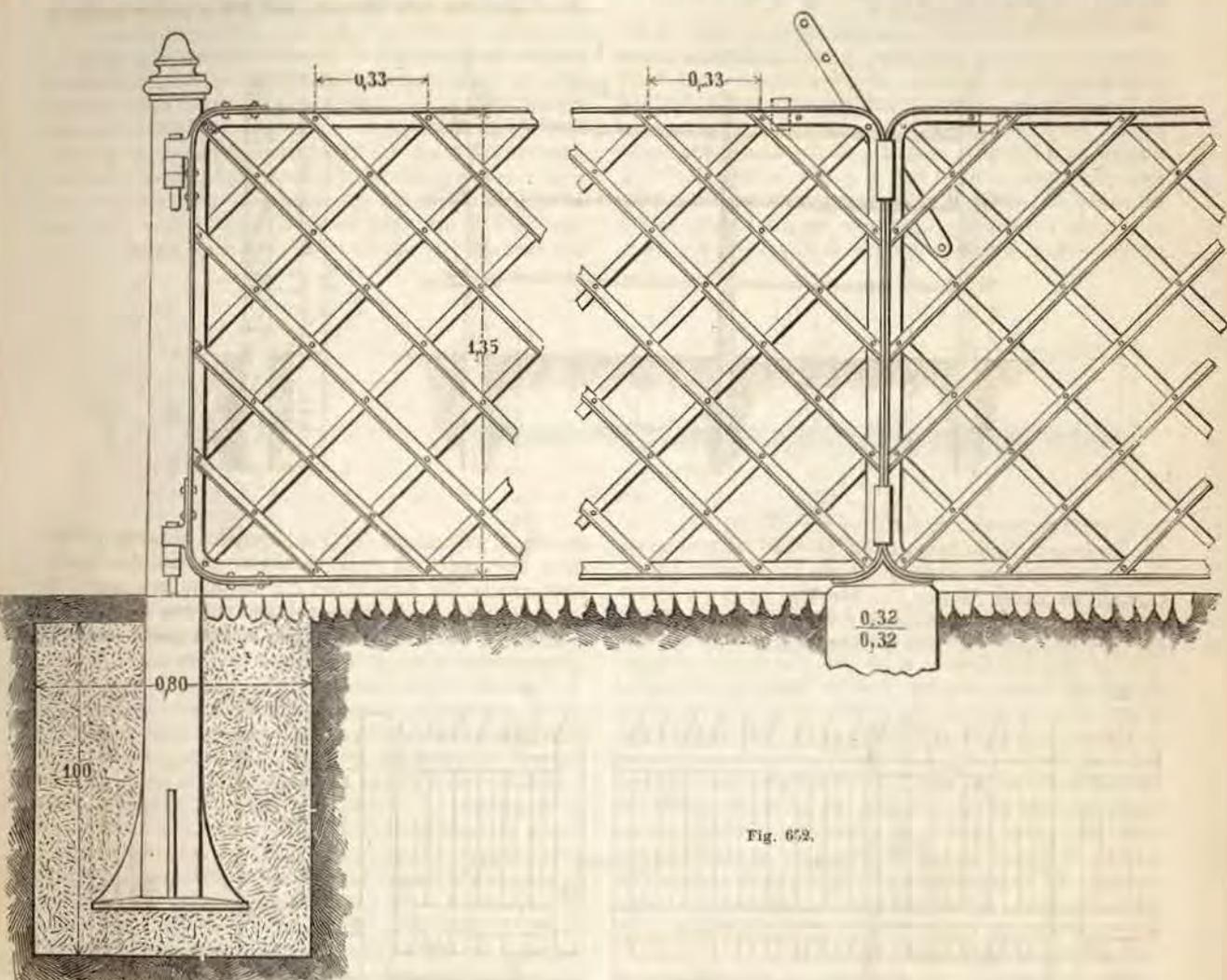


Fig. 652.

rettiera parallelamente alla ferrata, e compiere il passaggio normalmente a quest'ultima. Se i due tronchi di accesso sono a rampa in ascesa, giova tenerli orizzontali per 15 o 20 metri dalla strada ferrata, affinché i veicoli che si arrestano non tendano a retrocedere. Se poi tali tronchi sono in alto riporto devono essere muniti di paracarri o chiudende laterali.

Per impedire degli scontri nei passaggi a livello si fa uso di *barriere* o *cancelli* destinati ad intercettare la carrettiera, giacchè ragion vuole che si dia libera la strada sempre ai treni.

In Italia le aperture delle barriere sono:

Per le strade nazionali e provinciali di 6 metri

» comunali	» 5 »
» vicinali	» 4 »
» private	» 3 »
» mulattiere	» 2 »
» pedonali	» 1 »

In America ai passaggi a livello si prendono poche precauzioni. Le Compagnie si limitano generalmente a tenere scritto sopra un palo a parole cubitali di *guardarsi dai treni*. A conveniente distanza dai passaggi a livello lungo la linea si trovano da una parte e dall'altra due pali per avvisare i macchinisti di suonare la campana o di far emettere un fischio dalla locomotiva. Generalmente non si applicano barriere al passaggio dei treni; al più queste si limitano a semplici sbarre che sono manovrate da un guardiano che ha anche l'incarico di manovrare qualche scambio. In vicinanza alle città e per quelle strade carrettiere che danno luogo ad un movimento sensibile si prendono maggiori precauzioni come in Europa. In luogo di una semplice catena o di una sbarra si fa uso di cancelli.

La fig. 652 mostra il tipo di cancelli a graticcio in ferro con colonne in ghisa adottato sulle linee italiane. Esso è a due battenti. Per ampiezze minori di 4 metri

si fanno ad un battente solo. Talora si fanno scorrevoli sopra rotelle e guide, anziché girevoli intorno a cardini.

I passaggi a livello costituiscono una grave servitù a carico delle Società specialmente sulle linee di grande movimento. Egli è per ciò che sono restie nell'ammetterle molti, o nel concederle dei nuovi ai privati, se anche questi si assumano ogni responsabilità. Si è cercato modo di diminuire alcun poco la spesa riducendo il numero dei guarda-barriere.

Si è incominciato in Germania verso il 1850 ad applicare la manovra a distanza; poscia venne accolta con grande favore in Francia, ed attualmente quasi tutte le Società ne approfittano ogniqualvolta la distanza non superi circa 800 metri. Ad uno stesso guardiano si giunge ad affidare la custodia di tre passaggi a livello successivi, permanendo egli a quello intermedio. Naturalmente si esclude la manovra a distanza per le linee di grande movimento, oppure a doppio binario, e per quelle strade carrettiere dove il movimento è pure

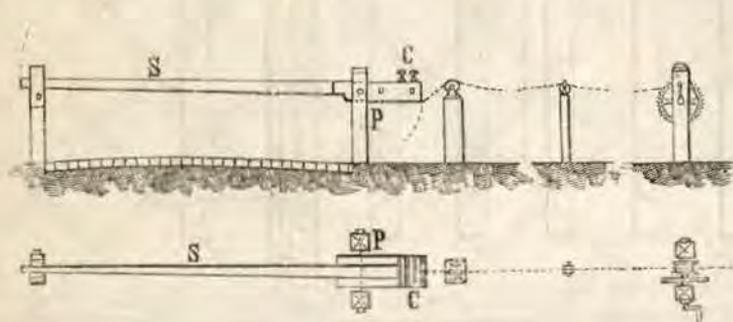


Fig. 653.

Oltre alle barriere nei passaggi a livello occorre qualche accessorio anche al binario. Per facilitare il passaggio dei veicoli e preservare le rotaje da un rapido consumo, si applicano due contro-rotaje internamente al binario. La distanza fra i funghi di una rotaja e dell'attigua contro-rotaja è di 60^{mm} in rettilineo e crescente fino ad 80^{mm} se in curva. La lunghezza delle contro-rotaje si tiene uguale a quella del passaggio più 1^m.50 circa per parte. Alle loro estremità si ripiegano alquanto. È buona norma di arricciare la strada esternamente ed internamente al binario, onde evitare l'inconveniente che dei ciottoli possano cadere fra le rotaje e le contro-rotaje, ed ostruire lo spazio destinato al libero passaggio degli orletti delle ruote.

Casa di guardia. — I guardiani, il cui obbligo è di compiere il servizio e la sorveglianza ai passaggi di livello cui sono applicati, di fare il piccolo servizio di manutenzione del tratto di strada a loro affidato, tratto che devono percorrere di tanto in tanto, e di trasmettere i dovuti segnali per la sicurezza del movimento dei treni, dovendo prestare servizio giorno e notte, hanno bisogno di un ricovero od abitazione al posto loro. Nei luoghi poco importanti o non ancora designati definitivamente per un cantoniere si costruiscono dei semplici caselli di guardia, generalmente in legno, dell'ampiezza di 3^m × 2^m circa.

Nei punti dove il servizio è grave si pone un guardiano con famiglia, onde poter essere coadiuvato dalla moglie, e si esige una casa di guardia che generalmente è a due piani, composta di quattro vani ed in muratura. V'ha un pozzo d'acqua potabile, e vi è annesso un piccolo appezzamento di terra per occupare le ore d'ozio. Costano da lire 2000 a lire 4000. La loro distanza dalla rotaja più vicina deve essere almeno di 5 metri.

grande. La figura 653 mostra una disposizione per la manovra a distanza. La sbarra S è girevole intorno ad un perno orizzontale P, e porta un contrappeso C che per una piccola preponderanza mantiene verticale la sbarra. Tirando il filo per mezzo di un piccolo arganello munito di rotella a sega e nottolino si fa discendere la sbarra. Il filo è sorretto da piccole carrucole. Talora in luogo di due trasmissioni distinte e due argani per le due sbarre di un medesimo passaggio, se ne applica una sola con diramazione sotterranea dall'una all'altra. Sopra un palo accanto al passaggio si dispone sempre una campana pure da manovrarsi dal guardiano un minuto prima di lasciar discendere le sbarre. Quasi tutti i regolamenti impongono di chiudere i passaggi 5 minuti prima dell'arrivo dei treni. Le popolazioni sopportano generalmente con impazienza la fermata, specialmente nel caso di ritardo dei treni; ed anche per tale ragione, ogniqualvolta il dislivello lo consenta, conviene sostituire ai passaggi a livello dei sotto o sopra-passaggi.

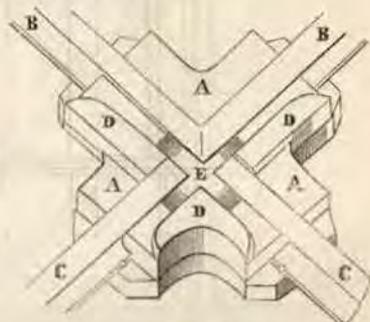


Fig. 654.

Incrocicchio di due binari. — Più grave che dell'incrocicchio a livello fra una carrettiera e una ferrata, è l'inconveniente quando s'incontrano a livello due strade ferrate. In generale si trova mezzo di farne passare una sopra l'altra; ma talora e dove esistono molte Società indipendenti, come in America, ed un sopra-passaggio esiga troppa spesa, non si esita ad ammettere gli incrocicchi a livello. Si presentano numerosi nella vasta pianura degli Stati dell'ovest americani, dove sarebbe riuscito oltremodo difficile evitarli. Per esempio, la linea dell'*Illinois Central*, lunga 496 chilometri, presenta 35 incrocicchi, vale a dire in media uno ogni 14 chilometri. A parte gli inconvenienti cui danno luogo nell'esercizio, dal punto di vista costruttivo esigono questi incrocicchi l'adozione dell'acciaio, ove in linea si adottino le rotaje di ferro. Contuttociò, in causa dell'interruzione delle guide, onde lasciar libero passaggio agli orletti, si verificano degli urti tanto più dannosi quanto maggiore è la velocità dei treni. Diverse Compagnie americane hanno fatta l'esperienza del congegno elastico *Cumming* e con risultati soddisfacenti. Esso è rappresentato nella figura 654. Le rotaje B, B sono a contatto per le loro sezioni oblique d'estremità, e fissate sulla piastra di ghisa A, A che riceve anche le estremità delle rotaje C C. Le contro-rotaje necessarie per impedire un divio sono in ghisa e indicate con D, D, D. Nel punto d'incrocicchio la piastra A, A racchiude in un cavo un disco di gomma elastica vulcanizzata coperto dalla piastra d'acciaio E, su cui si appoggiano gli orletti delle ruote onde evitare gli urti.

Allorquando una linea principale è incontrata da una secondaria si suol interrompere e tenere più elevato il binario secondario, lasciando intatto il binario principale. Sulla maggior parte delle strade ferrate nei punti

di incrocicchio i binari si restringono di circa 10mm e ciò per impegnare più validamente fra le rotaje gli orletti delle ruote, impedendone le oscillazioni. Anche l'agio fra le rotaje e le contro-rotaje, che nei passaggi a livello è di 60mm, è ridotto qui a 50mm soltanto. Non sono mai da adottarsi gli incrocicchi sotto un angolo assai piccolo.

Scambi. — Gli scambi o deviatori sono i congegni che si applicano nei punti di diramazione di un binario onde permettere il libero e sicuro passaggio dei treni dal binario ad una qualunque delle diramazioni e viceversa: molti sistemi di scambi furono ideati ed applicati. Il più ovvio è quello rappresentato nella fig. 655, detto *scambio a rotaje mobili*. In grazia della sua semplicità esso è

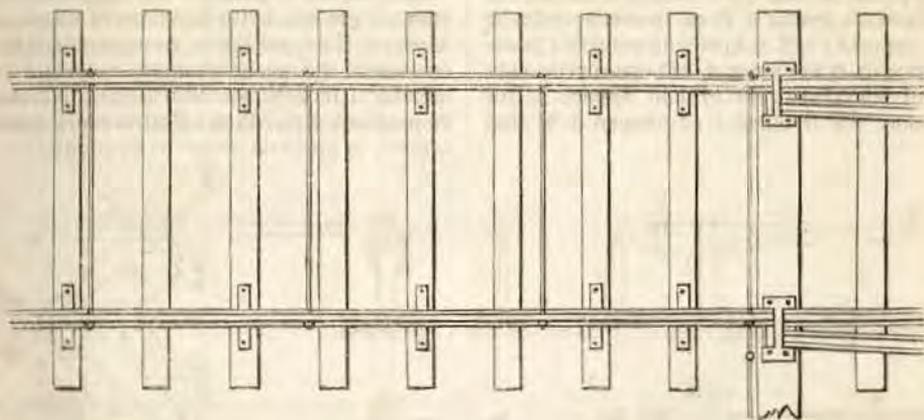


Fig. 655.

Un inconveniente grave che presenta si è di lasciare interrotto uno o due binari, secondochè lo scambio è doppio o triplo. Gli Americani vi hanno aggiunto un perfezionamento che elimina tale inconveniente. Le due rotaje mobili sono munite alle loro estremità libere, ognuna di una piastra della lunghezza di 1^m.8 presentante tre mozzi di rotaje (fig. 656). I due mozzi più



Fig. 656.

lungi interni servono da contro-rotaje. Quando, come nella fig. 656, due rotaje mobili sono dirimpetto al binario di destra, un treno che provenga dalla diramazione di sinistra deve avviarsi sul binario unico, perchè a destra questo presenta un mozzo di rotaja dirimpetto alla rotaja di destra della diramazione, a sinistra parimenti; quivi però il mozzo di rotaja si accorda con un piano inclinato, sul quale ascende l'orletto delle ruote onde superare e portarsi internamente alla rotaja del binario unico, astrettovi dall'azione della controrotaja sulla ruota gemella di destra. Viene denominato questo congegno: *scambio di sicurezza a rotaje mobili*. Naturalmente, in causa delle brusche deviazioni orizzontali

applicato ancora sopra molte linee americane, dove peraltro il movimento è limitato e poco celere. Esso consiste nel rendere spostabili mediante una leva applicata ad un tirante le due rotaje esterne del binario unico, portandole dirimpetto all'uno e all'altro dei due binari di biforcazione. I tiranti intermedi servono ad assicurare la distanza costante fra le due rotaje, le quali si appoggiano sopra cuscinetti piani in ghisa, fissati alle traverse e convenientemente spalmati. La lunghezza delle due rotaje essendo di 9^m.15, quale si applica in America, la deviazione che subiscono è così dolce che si applica la disposizione molto opportunamente anche agli scambi tripli.

e verticali che debbono subire i veicoli sopra un tratto molto breve, si esige che la loro velocità sia piccolissima.

Scambio ad aghi. — È questo lo scambio applicato oggidì in tutta Europa ed introdotto da non molto tempo negli Stati Uniti da *Lorenz*, che vi ha apposto il suo nome. Esso presenta il vantaggio che manovrato da una leva che assicura soltanto le due posizioni esterne dei due aghi o lingue A, A' (fig. 657), qualunque esista di esse, un treno proveniente da una parte qualsiasi non può uscire dalle guide. Così pel caso della collocazione indicata in figura, se un treno proviene dalla diramazione BB' per avviarsi sul binario CC', l'orletto della ruota anteriore che si muove sulla guida BC, agendo come un cuneo fra essa e l'ago A si apre il passaggio; contemporaneamente l'orletto della ruota gemella che si avvanza sull'ago A', lo preme contro la guida C', onde si stabilisce la perfetta continuità fra il binario BB' e l'altro CC', pel libero avanzarsi di tutto il treno. Questo scambio è molto semplice; esso rappresenta il risultato di una numerosa serie di modificazioni, di cui non rimane che l'importanza storica. Presenta peraltro l'inconveniente che, trovandosi all'aperto, se qualche ciottolo o neve agghiacciata si viene ad impegnare fra la guida C' e l'ago A', il treno può uscire dalle guide. Questo inconveniente non ha luogo nello scambio a due rotaje mobili.

Gli aghi hanno generalmente la lunghezza di 5 a 6^m; si fanno rettilinei fabbricandoli appositamente o ricavandoli da rotaje ordinarie col tagliarle dalla parte che deve andare a contatto colla rotaja contigua (rotaja contrago); ove si tenessero curvi, gli aghi risulterebbero troppo assottigliati e non abbastanza resistenti. Ricavati da rotaje riescono più deboli che non fabbricati appositamente; perciò si collegano con tre sbarre nel primo

caso e con due soltanto nel secondo caso. È buona norma che la punta degli aghi cada sulla traversa, alla quale fa seguito, dalla parte del binario unico, quella traversa che porta il giunto delle rotaje contrago. Non è necessario che l'estremità opposta d'ogni ago sia articolata a cerniera verticale col supporto. Il collegamento viene fatto con una caviglia orizzontale e presenta un po' di giuoco, tanto che basti a permettere la limitata rotazione dell'ago.

L'esperienza mostra che il collegamento colle ordinarie guancie funziona bene; ciò evita l'introduzione di pezzi speciali. La rotazione degli aghi è limitata in pratica ordinariamente ad un arco di $0^{\circ}12$, che si fa percorrere alla punta di essi. Quivi la larghezza del binario si tiene uguale a quella di linea. In corrispondenza alla estremità opposta degli aghi si suol ridurre l'intervallo fra le rotaje da 60mm a 50mm; ciò che corrisponde ad un raggio di curvatura più grande, epperò ad un accordo più dolce fra il binario ed ognuna delle due diramazioni.

Scambio Wharton. — Per quanto lo scambio ad aghi uguali sia semplice ed ingegnoso, pure soggiace alla grave obiezione di rompere la continuità del binario sia per passare sull'una, sia per passare sull'altra delle due diramazioni. Non di rado una delle diramazioni è di importanza secondaria, ed allora per l'altra diramazione che insieme col binario unico forma la linea principale, lo scambio costituisce un punto debole. Tanto più grande è questo inconveniente in America dove non si esita anche in piena linea, all'aperto, di attaccare delle diramazioni industriali ad una linea principale, su cui la velocità dei treni non conviene che patisca alcun rallentamento in causa di tali diramazioni.

Il Wharton ha proposto uno scambio il quale risponde bene allo scopo, tantochè si trova oltremodo diffuso in America. Ecco per le sue parti principali in che consiste: due aghi d'acciajo, girevoli intorno alla loro origine, terminano il binario secondario (diramazione); sono posti l'uno all'interno, l'altro all'esterno del binario principale intatto, in modo da potervisi appoggiare e scostare ma-

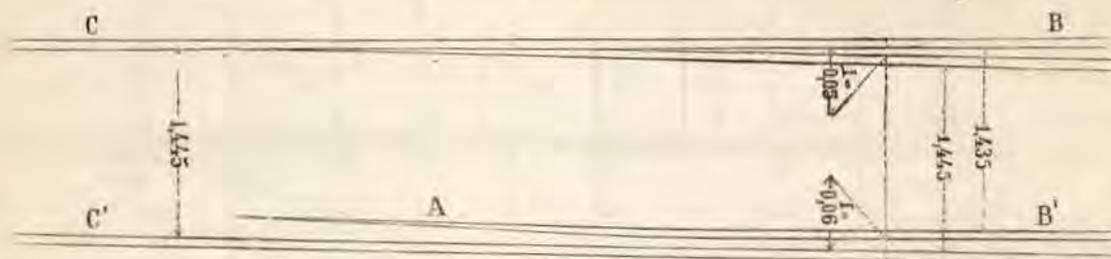


Fig. 657.

novrando una leva. L'ago interno è scanalato nel mezzo, ossia presenta la sezione ad U; l'ago esterno è una rotaja ordinaria leggermente rastremata verso la punta. Ognuno dei due aghi è incurvato in un piano verticale, presentando la parte più elevata verso il mezzo e sporgente sul piano del binario principale, tantochè gli orletti delle ruote possono passare sopra le rotaje di questo quando i cerchioni sono appoggiati sui due aghi. Finchè i treni percorrono il binario principale in un senso o nell'altro, nessuna parte del congegno entra in azione, come se non esistesse lo scambio. Quando un treno dal binario principale deve passare sul secondario, si spingono i due aghi contro alle rotaje del binario principale; la prima ruota di sinistra della locomotiva entrando coll'orletto entro alla scanalatura dell'ago interno, monta sull'ago stesso, abbandonando la rotaja del binario principale e viene avviata sulla guida sinistra del binario secondario. Contemporaneamente la ruota gemella di destra leggermente spinta a destra da una contro-rotaja interna fissa, arriva ad appoggiarsi sulla guida e anche sulla estremità dell'ago esterno; ma questo la solleva gradatamente e così l'orletto passa sopra la guida del binario principale e si avvia sulla guida destra del secondario. Lo stesso saliscendi ha luogo quando un treno passa in senso contrario dal binario secondario sul principale. L'incurvamento degli aghi dà luogo ad una obiezione pel caso delle locomotive a tre o più sale, quali si usano in Europa, ed anche nei veicoli a tre sale.

Per la manovra degli scambi si suol far uso di una leva a contrappeso, la quale risponde assai bene allo scopo. Il contrappeso essendo solidale con un'asta girevole intorno alla leva, obbliga gli aghi a mantenersi in una delle due posizioni estreme, vale a dire a tenere sempre il binario unico in continuazione con una delle

diramazioni. La grandezza del contrappeso è tale da impedire che le oscillazioni all'istante del passaggio dei treni possano variare di posizione gli aghi. La manovra si compie senza fatica di sorta, soltanto dando una spinta all'asta del contrappeso che compie una mezza rotazione nel far compiere la corsa agli aghi. Il braccio della leva è inutile. Allorquando una diramazione non è percorsa che raramente, si suol vincolare con catena o catenaccio e lucchetto la leva di manovra. In diverse stazioni si trovano riunite tutte le leve di manovra di numerosi scambi in un unico casello, dove vengono manovrate da un unico guardiano.

Pel tracciamento degli scambi importa conoscere la lunghezza teorica l degli aghi, la distanza δ del punto d'accordo geometrico delle diramazioni da quello d'incrocicchio delle due guide opposte di queste, e l'angolo α di questo incrocicchio. Gli scambi applicandosi quasi esclusivamente nelle stazioni od in vicinanza ad esse, cioè quando la velocità è assai limitata, i raggi delle diramazioni si adottano generalmente di 300m; soltanto in caso di necessità è permesso discendere ai 250m. Se si tratta di binarii in curva che devono essere percorsi dalle locomotive sciolte, il raggio può discendere a 200m; ed infine se da soli veicoli spinti a braccia si discende fino a 150m. Ora uno scambio può essere applicato ad un binario rettilineo, dal quale si diparta una diramazione; e questa si dice *destra* o *sinistra*, secondochè giace alla destra o alla sinistra rispetto ad un osservatore che provenga dal binario principale nel senso di dirigersi sulla diramazione.

Il binario da cui deve staccarsi una diramazione può essere curvilineo, e la diramazione può essere ancora destra e sinistra. Come caso particolare qui si può avere la biforcazione simmetrica.

Per una diramazione destra o sinistra, come è indicato nella fig. 658, si ha:

$$\delta = \sqrt{R^2 - (R - p)^2}$$

dove p è la larghezza del binario e R il raggio esterno della curva.

Approssimativamente si ha:

$$\delta = \sqrt{2Rp}$$

Si ha poi:
$$\tan \alpha = \frac{\delta}{R - p};$$

e con sufficiente approssimazione

$$\tan \alpha = \sqrt{\frac{2p}{R}}$$

Infine
$$l = \sqrt{R^2 - (R - AB)^2}$$

dove AB è uguale all'agio fra la rotaia CA e l'ago CB , cioè 50mm più la somma dei mezzi spessori dei funghi delle rotaie in AB , cioè 60mm. Si ha con sufficiente approssimazione:

$$l = \sqrt{2R - 0.11}$$

Per la biforcazione simmetrica (fig. 659) si ha:

$$\delta = \sqrt{R^2 - \left(R - \frac{p}{2}\right)^2};$$

ossia:
$$\delta = \sqrt{Rp}$$

Così pure
$$l = \sqrt{R \cdot 0^{m.11}}$$

e
$$\tan \alpha = \tan 2\alpha' = \frac{2 \tan \alpha'}{1 - \tan^2 \alpha'}$$

e per approssimazione:

$$\tan \alpha = 2 \sqrt{\frac{p}{R}}$$

Per la biforcazione dissimmetrica si ha (fig. 660):

$$\delta = \sqrt{2R \cdot AB};$$

dove:
$$AB = \frac{p R^1}{R + R^1}$$

sicchè con sufficiente approssimazione:

$$\delta = \sqrt{\frac{2p R R^1}{R + R^1}}$$

E così:
$$l = \sqrt{\frac{2 \cdot 0^{m.11} \cdot R \cdot R^1}{R + R^1}}$$

Si ha poi:
$$\tan \alpha = \frac{\tan \alpha' + \tan \alpha''}{1 - \tan \alpha' \tan \alpha''};$$

dove è approssimativamente:

$$\tan \alpha' = \frac{\delta}{R}; \quad \tan \alpha'' = \frac{\delta}{R^1}$$

e risulta:
$$\tan \alpha = \frac{\delta (R + R^1)}{R R^1 - \delta^2}$$

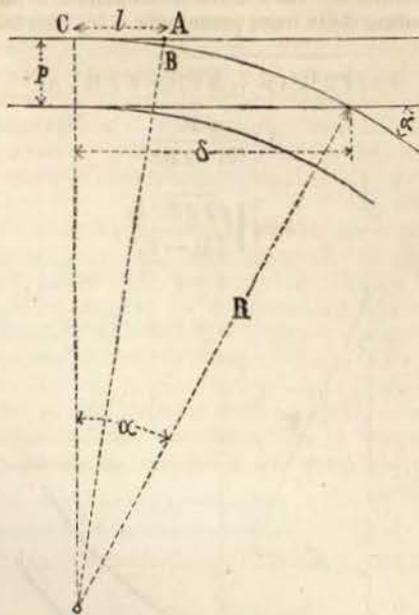


Fig. 658.

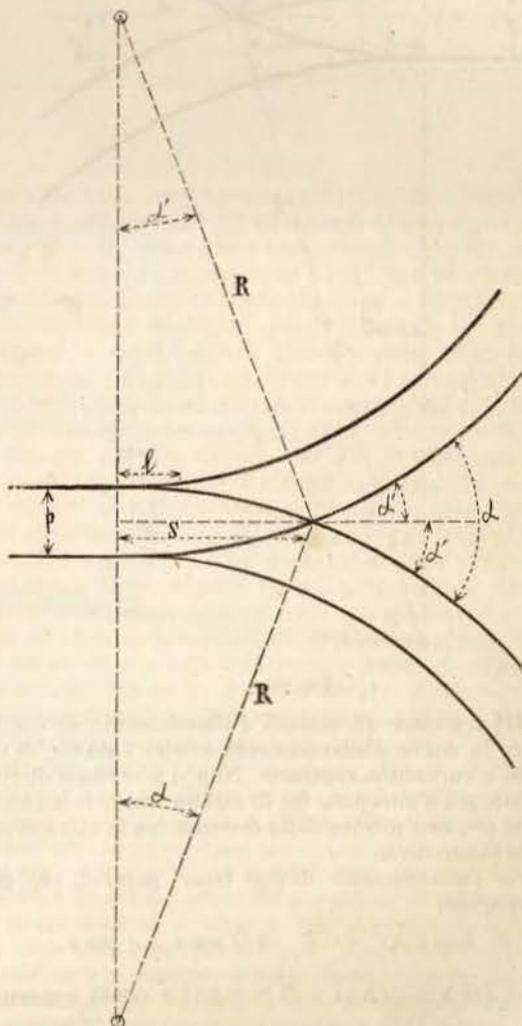


Fig. 659.

Finalmente nel caso della diramazione a curvatura d'ugual senso della linea principale si ha (fig. 661):

$$\delta = \sqrt{2 R^1 (p + \overline{AC})} = \sqrt{2 R \cdot \overline{AC}}$$

dove: $\overline{AC} = \frac{p R^1}{R - R^1};$

onde: $\delta = \sqrt{\frac{2 p R^1 R}{R - R^1}},$

e: $l = \sqrt{\frac{2 \cdot 0^m \cdot 11 \cdot R^1 R}{R - R^1}}.$

Si ha poi: $\tan \alpha = \frac{\tan \alpha'' - \tan \alpha'}{1 + \tan \alpha'' \tan \alpha'},$

e con sufficiente approssimazione:

$$\tan \alpha = \frac{\delta (R - R^1)}{R R^1 + \delta^2}.$$

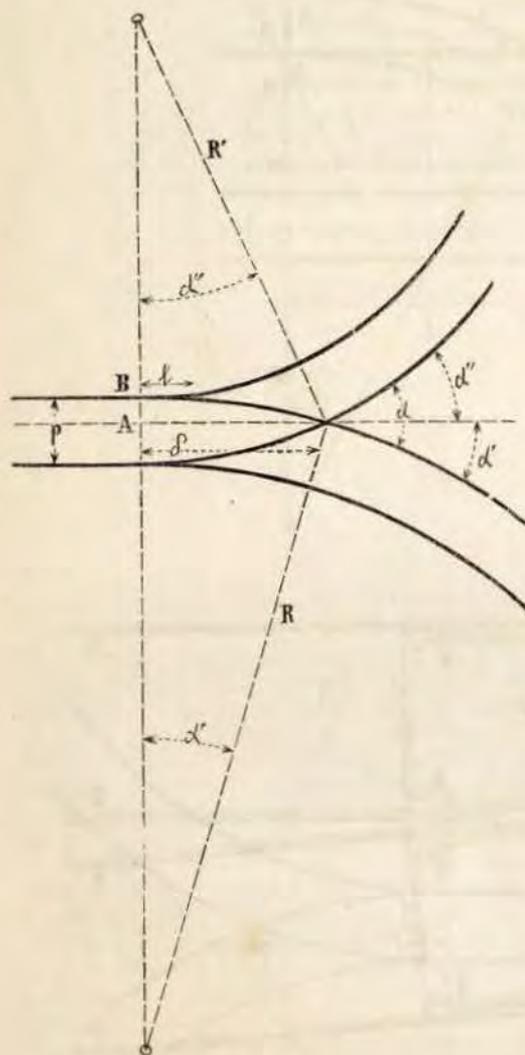


Fig. 660.

Nel tracciare gli scambi d'allacciamento di due binari, la curva d'allacciamento risulta formata di due archi a curvatura contraria. Non si accordano direttamente, ma s'interpone fra di essi un tratto rettilineo di circa 4^m, non minore della distanza fra le sale estreme delle locomotive.

Per l'allacciamento di due binari paralleli (fig. 662) si avrebbe:

$$h = 2 \overline{AC} + \overline{CE} = 2 R \sin \alpha + q \cos \alpha,$$

$$h = 2 \overline{GA} + 2 \cdot \overline{AM} + \overline{MN} = p (1 + \cos \alpha) + q \sin \alpha.$$

In queste due relazioni entrando cinque variabili h, k, R, α, q , se ne fissano tre e si determinano le altre due.

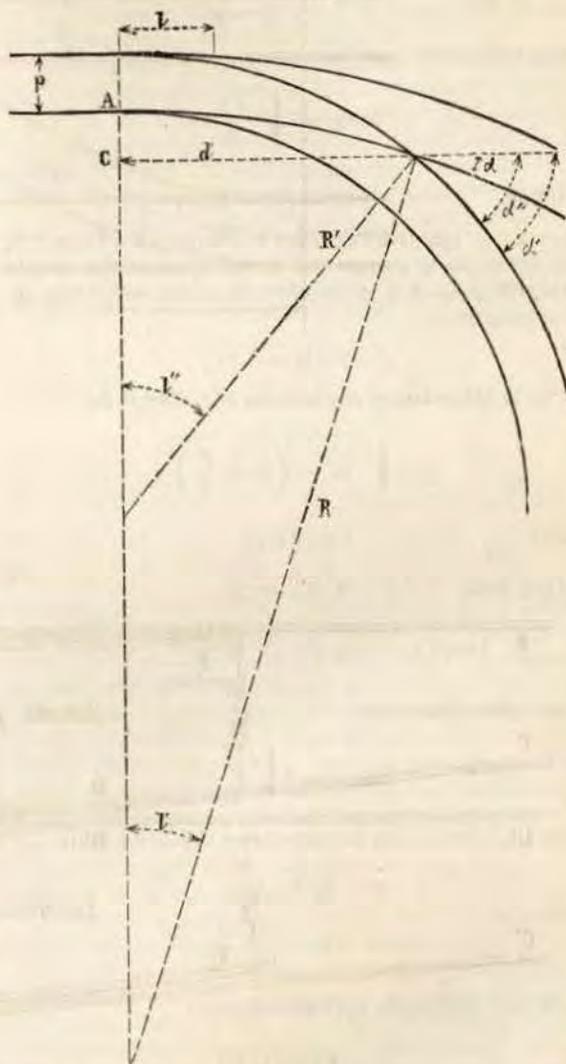


Fig. 661.

La lunghezza l degli aghi quale risulta dai calcoli precedenti varia come segue:

Per $R = 300^m$	si ha:	$l = 8^m.12$
» » = 250 ^m	»	$l = 7^m.45$
» » = 200 ^m	»	$l = 6^m.63$
» » = 150 ^m	»	$l = 5^m.74$

Adottando per tutti i casi, come già si è detto, l fra 5^m e 6^m cioè per ragione di semplicità, è d'uopo sacrificare la tangenza perfetta; la qual cosa dà luogo ad urti dei veicoli contro gli scambi; ond'è che non è mai abbastanza raccomandato ai macchinisti di rallentare il più che possibile il movimento dei treni al passaggio per gli scambi.

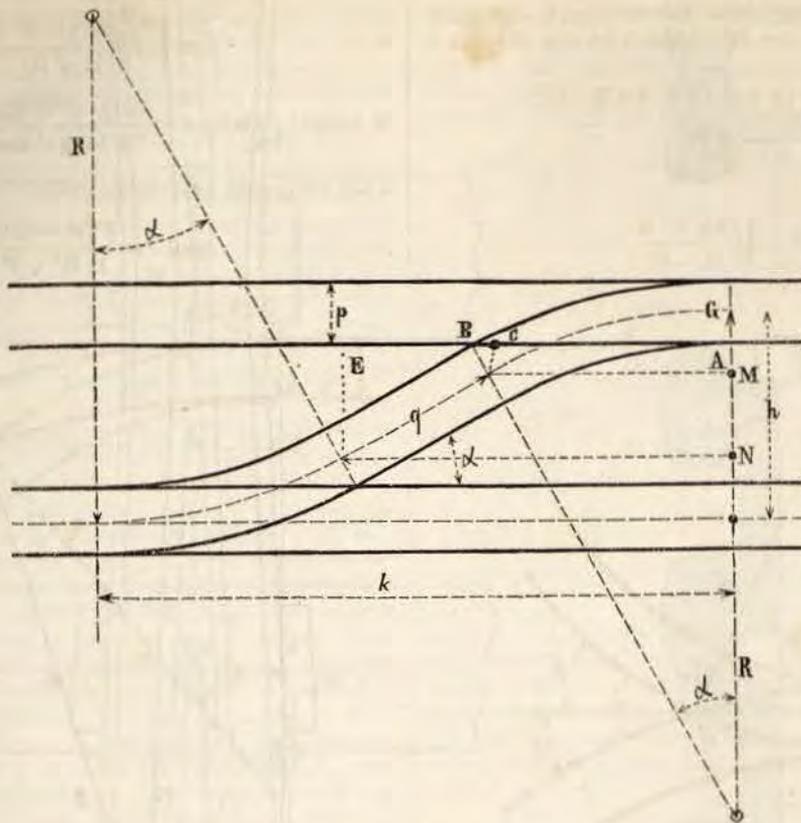


Fig. 662.

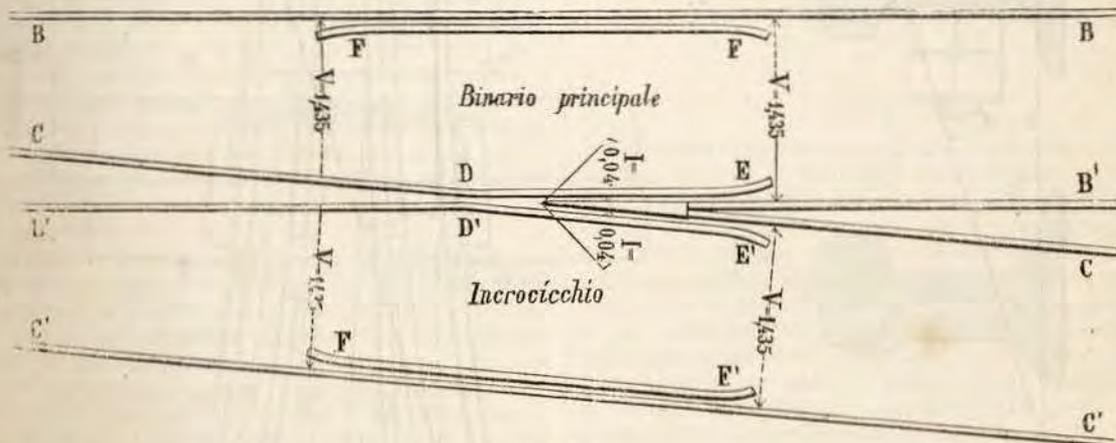


Fig. 663.

L'angolo d'incrocicchio α varia pure con R, ma per la stessa ragione della semplicità si adottano in pratica due soli valori. Ecco quali sono per le linee italiane:

	α	R
Diramazione destra o sinistra per treni . . .	5°.30'	300
		250
Id. per sole locomotive	7°.30'	200
		150
Biforcazioni simmetriche . .	5°.30'	600

Nei punti d'incrocicchio le rotaje vi tengono rettilinee per evitare ogni complicazione maggiore.

Nella fig. 663 è indicato schematicamente un incrocicchio; le due guide CC, B' B' dei due binarii sono interrotte; la porzione interna affilata dicesi cuore dello incrocicchio; le due porzioni D E di rotaje diconsi zampe di lepre.

Due controrotaje F F applicate alle rotaje B B e C' C' assicurano il movimento delle ruote sulle guide. I cuori sono costruiti in diversi modi. Nella fig. 664 è rappresentato il particolare del cuore quale si applica sulle linee italiane. La lacuna si verifica pel tratto M N lungo 650mm. Le fig. 665, 666, 667, 668 rappresentano diverse azioni verticali dell'incrocicchio.

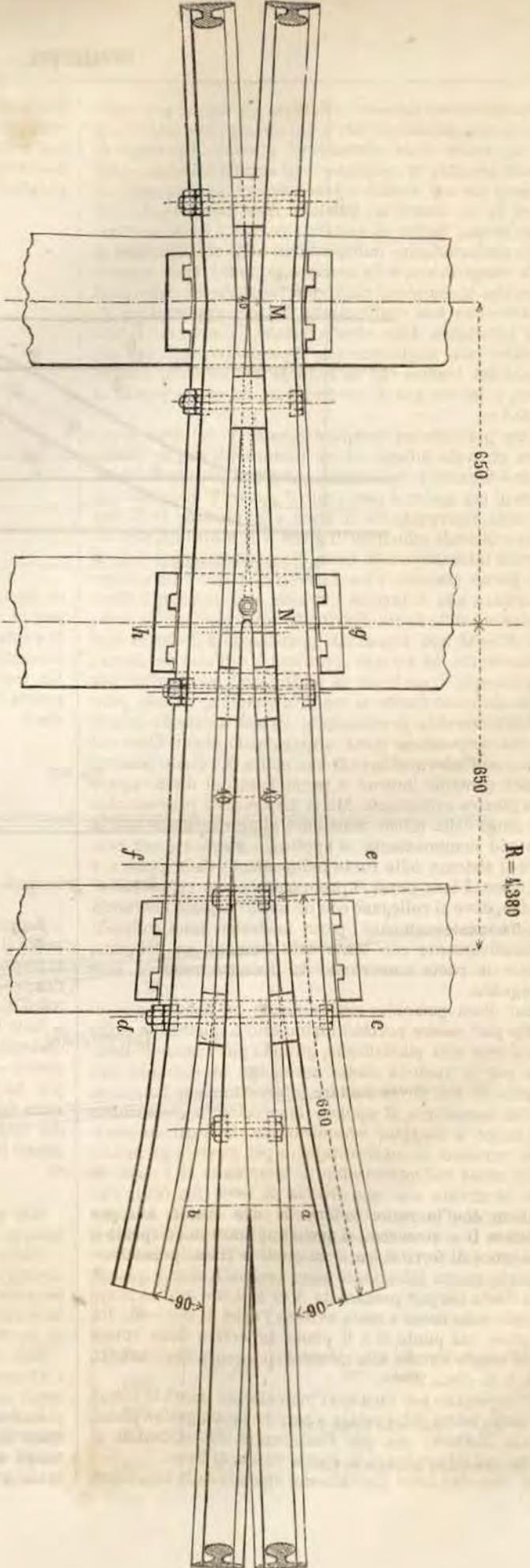


FIG. 664.

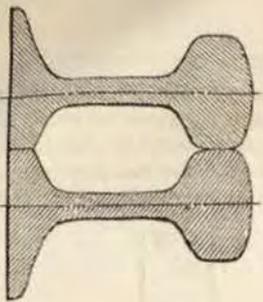


Fig. 665. — Sezione a b.

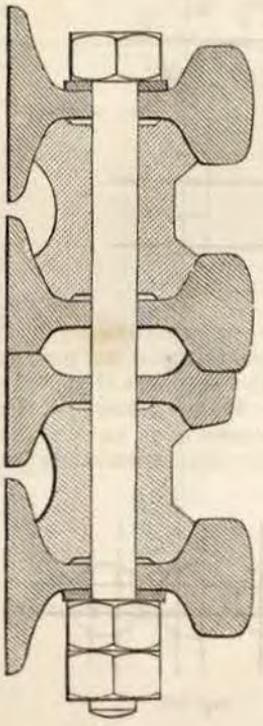


Fig. 666. — Sezione c d.

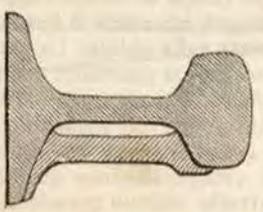


Fig. 667. — Sezione e f.

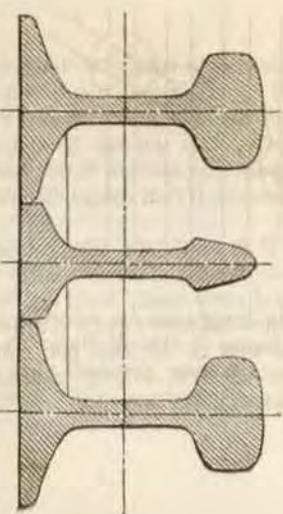


Fig. 668. — Sezione g h.

Piattaforme girevoli. — Oltre gli scambi per mettere in comunicazione due o più binari nelle stazioni, si fa uso anche delle piattaforme girevoli. Lo scopo di queste peraltro in relazione cogli scambi è limitato a far passare dei soli veicoli o delle locomotive e non già dei treni, da un binario ad un altro. Esse hanno inoltre un altro scopo, quello di voltare i veicoli e le locomotive. Sono assolutamente indispensabili nelle stazioni dove si fa la composizione e la scomposizione dei treni, operazioni che si compiono molto più rapidamente colle piattaforme che non cogli scambi. La loro applicazione risale all'origine delle strade ferrate. Esse hanno subito peraltro dei miglioramenti, dipendentemente dall'aumento del traffico che ne richiese più solida la costruzione, e dal bisogno di rendere poco faticosa e rapida la manovra.

Una piattaforma semplice consta: 1° del disco superiore girevole intorno ad un perno centrale; su di esso disco è fissato un incrocicchio; 2° d'una piastra di fondazione al cui centro è assicurato il perno; 3° di un sistema di ruote interposte fra il disco e la piastra; 4° di una parete laterale cilindrica di ghisa o di muratura per sostenere lateralmente la terra. Facendo sostenere il disco dal perno centrale s'incontrerebbe in generale minore resistenza alla rotazione che non appoggiando il disco medesimo sulle ruote distribuite sulla periferia di esso; ma oltrechè non è possibile praticamente di far cadere il baricentro del veicolo soprastante sull'asse del perno, al passaggio di un treno la piattaforma oscillerebbe per modo da recar danno al materiale mobile, ed essa pure si deteriorerebbe prontamente. Presso alcune Società si fa una sospensione mista appoggiando cioè il disco sul perno coll'intermediario di una molla. Le ruote possono essere girevoli intorno a perni fissati al disco oppure alla piastra sottostante. Ma la disposizione più razionale nel senso della minor resistenza al movimento è quella che più comunemente si applica, consistente nel rendere il sistema delle ruote indipendente dalla piastra e dal disco. I loro perni si prolungano come raggi fino al centro, dove si collegano con un anello il quale abbraccia il perno; esternamente i perni medesimi sono collegati successivamente con tante aste formanti un poligono, sicchè le ruote conservano la distanza relativa loro assegnata.

Sul disco potrebbe essere fissato un solo binario, il quale può essere portato dirimpetto a qualunque altro che arrivi alla piattaforma, girando più o meno il disco. Ma per la ragione stessa accennata in riguardo agli scambi, di non dover lasciare interrotto alcun binario se anche secondario, si applica l'incrocicchio, quantunque dia luogo a maggior complicazione. Si sogliono omettere peraltro le controrotaje; e per avviare gli orletti delle ruote nell'incrocicchio si terminano le rotaje recise incurvate con una freccia di 5mm (fig. 669). Per evitare che le ruote cadano da una rotaja A sopra un'altra B o viceversa, si suole applicare nello spazio S una croce di ferro dolce, i cui quattro bracci presentano superiormente altrettanti piani inclinati, sicchè quando una ruota sta per passare da A in B il suo orletto si appoggia sulla croce e resta evitato l'urto. Il dislivello fra la croce nel punto S e il piano superiore delle rotaje deve essere uguale alla minima sporgenza degli orletti, che è di circa 28mm.

S'impiegano per formare l'incrocicchio talora le rotaje *Brunel*, talora delle rotaje a sezione rettangolare piena, rotaje *Barlow*; ma per l'uniformità del materiale si tende ora ad applicare la stessa rotaja di linea.

Il diametro della piattaforma dipende dalla lunghezza

dei veicoli, che in Europa è poco diversa. In Italia per i veicoli si prescrive ora il diametro di 4m.50; e per i veicoli a tre sale e locomotive sciolte 5m.50. L'ossatura dei dischi è ordinariamente formata con due coppie di travi paralleli in ferro che stanno sotto all'incrocicchio, da

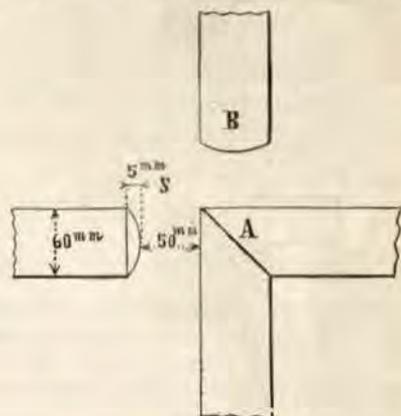


Fig. 669.

un ferro circolare alla periferia il quale serve d'appoggio per le ruote e dell'armatura centrale per l'appoggio e la guida sul perno. Alla superficie si applicano ordinariamente delle lamiere di ghisa o meglio di ferro striate. Un nottolino che s'innesta in un cavo praticato nella parete fissa circolare serve ad assicurare la posizione del disco.

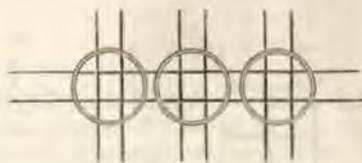


Fig. 670.

La piastra inferiore consta di uno zoccolo centrale che porta il perno e di una rotaja circolare d'appoggio per le ruote, fra di loro collegati con razze di ferro o di ghisa. Si appoggia direttamente sulla ghiaia. La parete cilindrica fissa riesce più costosa in muratura e si tende ora a farla in lamiera di ferro. Del resto nei particolari di costruzione le piattaforme girevoli presentano innumerevoli varianti. Nelle grandi stazioni esse sono disposte per batterie semplici ortogonali come quella indicata nella fig. 670; per batterie oblique quando la distanza dei binari non permette l'applicazione di quelle ortogonali (fig. 671) e per batterie doppie ortogonali (fig. 672).

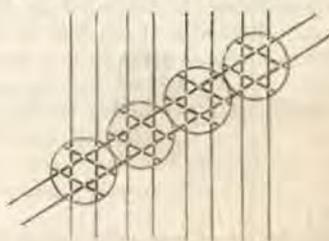


Fig. 671.

In America, dove la lunghezza dei veicoli è tale che esigerebbe le piattaforme di 15m di diametro almeno, questi apparecchi non possono prestare quel servizio tanto utile che rendono in Europa. Collà non interes-

sando di voltare i veicoli, ricorrono agli scambi per passarli da un binario ad un altro. Soltanto per le locomotive come in Europa è necessario compiere la manovra di voltarle. Ciò si fa in alcune stazioni coi triangoli circolari.

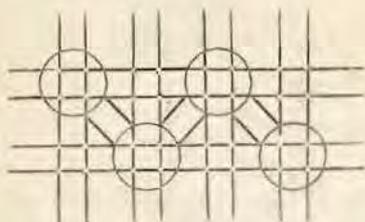


Fig. 672

Una locomotiva col camino anteriore arrivata in A, passa in B poi in C (fig. 673), onde si trova sul binario AC voltata. Questi triangoli esigono troppo spazio e perdita di tempo. Presentemente si tende anche in America

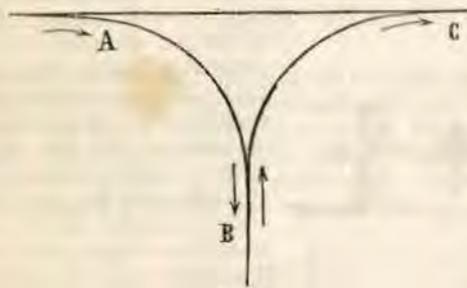


Fig. 673.

a sostituirla coi ponti girevoli. La ditta *Sellers di Fildelfia* è quella che ne fornisce del miglior tipo la maggior parte delle Compagnie americane. Un disco di lamiera copre tutta la fossa, onde il ponte presenta l'aspetto di una grande piattaforma girevole. Così oltre al vantaggio principale d'aver tolto un pericolo per gli operai specialmente di notte, la fossa coperta non viene ingombrata dalle nevi d'inverno o da immondizie che creano delle resistenze alla manovra. Il disco è costituito di due grosse travi in ferro fra di loro collegate e portanti superiormente il binario; essi sono solidali con una grossa croce centrale in ghisa per mezzo della quale tutto il disco appoggia sul perno; la superficie d'appoggio è sferica onde sono permesse piccole oscillazioni; ed il cuscinetto non è solidale colla croce, ma ne riceve il carico per mezzo di una corona di rulli conici. Alla periferia il disco è sostenuto da due ruote poste ai termini del diametro perpendicolare al binario e da altre quattro ruote poste sotto al binario. Il movimento di rotazione viene comunicato al ponte girando una manovella per cui il movimento viene trasmesso ad un rocchetto che imbecca con una corona dentata fissata alla parete della fossa. Un sol uomo può compiere la manovra; agendo sopra una leva spinge poscia un robusto catenaccio entro alla parete della fossa e così arresta il ponte dirimpetto a quel binario che occorre.

Piattaforme scorrevoli. — Queste piattaforme, dette anche *carri di servizio*, hanno per iscopo, come le piattaforme girevoli, di far passare i veicoli o le locomotive da un binario ad un altro; ma a condizione però che si tratti di binarii paralleli, tolta inoltre la facoltà di girare i veicoli e le locomotive. Si dividono generalmente in *piattaforme a fossa e piattaforme a livello*. Le prime

possono essere a fossa profonda (circa 1^m) o non profonda (circa 0^m.40); in ogni caso i binarii da mettere in comunicazione sono interrotti dalla fossa; le seconde possono muoversi sopra due o più rotaje trasversali a livello o quasi dei binarii, ma esigere l'interruzione di questi, oppure movendosi sopra rotaje sopraelevate sui binarii dell'altezza degli orletti, non esigere l'interruzione di questi ultimi.

Le piattaforme scorrevoli che esigono l'interruzione dei binarii non si applicano per ragione di sicurezza ai binarii dove si muovono dei treni, ma soltanto dei veicoli. Gli è per ciò che la loro applicazione è limitata alle officine di costruzione e di riparazione, alle rimesse delle locomotive e dei veicoli.

Non si applicano neanche in generale nelle stazioni-merci, dove pure renderebbero un eccellente servizio come nelle officine e nelle rimesse, per evitare nella composizione dei treni il pericolo inerente all'interruzione dei binarii. Alla loro estremità questi si allacciano di preferenza mediante scambi.

Le piattaforme scorrevoli possono essere inoltre di piccole dimensioni e servono per i veicoli a quattro ruote, o di grandi proporzioni e servono per le locomotive con *tender* ed in America anche per i veicoli. Queste ultime sono a fossa.

Le piccole piattaforme a livello possono surrogare con notevole vantaggio le piattaforme girevoli, le quali sotto il passaggio dei treni si deteriorano rapidamente e durante le riparazioni intercettano il binario su cui sono poste. La disposizione del binario su cui si muove la piattaforma è analoga a quella di un incrocicchio ortogonale fra un binario principale ed uno secondario. La fig. 684 rappresenta una sezione verticale fatta parallelamente al binario trasversale; R, R sono le due rotaje d'un binario principale; R', R' due controrotaje destinate a garantire il movimento sicuro d'un treno quando la sua velocità sia considerevole; R'' è una rotaja del binario trasversale.

Nella fig. 685 è indicata in iscala maggiore un punto d'interruzione di questa rotaja R''.

Perchè un veicolo possa avviarsi più agevolmente da un binario principale sopra la piattaforma, dovendosi elevare dell'altezza di due orletti più dello spessore delle rotaje piatte della piattaforma, si vuol terminare ogni rotaja piatta con una lingua generalmente girevole intorno ad un asse orizzontale, tenuta a livello per l'azione di una molla o di un contrappeso; essa cede, si appoggia sopra una rotaja di un binario principale quando viene premuta da una ruota di veicolo che vi ascende sopra come per un piano inclinato. Si può rendere girevole ogni lingua anche intorno ad un asse verticale.

La fig. 686 rappresenta una sezione trasversale della piattaforma adottata dalla Società dell'*Est* francese; P, P sono le due rotaje piatte; sono semplici ferri a squadra inchiodati alle pareti laterali di un robusto telaio rettangolare di ferro. Le sale S, S su cui sono fissate le ruote T, T della piattaforma non sono guidate da cuscinetti fissi; ma ogni perno è appoggiato contro due rulli di frizione; sicchè risulta diminuita la resistenza d'attrito nel rapporto di $1: \frac{r}{R}$ dove con r è indicato il raggio dei perni dei rulli e R il raggio di essi rulli. Il rapporto $\frac{r}{R}$ è uguale ad $\frac{1}{3}$. Quest'applicazione dei rulli di frizione è molto indicata in grazia della piccola velocità che s'imprime alla piattaforma (circa 0^m.30). Per velocità considerevoli l'esperienza prova che non funzionano convenientemente.

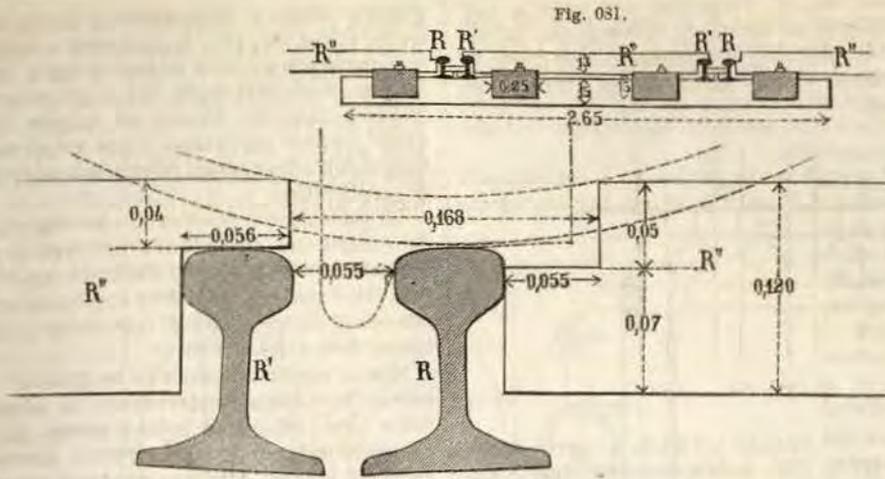


Fig. 674.

Quando il binario trasversale viene tenuto al livello medesimo dei principali, questi devono essere interrotti, onde permettere il libero passaggio degli orletti delle ruote della piattaforma; si applicano i piccoli piani inclinati ai punti d'interruzione, onde appoggiare gli orletti in mancanza dei cerchioni, ed evitare così gli urti ed il deterioramento sia delle rotaje, sia del materiale mobile.

Le piattaforme a fossa sono particolarmente applicate nelle rimesse di locomotive di deposito. Quelle a fossa profonda presentano il van-

taggio di un piano completo ed unito, senza cavi o ruote sporgenti; ma la fossa profonda è imbarazzante e pericolosa per gli operai. Presentemente si fanno a fossa poco profonda. Causa le dimensioni ragguardevoli che presentano, la manovra non può essere fatta a braccia d'uomini. Si applicano su di esse uno o due argani; o meglio una piccola macchina a vapore che porta il congegno per l'inversione del movimento.

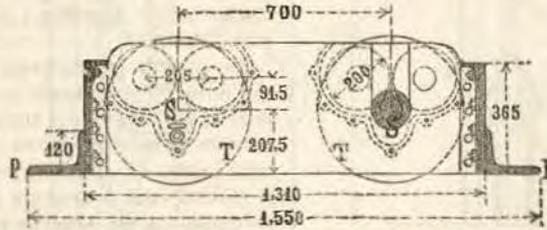


Fig. 675.

La fig. 676 rappresenta una piattaforma scorrevole applicata in America dalla Compagnia *Pennsylvania*.

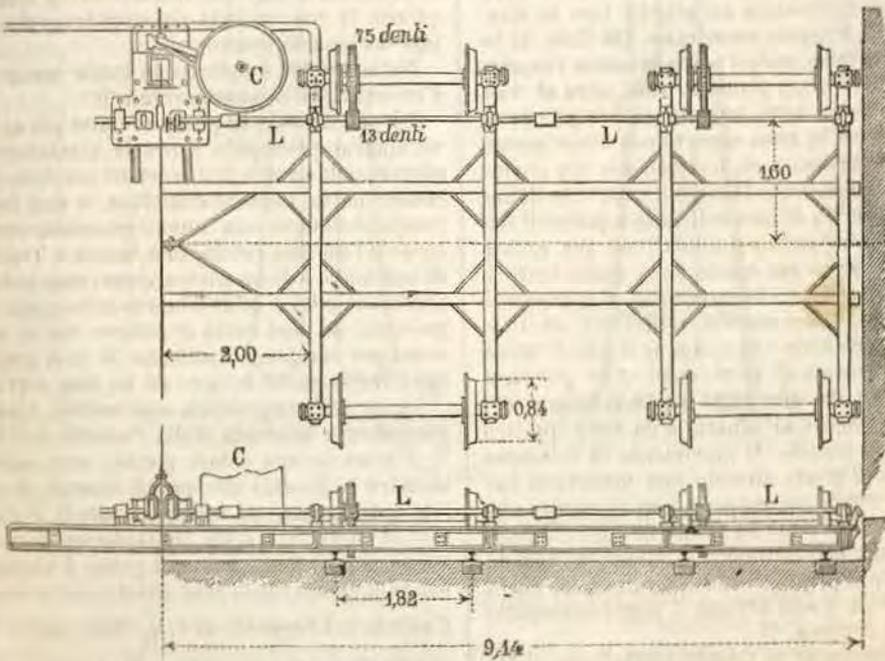


Fig. 676.

È della ragguardevole lunghezza di 18^m.28, ha 16 ruote in ghisa del diametro di 0^m.84. L'intelaiatura è costituita da due travi longitudinali in ferro, sui quali sono fissate direttamente le rotaje, e da otto travi trasversali che sporgono lateralmente ai primi ed appoggiano alle

loro estremità sopra otto sale portanti ciascuna due ruote. Altri piccoli ferri assicurano la rigidità del telaio.

Il movimento viene impresso da una macchina a vapore a caldaia verticale C. Essa fa girare un albero L, L, sul quale sono fissati quattro rocchetti di 13 denti; in-

boccano con altrettante ruote di 75 denti, le quali sono fissate a quattro sale che sono perciò le motrici. La pressione su di esse è maggiore che non sulle opposte semplicemente portanti; in causa del peso della motrice e della trasmissione. Ciò assicura maggiormente l'aderenza delle ruote motrici.

Segnali. — I segnali hanno per iscopo di assicurare il movimento dei treni. Gli orari sono insufficienti, ed anche se vi si aggiunge la *domanda di strada libera* per telegrafo, con cui dalla stazione di partenza si domanda alla successiva di arrivo se si può lasciar partire un treno. Il movimento si assicura maggiormente col mezzo di segnali, che gli agenti dei treni ricevono o danno lungo la strada. Oltre ai segnali distribuiti lungo la strada, vi hanno anche dei segnali di protezione in punti singolari, come alle stazioni, alle gallerie, ecc. Sulle linee a doppio binario i segnali si limitano ad accusare agli agenti dei treni quegli ostacoli, che accidentalmente si opponessero al libero e sicuro passaggio dei treni, e ad impedire che un treno possa raggiungerne un altro. Sulle linee ad un solo binario il servizio di segnalazione è più complicato, in vista specialmente del ritardo di alcuni treni, onde si debbano variare le stazioni d'incrocio con altri treni.

I segnali lungo le linee sono *acustici* o *visuali*.

I primi vengono dati ordinariamente con un cornetto da ogni cantoniere al successivo mano che s'avanza un treno. Sulle linee germaniche predomina l'uso delle sonerie elettriche; si avvisano con esse, dalla stazione di partenza, i cantonieri e i guardascambi lungo la linea, della partenza dei treni.

I segnali visuali consistono generalmente in bandiere tenute dai cantonieri, o in semafori a braccia mobili. Ogni cantoniere può avere tre bandiere: una bianca (strada libera); una verde (rallentamento del treno) ed una rossa (arresto del treno), oppure una sola metà verde e metà rossa; alla bandiera bianca corrisponde la bandiera non spiegata. I semafori applicati specialmente in Germania consistono in pali dell'altezza variabile di

5 fino a 15 metri, secondochè la strada è rettilinea o no, libera lateralmente o ingombrata da piante d'alto fusto e posti alla distanza variabile di 700 a 1200 metri circa. Alla loro sommità portano due ali girevoli intorno in un piano perpendicolare all'asse stradale; per mezzo di catene uno può essere disposto a 45° coll'orizzontale, e allora indica rallentamento del treno; l'altra orizzontalmente, ed indica arresto del treno. Quando sono entrambe

disposte verticalmente si ha la strada libera. La loro manovra può essere fatta a distanza come per le barriere dei passaggi a livello. Di notte i segnali vengono dati mediante lanterne di colore bianco, verde e rosso.

Per proteggere i punti importanti, o di più probabile ingombro sopra una linea, si fa uso in Italia, e sulla maggior parte delle reti europee dei *segnali* o *dischi a distanza*. Sono segnali collocati ad una tale distanza dal punto che devono proteggere, per cui se anche gli agenti dei treni si accorgono del segnale quando vi sono giunti in pari, hanno pur tuttavia il tempo di arrestare i treni prima di raggiungere il punto protetto dal segnale. La distanza fra questi punti ed i relativi segnali varia colla pendenza della strada fra i 500 e 1500 metri.

Un segnale a distanza si compone del segnale propriamente detto e del congegno di manovra a distanza. Il segnale consta generalmente di un disco circolare del diametro di circa 1^m.20 fissato alla sommità di

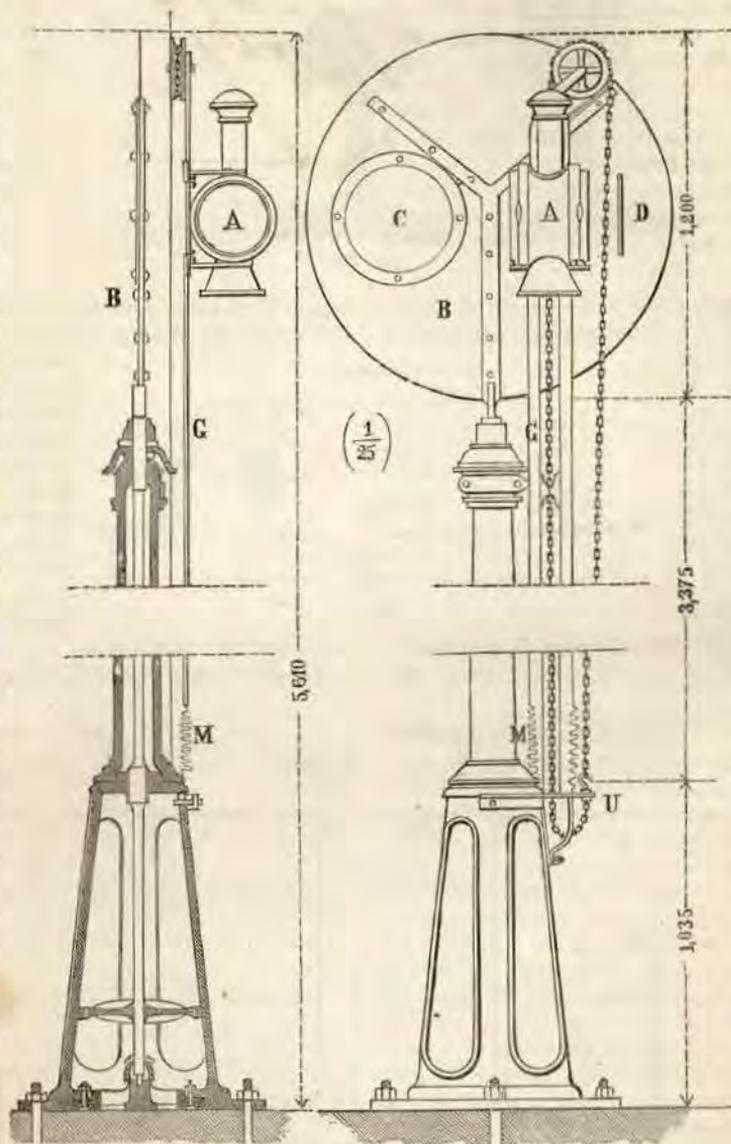


Fig. 677.

un albero verticale, il quale è guidato in alto ed in basso o da un ritto laterale, o da una colonna di ghisa cava entro cui gira l'albero medesimo. Il disco può prendere due posizioni d'arresto; cioè quella per cui il suo piano riesca parallelo all'asse stradale e allora segna la strada libera, e quella perpendicolare all'asse stradale, e allora segna l'arresto del treno (fig. 677). Le due facce opposte del disco sono dipinte, una in bianco, l'altra in rosso; quest'ultima è rivolta verso il treno che arriva allorchè segna arresto, e verso la campagna quando segna strada libera. Nel disco è incisa un'apertura circolare C, dove è inserito un disco di vetro rosso. Così durante la notte una lanterna A, collocata all'altezza del disco di vetro,

presenta una luce bianca se il disco è parallelo alla strada, e una luce rossa se è perpendicolare alla strada, nel qual caso viene indicato l'arresto. La lanterna può scorrere in basso fino a distare di 1.30 circa da terra; così viene accesa ogni sera da un guardiano e poscia rialzata al suo posto normale. Nel suo movimento verticale viene guidata da due regoli G. Si eseguisce la manovra per mezzo di una catenella continua che si accavalla sopra una carrucola alla parte superiore. Quando si fa discendere la lanterna essa urta inferiormente contro a due molle M, onde non si guasti. Per essere certi poi che sollevata si trova all'altezza del disco C, la catena porta un anello grosso od un uncino U, il quale urta contro una tavoletta bucata e non permette un'ulteriore ascesa della lanterna. Il segnale viene sempre collocato in tale posizione per cui sia scorto il lume dal punto protetto, o direttamente, o per mezzo di un riflettore. Il centro del disco è sempre collocato ad un'altezza non minore di 4 metri; ma talora per essere scorto è d'uopo sollevarlo fino a 12 o 14 metri sul piano delle rotaie.

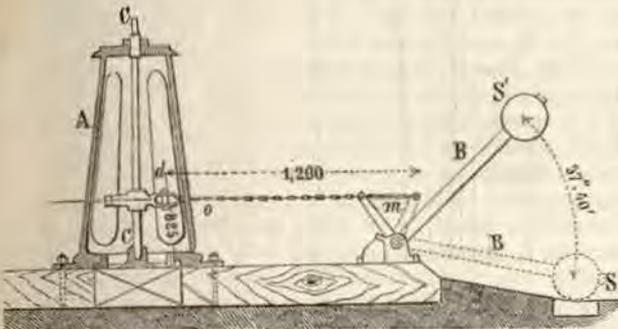


Fig. 678.

Diversi sono i sistemi di manovra adottati in pratica; ne descriveremo uno dei migliori. I suoi particolari più importanti sono: la leva di richiamo rappresentata nella fig. 678 e la leva di comando coi suoi accessori rappresentata nella fig. 679. L'albero del disco porta, alla sua parte inferiore, un braccio *d* (fig. 678), il quale descrive un angolo retto, passando il disco dalla posizione parallela a quella perpendicolare alla strada; le sue posizioni estreme comprendono angoli di 45° colla posizione media perpendicolare alla strada. L'estremità del braccio si trova collegata per mezzo di una catena colla leva di richiamo, e per mezzo di un filo di ferro terminato con una catena colla leva di comando. Per altro questa catena porta un contrappeso (fig. 679) immerso in un pozzetto, ed è di tale intensità da vincere la resistenza del filo e tener sollevata la leva di richiamo; nel qual caso il disco è disposto parallelamente alla strada. Così se per un accidente qualunque si rompesse il filo, la leva di richiamo dispone il disco all'arresto, e così rimane disposto finchè non siasi rimessa la trasmissione nel pristino stato. Per disporre il disco all'arresto, allorchando il punto da proteggere è ingombro, basta semplicemente sollevare la leva di comando, la quale è collocata naturalmente a breve distanza dal punto medesimo da proteggere. Questa leva di comando è girevole intorno al fulcro C (fig. 679), porta una piccola lente L sul braccio di comando, e una carrucola Q sulla quale si accavalla la catena, che guidata da un rullo P all'entrata nel pozzo, vi tiene sospeso liberamente il contrappeso correggibile per mezzo di tanti dischi. Sollevando la leva la carrucola Q passa nella posizione Q'; ma frattanto la

catena si è impegnata con un suo anello in un'asola praticata nel covercho del pozzetto (fig. 680), e ciò fin dal principio del sollevamento della leva, onde il filo, come mostra chiaramente la fig. 679, viene ad essere allentato a leva totalmente rialzata; ed è in grazia di ciò che la

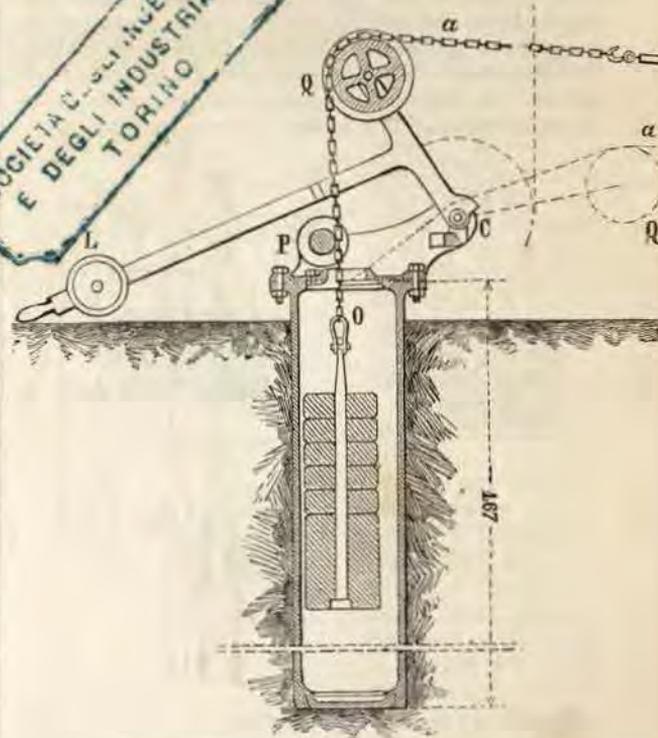


Fig. 679.

leva di richiamo si abbassa (vedi la posizione punteggiata della fig. 678) e fa girare il disco disponendolo all'arresto.

Allorchando la leva di comando è abbassata, il filo resta teso dal contrappeso nel pozzetto, e questo essendo convenientemente profondo, si permette la libera dilatazione del filo causata dalle variazioni di temperatura:

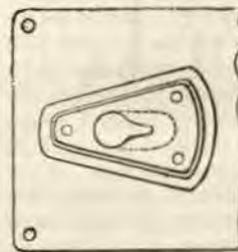
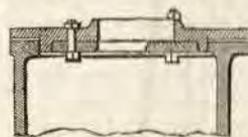


Fig. 680.

Se *L* è la lunghezza del filo, *m* la variazione di temperatura annuale e *n* la variazione di lunghezza per metro lineare e per ogni grado di variazione nella temperatura, la variazione totale di lunghezza del filo è: $V = L \cdot m \cdot n$.

E per es.: per $L = 1000$ m.; $m = 50^\circ$; $n = 0^m,0000122$ si ha: $V = 0^m,61$.

Il diametro del filo varia generalmente dai 3 ai 5 millim. secondo la distanza del disco dal punto di manovra.

Esso è sempre di ferro galvanizzato onde non si ossidi. Viene acquistato in gomiti di circa 200 m. di sviluppo. Si sostiene in tutto il suo percorso mediante ritti di quercia, che portano delle piccole carrucole di sospensione. Le dimensioni dei ritti sono generalmente $1^m,00 \times 0^m,10 \times 0^m,10$. Le carrucole che portano alla loro sommità sono disposte coll'asse di rotazione orizz-

montale (fig. 681); il loro supporto di ghisa viene fissato sul ritto mediante due viti mordenti a legno, e alla sommità porta un bastoncino *b* di ferro che impedisce al filo di uscire dalla gola della carrucola.

Allorquando la strada è in curva, il filo si dispone secondo una spezzata ai cui vertici si trovano delle puleggie ad asse verticale (fig. 682) di un diametro alquanto maggiore di quello delle puleggie ad asse orizzontale. Un bastoncino *b* impedisce alla carrucola di potersi sfilare dal suo perno. La distanza delle carrucole di sospensione varia da 15 a 30 m.

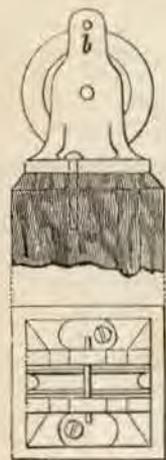


Fig. 681.

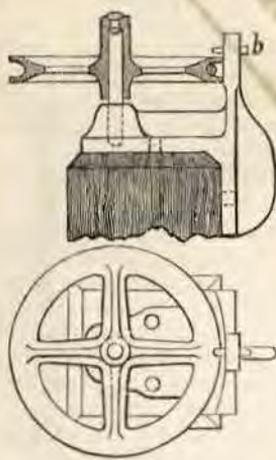


Fig. 682.

Oggidi, per assicurarsi maggiormente delle manovre dei dischi a distanza, si suol far uso delle sonerie elettriche. All'albero del disco si trova fissato un braccio che porta una lamina d'acciaio; quando il disco segna l'arresto, la lamina è a contatto col filo che chiude il circuito, e al punto da proteggere suona continuamente un campanello; esso cessa dal suonare solo quando il disco ritorna nella posizione che segna la strada libera.

Tra il segnale ed il punto che protegge si ha inoltre un *palo di protezione*, collocato in tal posizione per cui un treno che si deve arrestare, si abbia però da avanzare di tanto da non subire un urto da un altro treno, che a breve distanza gli tiene dietro, e che pure dovrà fermarsi se ancora il punto protetto non è libero.

I punti di biforcazione sulle linee sono fra i più pericolosi. Quivi non si pone soltanto una leva di comando per un segnale a distanza, ma in generale anche un indicatore dello scambio posto a conveniente distanza, allo scopo di avvertire i macchinisti che si avvicinano ad un punto pericoloso, e che devono perciò progredire con somma circospezione. Questo segnale può essere di forma rettangolare, dipinto per metà in bianco e per metà in verde, ed al quale di notte si sostituisce un lume verde. Oltrepasato il segnale, il movimento di ogni treno deve essere così lento da poter produrre la fermata entro uno spazio di pochi metri. Si suol aggiungere anche un segnale d'arresto assoluto posto a 60 metri di distanza dallo scambio, e che non deve essere oltrepasato dalla macchina, quando segni l'arresto.

Sopra alcune linee l'albero di questo segnale pure a disco è collegato con un'asta che porta due petardi. Quando il disco segna l'arresto i petardi restano disposti sopra una rotaja, e scoppiano se il macchinista li oltrepassa. Giovano anche per regolare la velocità gli indicatori etometrici.

Tutte le leve di comando dei segnali e degli scambi si raggruppano a breve distanza onde possano essere alla portata di uno stesso guardiano.

Nelle grandi stazioni i guardiani applicati alle manovre dei numerosi scambi e segnali commettono frequenti sbagli e pur troppo si hanno numerosi esempi di disgrazie che ne conseguirono.

Nelle stazioni inglesi dapprima ed ora in molte stazioni di altre nazioni si trova applicato con successo il sistema degli ingegneri *Saxby e Farmer*, col quale si riesce a manovrare tutte le leve degli scambi e dei segnali da parte di uno o due operai con perfetta sicurezza per i treni. La prima applicazione del sistema venne fatta nella stazione di Cannonstreet a Londra; essa si trova all'estremità di un ponte sul Tamigi, sopra il quale sono posti cinque binari per i treni che entrano nella stazione. All'ingresso di questa è costruito un casotto in legno lungo 15^m e largo 1^m,80 e sopra cui si innalzano quattro pali semafori con 24 braccia e lanterne. Nel casotto sono raccolte in linea 67 leve; 32 per gli scambi e 35 per i segnali, i quali si compongono delle 24 braccia semaforiche, di 5 segnali a distanza e di 6 segnali sussidiari. Ogni leva ha un numero d'ordine e porta incisa la sua funzione. Le leve da scambi sono dipinte in nero, quelle dei segnali per i binari d'arrivo sono dipinte in rosso e quelle dei segnali ai binari di partenza in azzurro. Tutte le leve di uno stesso colore sono poste di seguito, ciò che facilita di più le manovre. La stazione di Cannonstreet è di testa, onde allorquando un treno è giunto dirimpetto al suo marciapiede, se ne stacca la locomotiva, ed un'altra locomotiva che si trova sopra un apposito binario di servizio si attacca alla coda del treno e parte poscia tirandolo seco. Nell'interno della stazione si hanno nove binari, di cui otto per i treni e uno per le locomotive. Tutti questi binari ed i cinque che si trovano sul ponte sono collegati mediante scambi. Ad ogni ora entrano ed escono dalla stazione 18 treni, onde dovendosi cambiare la macchina ad ogni treno, si devono compiere 108 manovre di scambi e segnali. Tutto questo servizio è fatto da due uomini aiutati da due ragazzi per le registrazioni. Ogni leva è vincolata con altre per modo che non può essere mossa per segnare libero un binario, se prima non sonosi manovrate quelle le quali dispongono i segnali all'arresto sopra tutti i binari che attraversano ed imbarazzano il primo. La posizione normale dei segnali è quella dell'arresto; onde ne viene che avvenendo un guasto qualsiasi non si ha altro pregiudizio che un indebito arresto d'un treno. I due ragazzi sono collocati alle due estremità del casotto davanti ad una macchina telegrafica; per mezzo di questa un ragazzo riceve l'annuncio dal capo-stazione dell'arrivo di un treno sopra un dato binario; egli lo comunica ad alta voce ad un guardiano, il quale tosto segnala chiusi i binari che comunicano con quello, e lo rende libero.

In America l'organizzazione dei segnali è assai meno uniforme che in Europa. Vi hanno delle linee affatto prive di segnali e con tutto ciò non sono punto frequenti gli inconvenienti che sembra ne dovrebbero risultare. Giova però notare che i freni continui molto potenti che sono colla applicati a tutti i treni, e la grande lanterna posta anteriormente sopra ogni locomotiva, onde segnalare la presenza dei treni e rischiarare a notevole distanza la strada su cui si trovano, unitamente alla velocità moderata dei treni, costituiscono i mezzi coi quali si evitano molti danni che potrebbero verificarsi per l'imperfetti sistemi di segnalazione lungo le linee. Inutile il dire che la mancanza assoluta dei segnali si riscontra soltanto sulle linee di poco movimento. Pur tuttavia si riscon-

trano dei pali indicatori che impongono ai macchinisti delle date prescrizioni. Così ve n'ha di quelli che portano la lettera W oppure la lettera B ed indicano che il macchinista deve colà far emettere il fischio (*Whistle*) oppure suonare la campana (*Bell*). Inoltre v'hanno dei pali che indicano il rallentamento o l'arresto. La campana posta sulla locomotiva adempie anche all'ufficio delle campane di stazione generalmente diffuse in Europa. Alle piccole stazioni, in mancanza di segnali a distanza, non si ha altro mezzo di segnalazione per arrestare un treno che di agitare le braccia, una bandiera, od esporre una lanterna se di notte; ma il servizio notturno viene possibilmente evitato.

Ma oltre a siffatte linee di secondaria importanza e dove un treno partito da una stazione non può ricevere alcun avviso fino alla stazione successiva, v'hanno poi le linee di gran movimento, dove i sistemi di segnalazione sono perfezionati quanto in Europa. Oltre ai segnali a distanza di differenti sistemi, già si trova applicato in molte stazioni il sistema *Saxby e Farmer*. Di più, ciò che ancora non si è tentato in Europa, colà sono già in attività dei sistemi di segnalazione dove la manovra a distanza viene fatta coll'aria compressa. Ve n'ha altri dove si è applicata l'elettricità; e di questi veramente ve n'ha molti anche in Europa, quantunque più per esperimento che per definitivo servizio corrente. Le Società ferroviarie sono restie nell'applicazione dell'elettricità all'aperto; egli è che si ha bisogno di servirsene ed interessa soprattutto che funzioni sicuramente nei tempi di bufera, d'uragani e simili, quando cioè vi è la minor probabilità che funzioni bene.

Stazioni.

La grandiosità delle imprese ferroviarie, il forte agglomeramento che perciò si forma sia di merci sia di viaggiatori nei punti di stazionamento, richiedono quivi degli appositi edifici.

Alle stazioni occorrono degli edifici relativi a due qualità di servizio: il pubblico e l'interno. Gli edifici pel servizio pubblico si dividono poi in edifici pel servizio dei viaggiatori ed edifici pel servizio delle merci.

Il servizio delle merci viene fatto a piccola ed a grande velocità. Il secondo si fa contemporaneamente a quello dei viaggiatori, sicchè l'edificio od i locali relativi devono essere attigui a quello dei viaggiatori.

Per il servizio interno occorrono tutti gli edifici necessari per compiere l'esercizio: cioè castelli d'acqua per rifornire le locomotive; piani o capannoni pel combustibile di scorta per le locomotive; capannoni o rimesse pel deposito di locomotive e di veicoli di scorta. Il servizio del materiale di trasporto essendo sempre attivo per la quantità del materiale stesso, conviene alle Società erigersi degli edifici propri per le piccole e per le grandi riparazioni e costruzioni. Occorrono perciò dei cantieri, che si dividono appunto in due classi: per le piccole e per le grandi riparazioni. Per le piccole Società però non convengono questi ultimi; può tornare più conveniente, come per la Società delle Romane, stipulare un contratto con degli stabilimenti meccanici privati. Anche pel mantenimento della strada e rifacimento del binario occorrono dei materiali di scorta ed un cantiere.

Gli edifici pel servizio interno sono sempre chiusi a sè entro al recinto della stazione. Sia pel servizio pubblico sia pel servizio interno occorre un personale più o meno numeroso e per la parte tecnica e per la parte amministrativa. Si approfitta perciò dei locali superiori nell'edificio dei viaggiatori; però ciò non basta nelle grandi stazioni.

Posizione e proporzione più opportuna per una stazione. — Nello stabilire il punto dove deve erigersi una stazione e le proporzioni che le si convengono, occorre esaminare accuratamente quale potrà essere il movimento che vi si verificherà, prendendo come esempi delle stazioni poste in condizioni analoghe; e aver di mira l'avvicinamento maggior possibile all'abitato. Criterii assoluti non si possono stabilire; occorre peraltro una piena conoscenza della località.

Il sistema di costruire delle piccole stazioni di legno o con materiale misto, in via provvisoria, onde lasciare che l'esperienza giustifichi le migliori proporzioni da darsi alla stazione da erigersi stabilmente, è oggidì assai meno seguito che pel passato, potendo ora che tanto sonosi moltiplicate le ferrovie, senza grave errore presumere direttamente le proporzioni definitive. Si sogliono subordinare in caso di dubbio le disposizioni alla possibilità di un ulteriore ingrandimento.

Per le grandi città non è possibile concentrare tutto il movimento in una sola stazione; tanto più che, come a Londra, a Parigi, vi concorrono delle linee appartenenti a Società diverse. Tutte le stazioni devono però in tal caso allacciarsi fra di loro onde evitare confusione, ingombro, perdita di tempo, e l'inconveniente dello scarico e ricarico di molte merci.

Relativamente alla posizione, se da una parte è della maggiore importanza di spingerla più vicina agli abitati che è possibile, dall'altra non bisogna nascondere che la spesa riesce di altrettanto più grave. Contuttociò a Londra si è voluto affrontare una spesa gravissima scavando una galleria sotto alla città onde portarvi una stazione quasi nel centro. Risulta per tal modo grandemente diminuito il tragitto ulteriore dei viaggiatori per recarsi ai punti di destinazione, tragitto che talora costa non poco.

Nello scegliere il lato della città più propizio per collocarvi la stazione, giova aver riguardo che lo spazio circostante sia piano, onde evitare troppi movimenti di terra; non in curva per la sicurezza nel servizio; e preferibilmente fra due contropendenze, che siano in ascesa verso la stazione, sicchè i treni sono aiutati dalla gravità ad accelerare il movimento in partenza onde raggiungere la velocità normale, e sono coadiuvati dalla stessa gravità ad arrestarsi all'arrivo nella stazione.

Se la stazione deve servire un gruppo di abitati, converrà porla accanto al più ragguardevole; in caso diverso, più che possibile vicino al centro di gravità di tutti quei centri affetti da coefficienti proporzionali al numero degli abitanti, e tenuto conto anche di industrie speciali che può avere qualcheduno di essi.

Classificazione delle stazioni. — In base all'importanza del movimento che si verifica nelle varie stazioni le Società sogliono dividerle in classi. Il numero di queste classi è variabile da Società a Società. D'ordinario sono cinque, cioè:

- Stazioni di quarta classe, fermate;
- Stazioni di terza classe;
- Stazioni di seconda classe;
- Stazioni di prima classe;
- Stazioni centrali o fuori classe.

Indipendentemente da tale classificazione non assoluta, le stazioni prendono nome dalla loro posizione rispetto alla linea; possono essere cioè:

- Stazioni di linea;
- Stazioni di testa, o d'estremità, o di regresso;
- Stazioni di diramazione o biforcazione.

Dipendentemente dai servizi interni speciali che vi si compiono, le stazioni si denominano anche:

Stazioni d'alimentazione, se vi si fa l'approvvigionamento dell'acqua o anche del combustibile per le locomotive;

Stazioni di deposito, se vi ha un deposito di locomotive e anche di veicoli.

La prima classificazione si fa in base al movimento dei viaggiatori epperò in base alla importanza dell'edificio relativo. Le Società che non adottano molte classi sogliono non vincolarsi a delle proporzioni assolute per ogni classe, tanto più che non in tutte le località si verifica lo stesso movimento a parità di popolazione; ed inoltre il movimento delle merci non è sempre in rapporto costante con quello dei viaggiatori.

Fermate. — Quando una strada ferrata rasenta un gruppo di case che si trova distante (almeno 4 a 5 kilom.) da una stazione, si crea colà una piccola stazione. Non vi si fermano che i treni misti e quelli merci; eccezionalmente vi si fermano i treni omnibus. È ben raro che accanto ad un abitato non si abbia qualche passaggio a livello; è là appunto che si fa la stazione.

È lo stesso capostazione che fa guardare da qualche famiglia il passaggio a livello, mentre egli fa il servizio di stazione. La distanza del passaggio dal centro della stazione non dev'essere minore della massima semilunghezza di un treno; in ogni caso non mai minore di 100^m. Per la facile ascesa e discesa dei viaggiatori si mette un marciapiede davanti all'edificio della lunghezza di almeno 100 metri; la sua elevazione sul piano delle rotaie varia da 0^m.25 (Società delle Romane) e 0^m.35 (Società dell'Alta Italia). La sua larghezza all'aperto è di 4^m e di 5^m dirimpetto all'edificio. Presenta un pendio trasversale verso il binario di 0^m.01 a 0^m.02 per metro; il suo ciglio dista generalmente di 0^m.80 dalla rotaja più vicina. Alle due estremità si accorda il marciapiede col piano stradale mediante due piccole rampe della lunghezza di 3^m cadauna.

I marciapiedi si costruiscono talora in mattoni, talora s'impiegano i mattoni soltanto per farne il ciglio e nell'interno si riempiono di ghiaja; talora su questa ghiaja si forma un selciato e altra volta si stende un sottile letto di calcestruzzo e sopra l'asfalto. L'esperienza però ha provato che lungo il ciglio l'asfalto si frantuma, e dopo poco tempo occorre rinnovarlo; dura più a lungo quando si faccia il ciglio in pietra da taglio e contr'essa si arresti l'asfalto adattandovelo colla maggiore regolarità e compattezza.

L'edificio è costituito come una casa cantoniera, solo che ne è un po' più ampio. Al piano terreno una stanza serve per ricovero dei viaggiatori e deposito dei pacchi, ed un'altra per la distribuzione dei biglietti e deposito di attrezzi pel servizio; bilancia, ecc. Il piano superiore serve di abitazione.

La figura 683 rappresenta l'insieme di una stazione di fermata; la linea è a doppio binario; si sono applicati due marciapiedi per ognuna delle due provenienze. In A si ha l'edificio viaggiatori; in B un cesso; in D un cancello per chiudere il cortile della stazione.

Molte Società sono restie nello stabilire le fermate,

perchè causano perdita di tempo e intralcio nel servizio a lunga corsa. È questo un dispregio del piccolo movimento locale che ha costato caro a molte società. Ora mutando la natura dei treni fra le stazioni successive si incomincia ad apprezzarlo; ne ha dato l'esempio il Belgio.

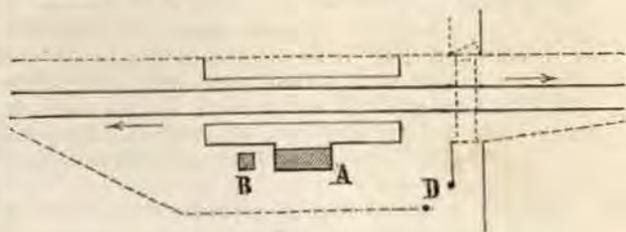


Fig. 683.

Le diramazioni industriali sono tronchi di strade ferrate che collegano delle officine, fabbriche, miniere con una ferrata ordinaria. Allorquando il collegamento si fa all'aperto si stabilisce colà una fermata pel ricambio dei veicoli carichi e scarichi. Talora vi si aggiunge una bilancia. Per queste diramazioni industriali conviene in

generale adottare un binario di larghezza normale di 1^m.445; e ciò perchè lo scarico e il ricarica alla fermata riuscirebbe troppo costoso, perchè in generale l'industriale può acquistare il materiale usato che dalla ferrata ordi-

dinaria si ritira nei rifacimenti e ad un prezzo molto conveniente; e poi perchè l'industriale può risparmiare veicoli propri prendendo in affitto quelli della ferrata ordinaria.

Quanto al modo di collegare la diramazione col binario di linea, se il movimento sulla stessa diramazione è assai limitato si può applicare una semplice piattaforma; diversamente si applica uno scambio. La piattaforma non deve, come lo scambio, applicarsi al binario di linea, ma sempre ad una diramazione.

Nella figura 684 è rappresentata una disposizione con piattaforma e pel caso d'un solo binario principale.

AB rappresenta il binario principale;
EB » » di servizio;
FG » » di diramazione.

In F vi ha una piattaforma con un arresto destinato ad impedire che per avventura qualche veicolo possa essere spinto fino ad ingombrare il binario principale. Si protegge sempre la fermata con un segnale a disco. Nel caso della figura 684 se un treno viene da B, la sua locomotiva si stacca in B, si spinge fino in D e per lo scambio DC passa sul binario di servizio a spingere i veicoli carichi posti sul tratto CB, finchè essa si trova in B; con che resta composto il treno che prosegue verso A. Se il treno proviene da A, la locomotiva si stacca in D, prosegue fino in B, entra nel binario di servizio, spinge i veicoli verso CD finchè essa è in D, e allora il treno composto prosegue verso B.

Nella figura 685 è rappresentato un accordo di una diramazione con una linea ad un sol binario per mezzo di scambi.

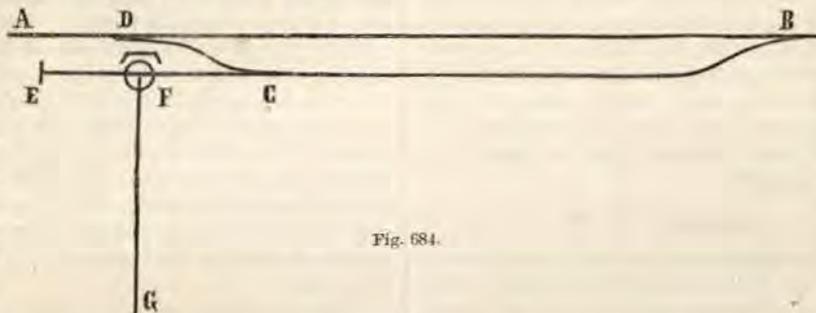


Fig. 684.

AB rappresenta il binario di linea;
 ADC » » di servizio;
 DE » » di diramazione;
 FG » » di ricovero per pesare i
 veicoli; H è la bilancia.

Nella figura 686 è rappresentata una disposizione molto semplice di raccordo fra una diramazione ED ed una linea principale a due binari AB, A'B'. Le frecce poste accanto a questi indicano il senso del movimento dei treni; esso è in concordanza col senso dei due scambi

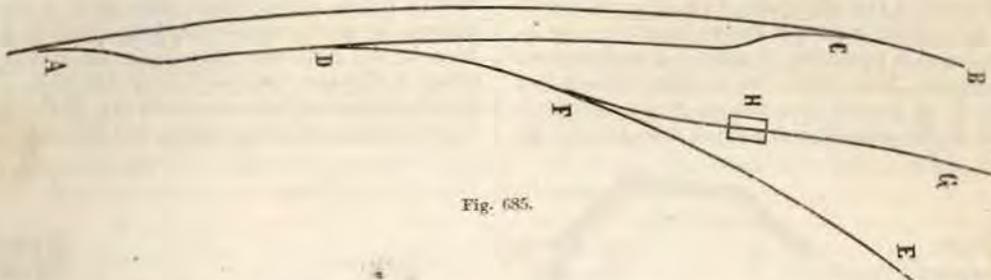


Fig. 685.

in A' e B; gli aghi non vengono presi di punta ma a tergo; è questo un riguardo che si può applicare per il caso del doppio binario di corsa e non per uno solo.

Quando dei veicoli posti sul binario di servizio CD debbono essere attaccati ad un treno che proviene da B', la locomotiva di questo si stacca in A', entra nel binario

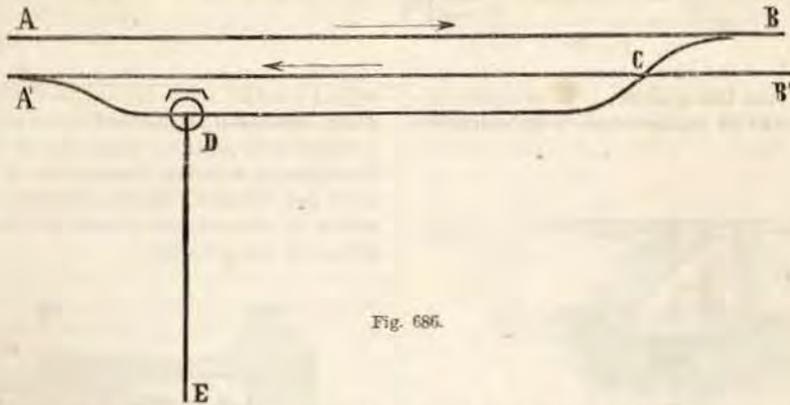


Fig. 686.

di servizio, trascina sul principale i veicoli passando per A', e composto il treno prosegue oltre A'. Nella disposizione indicata in figura la locomotiva passa sulla piattaforma; il che a dir vero conviene evitare; basta

applicare la disposizione come nella figura 684, cioè portare alla destra lo scambio rispetto alla piattaforma. Si può far servire il binario di servizio per binario di ricovero se alla fermata ha luogo un incrocicchio.

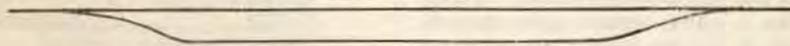


Fig. 687

Se una fermata è molto distante dalle due stazioni che la comprendono, o se è di una certa importanza, o vi si deve fare un incrocicchio di treni, si aggiunge un bi-

nanario di ricovero. Le figure 687 e 688 rappresentano le due disposizioni così dette a trapezio e a parallelogrammo. La seconda disposizione si conviene quando i

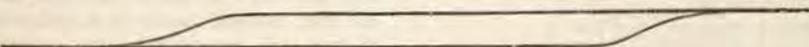


Fig. 688.

treni siano obbligati, come in Italia, a tenere sempre la sinistra; ogni treno allora passa in curva soltanto alla partenza o soltanto all'arrivo.

La distanza fra i due binari si fa non minore di 3^m, onde rendere possibile una curva dolce agli scambi.

Arresti. — Un vento violento può mettere in movimento un veicolo sopra un binario soprattutto se è scarico e se è chiuso, onde ha massimo il volume. In movimento può mettersi un veicolo anche per un urto proveniente da altri durante le manovre di composizione e scomposizione dei treni. Al termine dei binari di ricovero o di servizio quando non si accordino fra loro con degli scambi si pongono perciò degli arresti fissi.

Intanto per diminuire la probabilità dei movimenti spontanei l'azione del vento od altro nei veicoli è regola generale di tenere orizzontali tutti i binari di stazione, siano di ricovero, o di servizio, o principali.

I veicoli muniti di freni si tengono fermi semplicemente col chiudere i freni stessi; per quelli non muniti di freni si possono applicare delle sbarre fra le razze delle ruote, onde impedirne la rotazione; contuttociò è necessario applicare degli arresti alle estremità libere dei binari.

Pei binari di ricovero talora si pone una sola traversa attraverso al binario e si fissa con viti sopra le rotaje; talora si fissano sulle rotaje due cuscinetti; ta-

lora si incurvano le rotaje alla loro estremità per modo che i loro estremi sono portati all'altezza di circa 0^m.40.

Ma tali disposizioni che si adottano specialmente se si tratta di una installazione non definitiva, non presentano tutta la necessaria sicurezza. Perchè un arresto sia veramente efficace bisogna che si opponga ai paracolpi elastici dei veicoli e non alle ruote. Tali arresti dovendo essere alti almeno un metro, riescono alquanto costosi.

Se le condizioni si prestano, gli arresti si costruiscono in terra e legname. Nella figura 689 è rappresentata una disposizione di tal genere; due sistemi triangolari posti alla distanza di due paracolpi di veicolo sono rilegati fra

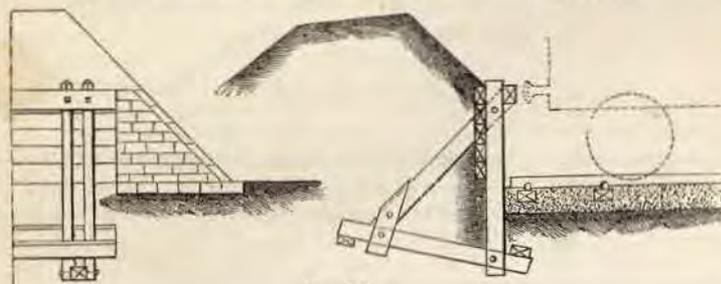


Fig. 689.

sostituito con un sistema triangolare; inferiormente appoggiano sopra un letto di calcestruzzo e lateralmente sono immurati.

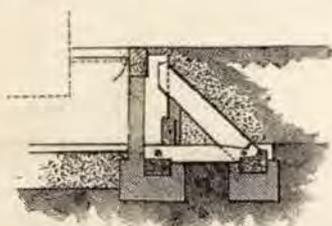


Fig. 691.

Gli arresti posti alle estremità dei binarii principali nelle stazioni per viaggiatori esigono una costruzione più accurata insieme con una grande solidità. Costruiti con materiale di ferro e ghisa costano notevolmente, salvo non si faccia uso di vecchie rotaje; generalmente però si costruiscono in legname che all'economia maggiore accoppia anche una maggiore elasticità. Questi arresti si muniscono anche di paracolpi elastici analoghi a quelli dei veicoli, ma più robusti. Nella figura 692 è

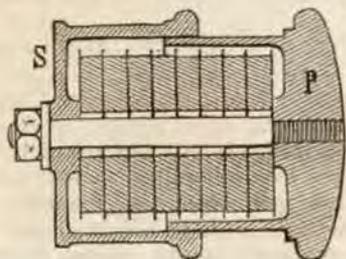


Fig. 692.

rappresentato un paracolpo dove funzionano da organi elastici otto dischi di gomma elastica vulcanizzata, fra di loro separati da sottili dischi di rame o di zinco. Il paracolpo propriamente detto P urtato scorre a guaina entro la scatola S di ghisa, fissata all'arresto. Nella figura 101 è rappresentato un altro paracolpo dove gli

di loro con travicelli orizzontali; tutto il sistema porta a ridosso un terrapieno coperto di zolle inerbate. Per questo si esige uno spazio oltre l'estremità del binario, che non sempre esiste e conviene crearlo.

Alle estremità dei binarii di servizio per le merci si può adottare una disposizione più o meno robusta secondo che i veicoli su tali binarii sono spinti a macchina o a braccia. In questo caso si infiggono due ritto di legno alla distanza dei paracolpi (fig. 690); all'altezza di questi ultimi si rilegano con una robusta traversa, ed una tale intelajatura si rinforza con un muro. Nella figura 691 è rappresentata una disposizione più robusta; ogni ritto è

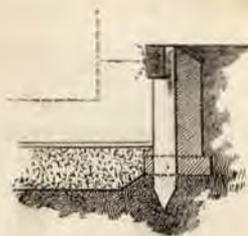


Fig. 690.

organi elastici sono tre molle d'acciaio a sezione quadrata elicoidali l'una entro all'altra. La più grande termina in A contro il paracolpo il cui disco è di legno; l'intermedia termina liberamente in B; e la più piccola in C; per tal modo occorre un urto forte perchè entri in azione la seconda, e ancora più forte perchè entri in azione la terza molla.

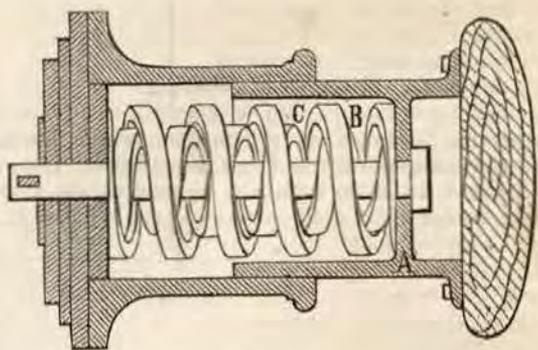


Fig. 693.

Quando più binarii debbano essere muniti di arresti collocati tutti in pari, conviene collegarli fra di loro, ciò che conduce anche a maggior economia; in luogo di due ritto per binario può bastare uno solo robusto collocato nel centro; sopra una traversa unica per tutti i binarii sono fissati i paracolpi all'altezza di quelli dei veicoli.

Quando i binarii siano collegati alle loro estremità con altri è necessario di poter lasciare liberi i binarii stessi per la circolazione. Si applicano allora degli arresti mobili.

Si possono applicare due blocchi di legno sul binario fra di loro rilegati con una sbarra di ferro od una traversa di legno, che si fissa alle rotaje o ad una traversa sottostante mediante viti, da togliersi quando si voglia sgombrare il binario. Quando occorra di togliere l'arresto di frequente, si può comporre di due blocchi girevoli intorno ad un asse comune, posti internamente al binario e rasenti alle rotaje, con una fossa davanti

dove si fanno discendere per rotazione volendo lasciar libero il binario. Sollevati essi ricevono l'urto delle ruote per gli orletti.

Stazioni di terza e di seconda classe. — Mentre nelle fermate si tiene riunito il piccolo servizio dei viaggiatori e quello delle merci, nelle stazioni di terza classe e a maggior ragione in quelle di seconda, si tengono separati tali due servizi, onde anche gli edifici relativi. Nell'edificio viaggiatori si tiene separata la sala d'aspetto di terza classe da quelle riunite di seconda e di prima. Per le merci si stabiliscono tutti quegli accessori che ne rendono agevole il carico e lo scarico.

Oltre ad un binario almeno di ricovero per i treni della lunghezza di 400^m, occorrono altri binari più brevi per

il servizio merci. La loro disposizione deve permettere di ricevere speditamente dei veicoli che giungono nella stazione sia in coda, sia in testa ad un treno; come pure di prendere dei veicoli in coda od in testa di un treno per condurli a destinazione. Nella figura 102 si ha un tipo di tali stazioni; la linea è a doppio binario.

- A è l'edificio viaggiatori;
- B cesso;
- C capannone merci;
- D piano caricatore;
- E binario di ricovero;
- F binari di ricovero dei veicoli;
- G binari di servizio concorrenti ad una piattaforma girevole.

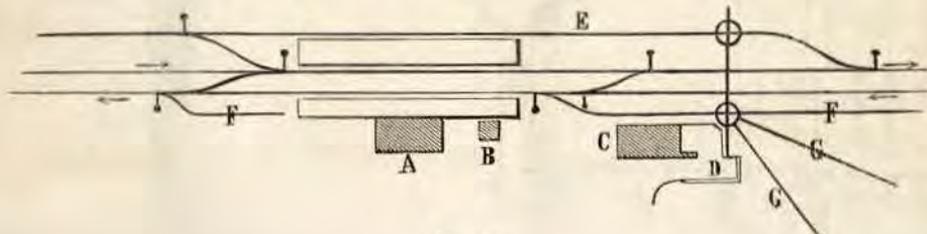


Fig. 691.

Servizio merci. — I carri ferroviari hanno il pavimento alto circa 1^m; ma non è possibile accostare i veicoli ordinari ad essi per tramutarvi le merci, giacchè non sempre v'hanno i veicoli pronti all'uso; la necessità di dover scaricare le merci ha suggerito la convenienza di un piano caricatore intermedio, che serve anche di deposito temporaneo, all'altezza del pavimento dei carri. Su di essi stanno delle bilancie onde pesare le merci. I piani caricatori sono per le merci ciò che l'edificio viaggiatori è per questi.

Le merci si dividono per rispetto alla loro natura in due classi; cioè in deperibili se esposte alle intemperie, oppure no. Per le prime è d'uopo aver coperto il piano caricatore; e questo dicesi allora *capannone* merci.

L'altezza dei piani caricatori su quella delle rotaie varia fra 1^m.05 e 0^m.90. Questi piani sono costituiti da un terrapieno sostenuto fra due muri paralleli. Superiormente sono inghiajati o selciati; soltanto quelli coperti si fanno lastricati; il ciglio è però sempre fatto con pietra da taglio.

La larghezza varia dai 9^m ai 12^m; la lunghezza ne è generalmente indeterminata; ma non si tiene mai minore di 20^m. Dovendo caricare dei veicoli ordinari e degli animali, che devono perciò essere condotti sul piano caricatore, è necessario che questo presenti una rampa d'accesso colla pendenza possibilmente non maggiore del 7%. Giova che i carri ferroviari possano essere caricati e scaricati lateralmente e di testa. Al termine di ogni binario che si arresta contro il piano caricatore, si applica un arresto, il quale viene coperto con una lamiera, onde coprire i paracolpi del veicolo accostato, e rendere più agevole e sicuro il carico e lo scarico.

Delle gradinate poste in vari punti del piano caricatore permettono ai manuali di portare su di esso o fuori

di esso dei piccoli carichi; e servono a rendere comoda l'ascesa e la discesa pel personale.

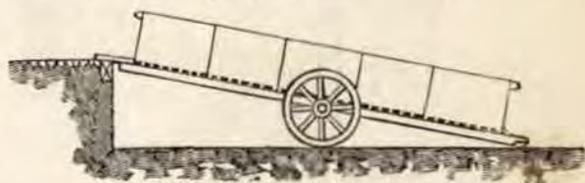


Fig. 695.

Pel carico e lo scarico degli animali si applicano in molte stazioni anche le rampe mobili, consistenti in un tavolato (fig. 695) con sponde laterali sorretto da due ruote, onde può essere accostato al piano caricatore dove

si vuole; il tavolato presenta dei piccoli regoli trasversali onde non abbiano da scivolare gli animali. Queste rampe mobili sono alquanto pesanti da muovere; ma rendono preziosi servizi nel carico e scarico della cavalleria.

Sui piani caricatori si dispongono una o più gru secondo l'importanza e la natura delle merci, da cui dipende anche la loro portata, variabile ordinariamente fra 2000 e 10000 chilogr. La figura 696 mostra una disposizione di gru sopra un piano caricatore per cui si possono caricare e scaricare le merci coi carri disposti di testa e di fianco. Dei particolari delle gru non si fa cenno, essendo trattati in altro articolo.

I capannoni merci sono sempre disposti in prosecuzione dei piani caricatori nelle piccole stazioni. Non si limitano a semplici tettoje, perchè aperti sui lati restano esposte le merci ai furti. Si può chiudere il solo piano caricatore, oppure comprendervi il binario attiguo, oppure anche la carreggiata per i veicoli ordinari dalla parte opposta. La seconda disposizione è generalmente

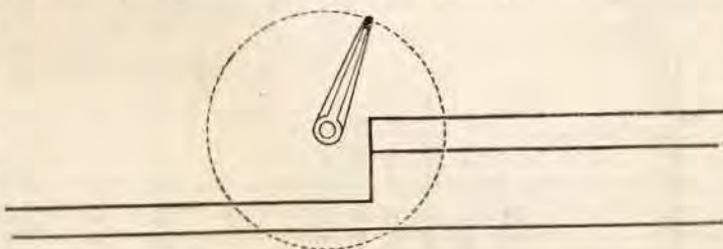


Fig. 696.

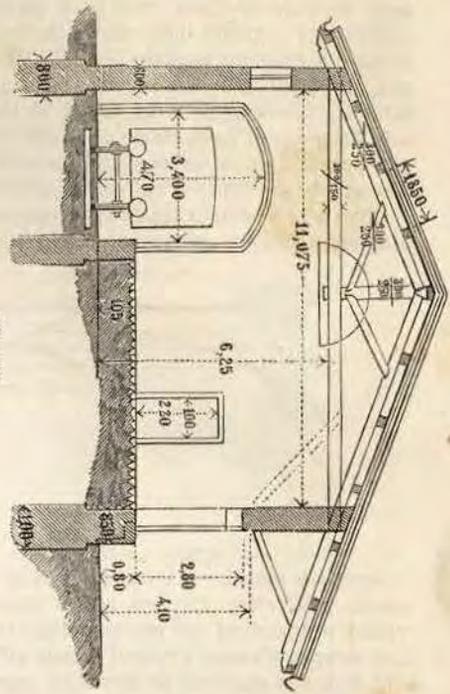


Fig. 696.

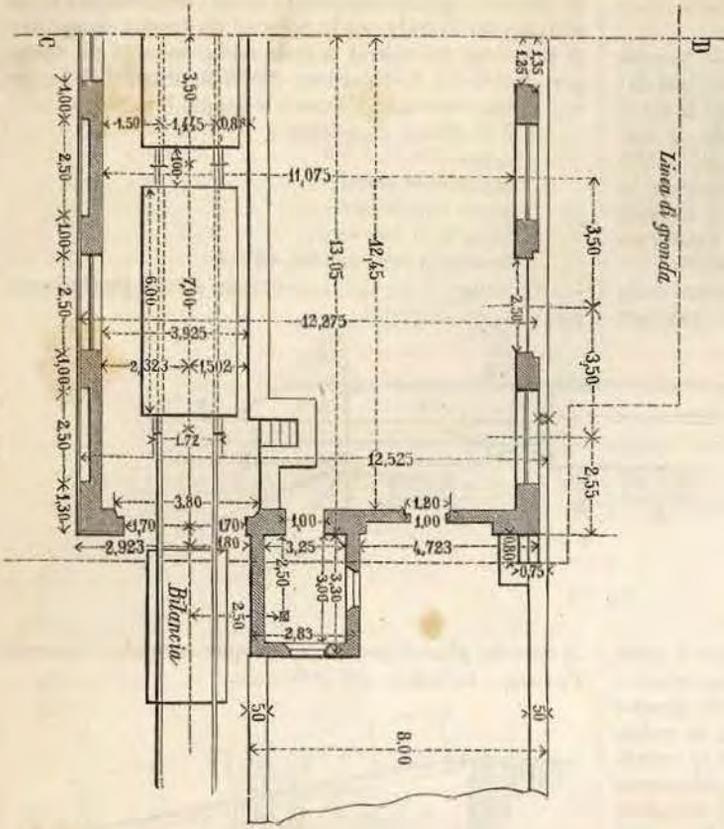


Fig. 697.

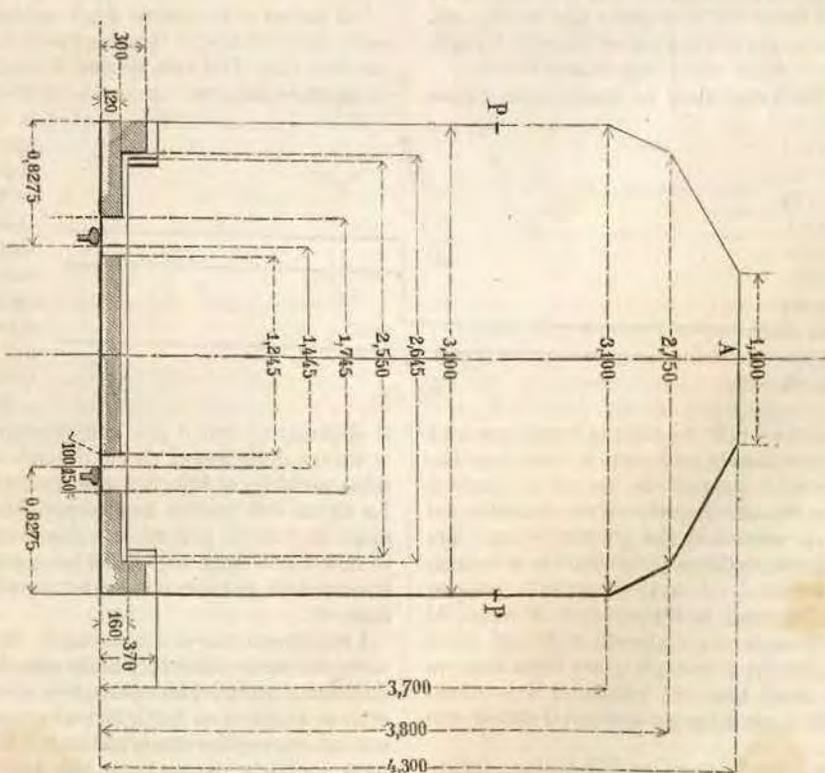


Fig. 698.

preferita: 1° Perchè assicura la merce sui carri ferroviarii quando non essendo ancora completi si lasciano aperti; 2° Perchè resta evitato l'inconveniente di dover distribuire le porte verso il binario; e d'avere in ogni caso minor libertà di collocamento dei carri in pari alle merci collo spazio totalmente libero per tramutarle.

Gli uffici per la consegna, riconsegna, spedizione, per saturare, ecc. si dispongono ordinariamente all'esterno per non togliere spazio; o se sono interni vengono isolati con un semplice tavolato. Il pavimento non deve essere assorbente, onde nè di mattoni nè di legno; l'asfalto è molto indicato.

Oltre alle piccole bilancie sul piano, vi è una grossa bilancia all'uscita del capannone per pesare i carri ca-

richi; e ciò non solo per riconoscere il peso della merce, ma anche per avere una guarentigia che il carico non supera il limite compatibile colla robustezza del carro. Sui tipi e sui particolari delle bilancie è già detto in altro articolo.

Le figure 696 e 697 rappresentano una sezione verticale e una porzione di pianta di un capannone merci per piccole stazioni italiane.

Sagome del massimo carico. — Sono necessarie per limitare il volume del carico posto sui carri scoperti, onde assicurarne il libero passaggio fra le opere d'arte. La fig. 698 mostra la sagoma del massimo carico in vigore per tutta l'Italia. Non di rado si limita alla parte superiore limitata fra i punti P P perchè gli è superior-

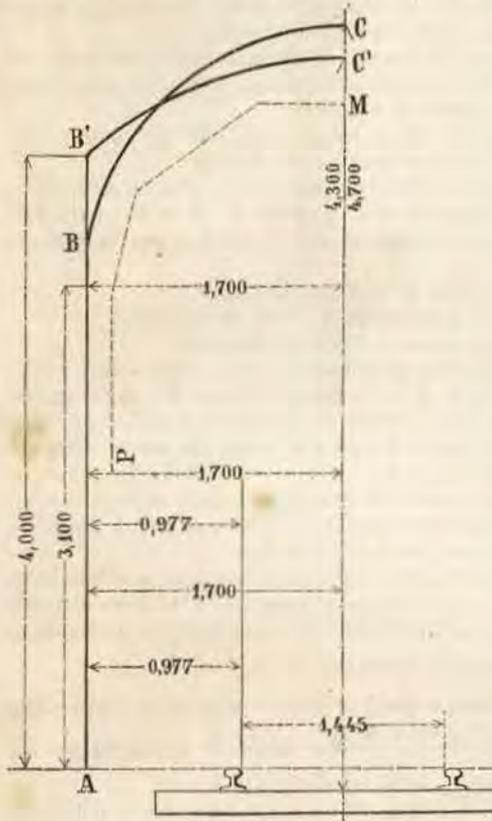


Fig. 699.

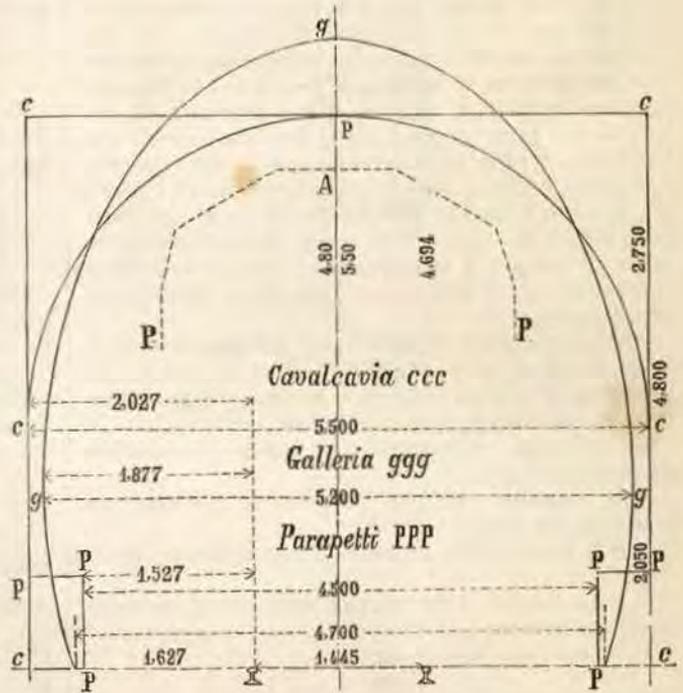


Fig. 700.

mente che è facile eccedere nel caricamento. La sagoma è sostenuta da due catene ad un traverso superiore sorretto da due ritti laterali, che possono essere di legno, ma più generalmente sono rotaje vecchie. La Società dell'Ovest francese le compone di due parti P A, A P indipendenti, ognuna munita di un campanello, onde più agevolmente si riconosca da qual parte sporge il carico.

Le sagome, mentre devono essere circoscritte al massimo carico sui carri, ed al profilo involupante delle locomotive, deve poi sempre riuscire inscritto con agio nel profilo di passaggio delle opere d'arte. Nella fig. 699 è rappresentata la metà di una porta di capannone merci quali si applicano in Italia. I due profili usati sono A B C, A B' C' e M P è la sagoma del massimo carico.

Nella fig. 700 sono rappresentati i profili delle opere d'arte all'aperto. Si scorge che il profilo del massimo carico P A P vi sta inscritto con molto agio; ciò perchè si è avuto riguardo:

- 1° Al dislocamento e allo slegamento dei carichi;
- 2° Alle oscillazioni durante il movimento;

3° Allo strapiombo prodotto da un caricamento mal fatto e dall'essere il binario in curva e perciò la rotaja esterna sopraelevata;

4° Al possibile restringimento del profilo delle opere d'arte, ciò che per esempio si è verificato non è molto ai Giovi.

Stazioni di prima classe. — In queste stazioni si trova ancora più sviluppata tutta la pianta. Il numero dei binarii è maggiore, e più ampio l'edificio viaggiatori. In Italia si tiene la norma di conservare di 12^m la larghezza dell'edificio per tutte le classi, e di aumentare soltanto la lunghezza da 15^m fissata per quelle di ultima classe in su secondo l'esigenza della località. L'ingrandimento si ottiene coll'aggiunta di ambienti laterali.

Nelle stazioni di prima classe si trovano separati i viaggiatori in tre stanze d'aspetto distinte.

Un servizio, che si riscontra in queste stazioni e che può occorrere di dovere applicare anche a stazioni di classe inferiore, è quello dell'alimentazione delle locomotive.

Combustibile. — Quando in una stazione si alimenta la locomotiva di acqua ed anche di combustibile, conviene poter fare contemporaneamente le due operazioni per economia di tempo. Quando ciò non sia possibile, sarà pur sempre buona norma di tenere vicini i due servizi. Conviene collocare il combustibile in mucchio allato ad un binario di corsa, e se accanto vi è la gru idraulica per l'acqua, nel mentre si carica a braccia il combustibile con cesti della contenenza di 50 chilogr. si riempie d'acqua il tender; ed inoltre si spalma, si pulisce la macchina e il cenerajo, si ispeziona il meccanismo inferiore, e ciò in grazia di una fossa praticata entro al binario presso alla gru idraulica.

Gioverebbe che il deposito del carbone fosse coperto, perchè esposto alle intemperie ed al sole, subisce un notevole calo. Però non è prudenza ammucciarlo a strati troppo alti nei magazzini, sicchè occorrerebbero degli spazi coperti molto ampi. Per economia di fabbricato quindi si lasciano tali mucchi quasi sempre scoperti. Lo spazio disponibile è generalmente di m. 8 x 30.

Nelle stazioni dove giungono di frequente le locomotive per rifornirsi di carbone si ha ricorso ad una disposizione speciale. Il deposito viene rasentato da un binario per parte; sopra l'uno si fermano i veicoli che forniscono il carbone al deposito; dalla parte opposta si fermano le locomotive che lo ricevono. Talora il piano del deposito è elevato di 1 metro ad 1^m.30 sul piano delle rotaje, talora no; e in questo caso il caricamento esige più tempo; si fa appoggiando una comoda scala di legno contro al tender. Il carbone che si carica viene prima pesato.

Apparecchi per l'alimentazione dell'acqua. — Costano di un serbatoio o rifornitore della pompa per riempirlo e relativa motrice, e di una o più gru idrauliche da cui l'acqua viene immessa nel tender.

Le dimensioni del serbatoio dipendono dal consumo giornaliero. Siano:

m il numero dei litri d'acqua che consuma una macchina per chilom.;

n il numero delle macchine che si alimentano nelle 24 ore;

D la distanza della stazione dalle due di alimentazione che la comprendono.

Il consumo giornaliero sarà:

$$D \cdot m \cdot n.$$

È provato che il consumo d'acqua è:

Per le locomotive celeri di *m* = 90 litri

» miste » *m* = 120 »

» merci » *m* = 170 »

Una stazione d'alimentazione intermedia non è generalmente tale per tutte le locomotive che vi passano. Nelle piccole stazioni l'alimentazione si limita per le locomotive merci e miste. La distanza *D* varia fra i 15 e i 30 chilom. Ed il numero delle locomotive non può essere valutato che nei singoli casi. In Italia varia fra 8 e 35 circa. Si stabilisce d'ordinario che il serbatoio debba avere una capacità d'acqua uguale al consumo nelle 24 ore; quantunque ciò non sia necessario, perchè nel frattempo che si toglie acqua si può addurne nel serbatoio. Si tiene conto di un probabile guasto nella pompa.

I serbatoi che si possono porre nelle stazioni di terza classe hanno in generale una capacità di circa 20 m. c.; se di seconda 30 metri cubi; e se di prima anche di deposito per qualche locomotiva, sicchè occorre maggior quantità d'acqua dai 100 ai 150 metri cubi. Nelle stazioni di deposito il Goschler propone di stabilire la capacità uguale a $2 \cdot D \cdot m \cdot n$. Nelle grandi stazioni dove tutte

le macchine si alimentano e dove si ha una piccola officina di riparazioni, il consumo sale a 300 metri cubi ed anche più ogni 24 ore.

La capacità massima dei serbatoi non oltrepassa in generale gli 80 metri cubi. Occorrendo una capacità maggiore se ne fanno due, tre e più collocati o sopra uno stesso castello od anche separati. L'essercene almeno due permette agevolmente le possibili riparazioni occorrenti ad ognuno di essi.

Per l'addietro si solevano fare i serbatoi di forma parallelepipedica; ora si fanno ovunque di forma cilindrica con fondo a calotta sferica, perchè riescono più economici, non avendo bisogno di tiranti trasversali per impedire la deformazione delle pareti, nè d'armatura al fondo, oltretutto la superficie, ossia lo sviluppo totale di lamiera a pari capacità è minore.

Le pareti si fanno in lamiera di ferro, che giova galvanizzare od inverniciare ripetutamente. Le proporzioni più comuni sono le seguenti:

Diametro del serbatoio = 5 metri a 6 metri;

Altezza del serbatoio = 4 metri;

Freccia al fondo del serbatoio = 0^m.50 a 0^m.60.

Vi corrisponde una capacità di 75 ad 85 metri cubi. S'impiegano quattro ordini di lamiere per la parte cilindrica:

L'inferiore di 4 mill. di spessore;

Le due intermedie di 3 mill. di spessore;

La superiore di 2 mill. di spessore;

La lamiera del fondo di 4 mill. di spessore.

Occorrendo si può portare l'altezza a 5 metri aggiungendo un altro ordine di lamiera di 2 mill. di spessore. Le lamiere sono disposte in modo da essere affaticate di più nel senso della laminazione, cioè colle fibre perpendicolarmente alle generatrici della superficie cilindrica. Il loro peso medio è di 3000 chilogr.; a lire 0.70 il chilogr. importano circa 2100 lire.

Al lembo superiore per impedire ogni possibile deformazione si inchioda un orlo formato d'un ferro d'angolo. Si collega il fondo colla parete cilindrica mediante un ferro ad angolo ottuso interno di $\frac{70 \times 70}{8}$.

All'esterno e pure in basso si attacca un ferro ad angolo retto di $\frac{80 \times 80}{11}$ che serve di appoggio sul castello. Questo si fa talora in ghisa.

Il castello consta di un muro circolare o poligonale dello spessore di 0^m.50 a 0^m.60, più o meno decorato secondo che è in vista o no.

Il serbatoio si lascia scoperto in molte località; ma talora si riveste lateralmente di una camicia di tavole e si copre con un cappello pure di tavole ricoperte di lamiere di zinco. Ciò giova a preservare l'acqua dalla polvere in estate e dall'evaporazione, e d'inverno in parte dal gelo.

L'altezza dei serbatoi deve essere tale da garantire una pressione conveniente, perchè la velocità dell'acqua che esce dalle gru idrauliche sia così forte da rendere spedito il riempimento dei tender; operazione che deve durare non più di 5' a 6'. Il fondo è generalmente a m. 6 sul piano delle rotaje.

Salvo il caso speciale in cui si abbia una condotta forzata che porta direttamente l'acqua nel serbatoio, in generale si solleva l'acqua da un pozzo che si pratica sotto al serbatoio stesso. Il sollevamento si fa con una pompa che si calcola in base alla condizione di dover compiere il riempimento del serbatoio in 6 ad 8 ore. Sui particolari delle pompe è detto in altro articolo. Quando il serbatoio è di una capacità maggiore di 30 m. c. non

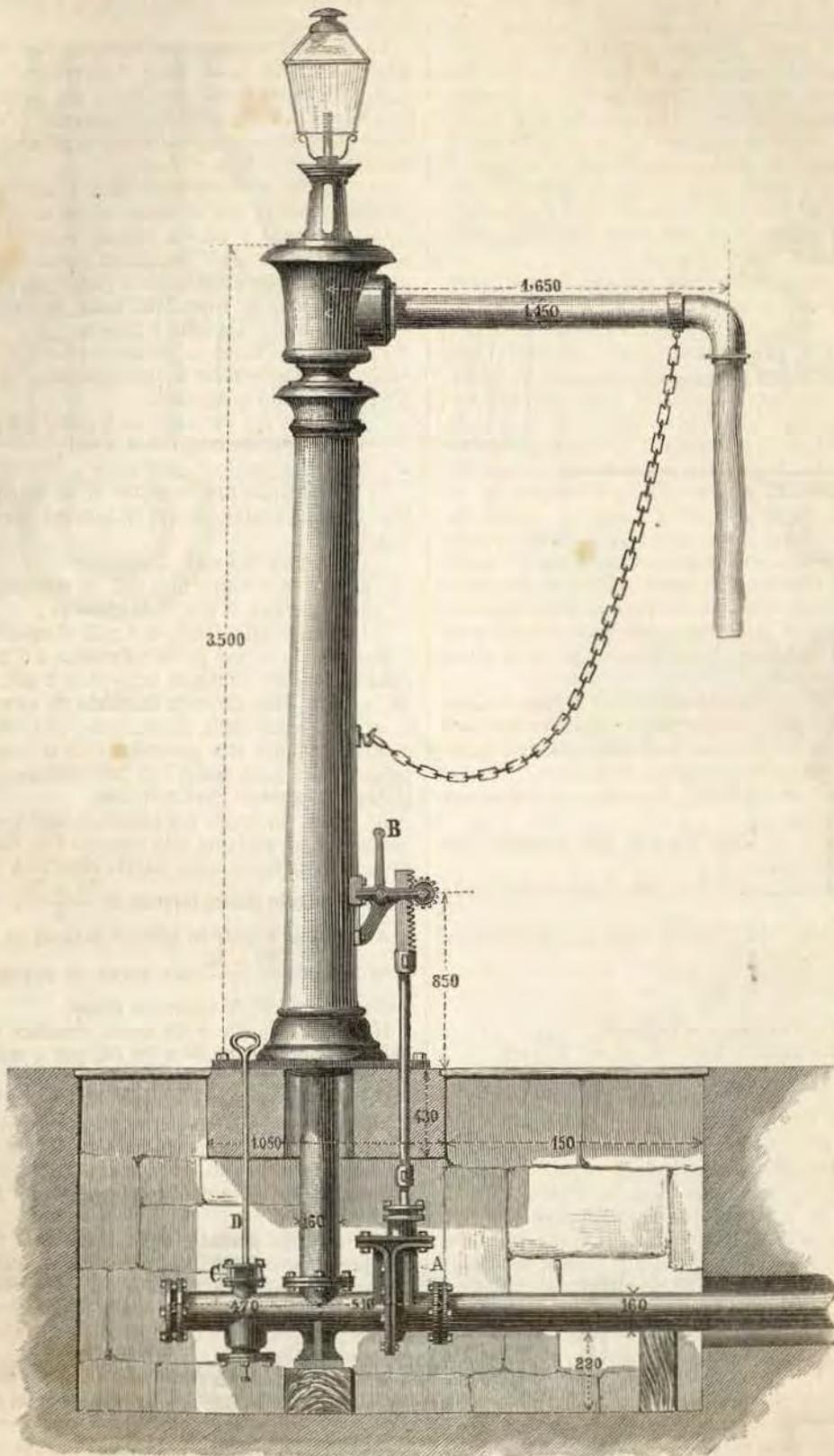


Fig. 701.

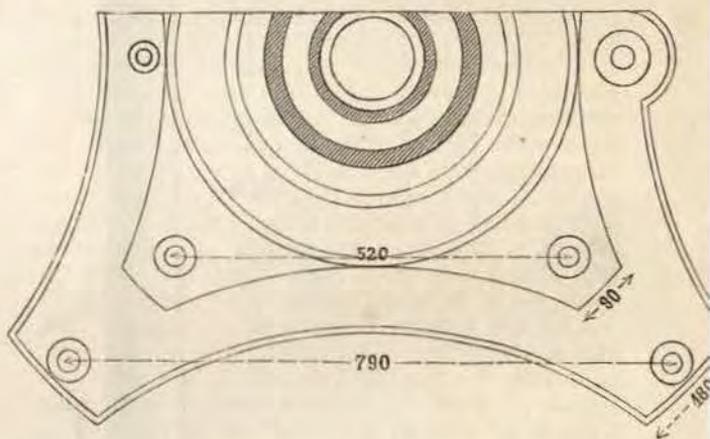
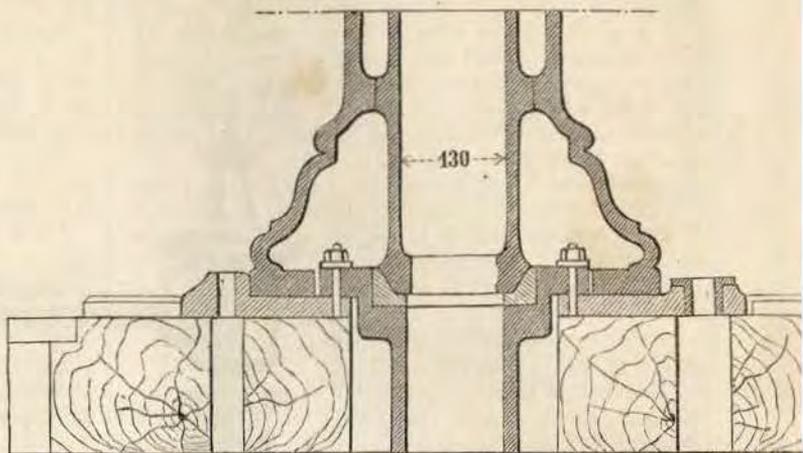
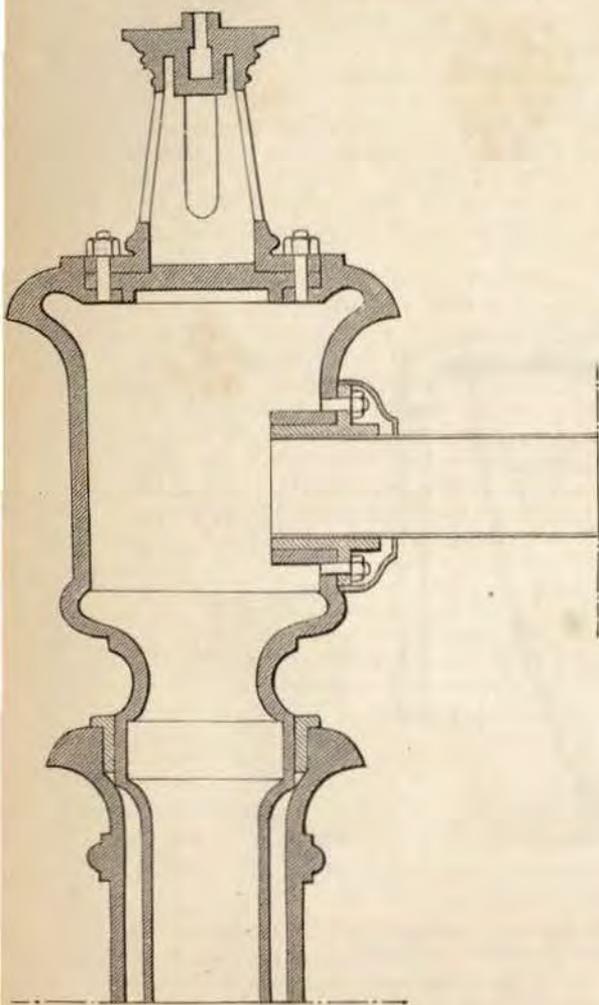


Fig. 702.

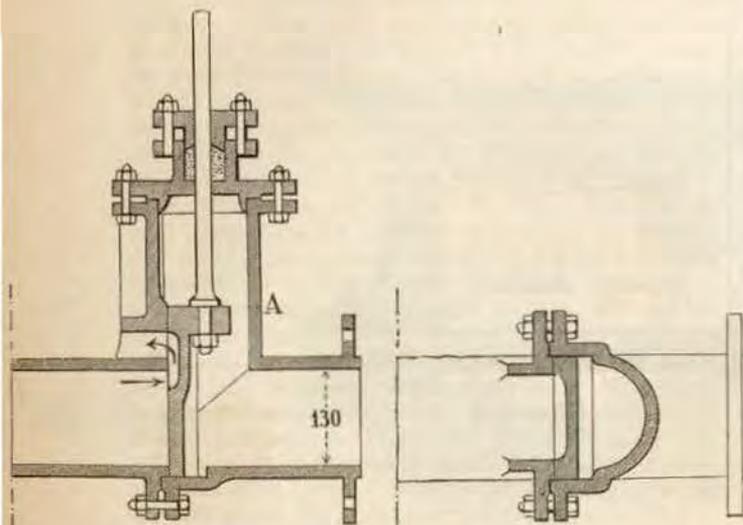


Fig. 703.

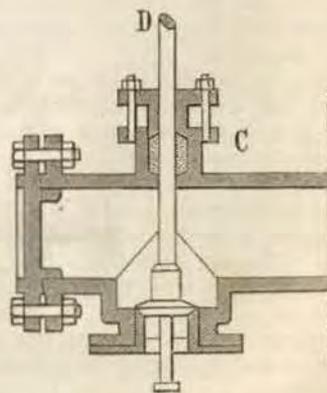


Fig. 704.

bastano quattro uomini che si diano il cambio con altri quattro; occorre un motore meccanico che è generalmente a vapore. L'averne una pompa potente è sempre bene, avuto riguardo anche ad un eventuale incendio; in generale le stazioni sono isolate e difettano d'acqua. Se nella stazione esiste una piccola officina di riparazione si applica la stessa macchina a vapore dell'officina anche alla pompa; ond'è che in simili casi il serbatoio è accosto all'officina. Col motore a vapore un serbatoio deve poter riempire in 3 ore al più.

Per condurre l'acqua dal serbatoio alle gru idrauliche si fa uso di tubi sotterranei in ghisa del diametro di 150 a 180 mill., secondochè le acque non lasciano oppure lasciano depositi; il loro spessore è di 15 mill.; la loro unione si fa a guaina con saldatura di piombo e non di mastiche; negli angoli si fa uso di pezzi di tubi arcuati. Per evitare ogni cedimento si collocano sopra uno strato battuto di sabbia alto 150 a 200 mill. Allorquando alla gru idraulica si arresta l'uscita dell'acqua, potendo avvenire un colpo d'ariete che spezzi i tubi, si applica in vicinanza alla gru medesima una cassa d'aria che impedisca ogni rottura. La figura 701 rappresenta una gru idraulica insieme coll'estremità della tubulatura; le figure 702, 703, 704 i dettagli relativi. Per dar acqua si apre la valvola racchiusa nella scatola A (figura 703) girando la manovella B (fig. 701). Quando si chiude la valvola medesima, potendo l'acqua raccolta nella colonna produrre un colpo d'ariete, vien permessa l'uscita dell'acqua attraverso alla luce che si apre durante l'abbassamento e che è indicata in figura 703 con due frecce. Onde smaltire prontamente tutta l'acqua raccolta nella colonna, si apre poscia una seconda valvola racchiusa nella scatola C elevando l'asta D (fig. 704). Così d'inverno non si dà tempo perchè l'acqua congeli.

A tal fine si fascia inoltre la colonna con treccia di paglia, e nelle regioni settentrionali si applica anche un fornello alla base della colonna. È bene che le gru possano compiere una rotazione intera, onde dar acqua a due tender posti su due binari che la comprendono.

Il braccio orizzontale in ottone nella fig. 701 può essere in ghisa, e allora conviene contrappesarlo con una sfera pure di ghisa posta dalla parte opposta. La rotazione del braccio è resa possibile nel modo indicato nella figura 702, ma sono applicate anche altre disposizioni. In ogni caso occorre evitare i restringimenti di sezione.

La portata delle gru idrauliche deve essere di 2 m. c. d'acqua almeno al minuto primo. Le gru sono collocate ordinariamente alle estremità dei marciapiedi, cioè in pari al tender quando un treno è fermo nella stazione; ne conviene una per ogni estremità. Il serbatoio conviene fra esse due gru, e possibilmente ad ugual distanza dall'una e dall'altra.

Quando il serbatoio è dalla parte dell'edificio viaggiatori, si deve evitare di collocare la tubulatura sotto o attigua al marciapiede, perchè le riparazioni riescono più costose, incomode e pericolose.

Nelle regioni dove l'inverno è rigido, bisogna evitare di lasciare scoperte delle parti di tubulatura dove l'acqua può congelare e produrre la rottura dei tubi. Sotto al serbatoio vi ha una stufa che serve ad impedire che l'acqua si agghiacci. Per riconoscere dal basso il livello dell'acqua nei serbatoi, vi ha un galleggiante sospeso ad una catena che, rinvitata con una piccola carrucola al di fuori, tiene un contrappeso; questo spostandosi accusa contro una scala graduata il livello medesimo.

Una scala a gradini infissi di ferro serve per ascendere sul castello, ed ispezionare o riparare il serbatoio. Si evita negli impianti definitivi di prendere diretta-

mente l'acqua da esso con un braccio che possa sporgere sul binario, per il che si esige anche il collocamento di esso troppo vicino al binario, onde resta interrotto il libero passaggio.

Se una colonna idraulica è troppo lontana dal serbatoio la portata può essere insufficiente. In tal caso, come anche quando si voglia una portata maggiore dell'ordinaria, si erige sulla colonna un piccolo serbatoio superiore della capacità di 5 a 6 mc.

Questi piccoli serbatoi cilindrici servono anche per supplire alla deficiente capacità del serbatoio o dei serbatoi principali.

Fosse di spurgo. — Per raggiungere la voluta celerità nel rifornire di carbone ed acqua le locomotive, ed inoltre ungerle il meccanismo, ripulire il focolajo ed il cenerajo, conviene che queste varie operazioni siano eseguite contemporaneamente. Nelle stazioni di passaggio, dove l'alimentazione d'acqua si fa direttamente sul binario di corsa, si pratica in quest'ultimo una fossa di spurgo, per poter accedere comodamente alle parti inferiori della macchina, ungerle, ispezionarle, e ciò mentre si attinge acqua. Una fossa di spurgo incomincia a circa 4^m dalla colonna idraulica ed è lunga circa 10^m.

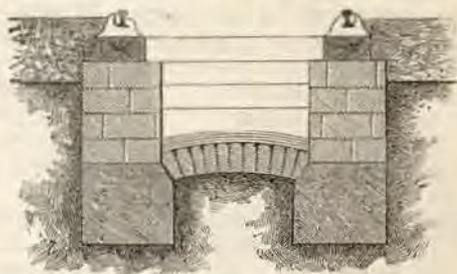


Fig. 705.

Una gradinata serve per accedervi; la sua profondità è di circa 0^m.80; il fondo presenta una pendenza complessiva di 0^m.10 pel facile scolo delle acque. Inoltre non è piano generalmente, ma concavo, o preferibilmente convesso. Le rotaje sono sostenute da lungherine assicurate con viti passanti ai due muri laterali della fossa. Nella figura 114 è rappresentata una sezione trasversale di una fossa a fondo convesso.

Nelle stazioni dove esiste un deposito di locomotive, queste vengono rifornite sopra un apposito binario di stazionamento, e per potersi valere della medesima colonna idraulica, comunque siano voltate le locomotive, si praticano due fosse; dirimpetto alla colonna, dalla parte opposta del binario vi ha il deposito di combustibile.

Depositi del materiale mobile. — I depositi del materiale mobile sono necessari sia per poterlo ricoverare e pulire, sia per averlo pronto ed a poca distanza dalle stazioni dove sorge il bisogno di adoperarlo.

Attualmente vi ha la tendenza a diminuire il numero dei depositi per varie ragioni: 1° Perchè, concentrato il materiale mobile in poche località, è meglio mantenuto e con maggior economia; 2° Perchè, perfezionandosi sempre più la costruzione delle macchine e dei veicoli, si possono percorrere dei tratti più lunghi di strada con sicurezza; 3° Perchè, verificandosi il bisogno del materiale per feste, fiere, ecc. in date stazioni intermedie, resta in generale preveduto il bisogno; e d'altronde in poche ore si può far arrivare dalla più vicina stazione di deposito quel numero di veicoli che si vuole se il bisogno sorge quasi improvviso. La distanza media delle stazioni di deposito si conviene di 100 chilom. In ogni

caso, sono di deposito le stazioni centrali, quelle d'estremità, quelle di biforcazione, quelle a pie' delle rampe, dove occorre un rinforzo o cambiamento di locomotive con altre più potenti, come ai Giovi ed alla Porretta. In generale sono di deposito anche le stazioni di prima classe.

Capannone dei veicoli. — Per ispeditezza del servizio conviene porlo accanto all'edificio viaggiatori ed a quello merci; è nelle migliori condizioni se collocato frammezzo ad essi; si conviene dirimpetto ad essi se è collocato dalla parte opposta dei binarii, nel qual caso, a rendere più sollecito l'attraversamento dei binarii, giovano le piattaforme girevoli.

Quanto alle proporzioni, tutto dipende dalle condizioni della località. Si fanno ad uno, due, tre e più binarii. La costruzione ne è semplice e di aspetto modesto; quasi sempre a pianta rettangolare. I binarii distano di 1m.50 dal muro, perchè si possano aprire liberamente gli sportelli che sporgono 1m.35 dalla rotaja più vicina. La lunghezza dell'edificio deve essere uguale al numero di vetture che possono stare sopra un binario, più un metro alle estremità per la libera circolazione degli operai. Si adotta per le linee italiane 7m.50 quale lunghezza media di un veicolo viaggiatori, e si fa poco conto dei carri merci, che sono sempre del resto in minore numero e di minor importanza pel ricovero. Le dimensioni dei capannoni sono adunque:

Larghezza per 1 binario	4m.445
Id. id. 2 binarii	8m.390
Id. id. n id.	$n.p + (n-1)9 + 3m$,

dove p rappresenta la larghezza dei binarii, e q la distanza fra di essi.

Lunghezza per una vettura	9m.50
Id. id. due vetture	17m.00
Id. id. n id.	$n.v + 2m$,

dove v rappresenta la lunghezza di una vettura.

L'altezza dei muri si tiene almeno di 4m.80 misurata alla gronda. Le porte si tengono delle stesse proporzioni come nei capannoni merci; e le stesse si conservano anche per le rimesse locomotive. I binarii sono generalmente disposti paralleli a quelli di corsa ed i veicoli vengono spinti su questi col mezzo di piattaforme girevoli. Raramente si applicano i carri scorrevoli.

D'ordinario si hanno soltanto tre binarii corrispondenti alle tre classi di vetture.

Rimesse locomotive. — Pei piccoli depositi si fanno a pianta rettangolare con accesso diretto mediante scambii. La distanza dei binarii è di 3m almeno; quella fra i binarii estremi ed i muri di 2m, oppure di 3m se contro questi sono applicati i banchi d'aggiustatura. La lunghezza delle rimesse deve essere uguale a quella di un numero intero di locomotive più un metro d'intervallo fra ognuna di esse ed un pajo di metri alle estremità. La lunghezza media delle locomotive è di 8m, e quella dei tender di 6m; onde si tiene per spazio disponibile di ogni locomotiva in lunghezza 15m; così la lunghezza interna della rimessa per una, due, tre, locomotive è di 19m.00, 34m.00, 49m.00, ecc.

La larghezza corrispondente per uno, due, tre binarii è di 7m.445, 11m.890, 16m.335. L'altezza delle capriate in corrispondenza ai camini delle locomotive deve essere almeno di 5m.80.

Dei lucernai permettono l'uscita del fumo.

Convengono in generale le capriate coi puntoni in legno ed il resto in ferro. La copertura non deve essere metallica e particolarmente di zinco, essendo intaccata rapidamente dai prodotti solforosi della combustione dei carboni fossili.

Frammezzo alle rotaje di ogni binario è praticata una fossa di spurgo e di visita lunga quanto il binario meno 1m.50 alle estremità per la libera circolazione. Fra un binario ed un altro si hanno dei robinetti di presa d'acqua per la lavatura ed il riempimento delle locomotive. Si suole levare il fuoco alle locomotive prima di entrare in rimessa, e conviene perciò disporre all'esterno di questa a circa 10m una piccola fossa apposta.

Pei piccoli depositi si voltano soltanto le locomotive, e perciò si adottano le piattaforme di 5m.50 di diametro soltanto; il suo centro dista dalla fronte della rimessa di almeno 20m. Se la rimessa deve contenere almeno due locomotive per binario, conviene darvi accesso dalle due parti opposte. Conviene che essa sia distante dal capannone merci per evitare il pericolo di un incendio che possono produrre le faville uscenti dal tetto della rimessa.

È bene sia anche ad una certa distanza dall'edificio viaggiatori in causa del fumo. Infine è prudenza, in vista di un probabile aumento del numero dei binarii, di tenere alquanto discosta la rimessa dai binarii di corsa.

Esempio di stazione di prima classe. — Nella fig. 706 è rappresentata la pianta di una stazione di prima classe sulla linea Bologna-Ancona costrutta dall'*Oppermann* nel 1860. Essa è propriamente la pianta della stazione di Rimini. In essa si rilevano:

- A edificio viaggiatori;
- B cesso;
- C tettoja dirimpetto all'edificio A;
- D rimessa veicoli, con spazio per allargamento;
- E piano caricatore e capannone merci;
- F gru per le merci molto pesanti;
- G piattaforma girevole per le locomotive con relativo tender;
- H deposito combustibile e piano di caricamento;
- K rimessa locomotive, la quale potrebbe essere collocata anche in K', nel qual caso potrebbe spostarsi anche il magazzino del carbone;
- L serbatoio d'acqua a due tini.

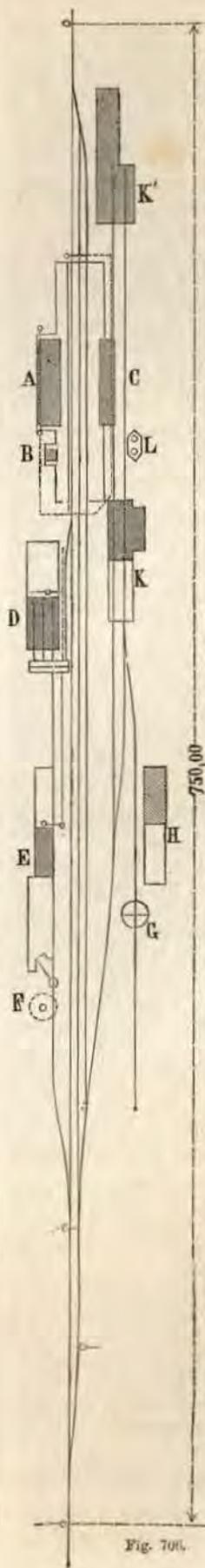


Fig. 706.

Particolari relativi al servizio viaggiatori. — In tutti i tipi di stazione costruiti dall'Oppermann si riscontra una tettoja posta dirimpetto all'edificio viaggiatori. Il loro scopo è quello di servire di ricovero ai viaggiatori che discendono o devono montare sopra un treno che è separato dall'edificio principale da un altro treno.

Non è convenevole il far girare i viaggiatori attorno al primo treno per recarsi al secondo, per non far loro percorrere un cammino troppo lungo e perchè anche è prudenza non lasciar attraversare i binarii, potendo muoversi qualche treno. Gli è così che si preparano sotto alla tettoja i viaggiatori prima dell'arrivo del primo treno. Giova però notare che l'esperienza non ha mostrato molto utile una tale tettoja, perciò che i viaggiatori preferiscono trattenersi nelle sale d'aspetto, dove meglio sono riparati dalla pioggia e più che tutto dal freddo d'inverno.

Meglio è coprire tutti i binarii e marciapiedi in pari all'edificio, e tenere il secondo binario discosto dal primo in modo che vi stia di mezzo un marciapiede.

Nelle stazioni dove la spesa per una tettoja generale sarebbe troppo forte per l'esiguità del movimento, sono almeno da raccomandarsi le tettoje sospese all'edificio merci; e non solo dalla parte dei binarii, per coprire il marciapiede; ma anche verso il piazzale, onde mettere al riparo dalle intemperie le vetture ordinarie.

Particolari sugli edifici viaggiatori. — L'aspetto esterno degli edifici viaggiatori è caratterizzato da un grande orologio nel mezzo del fabbricato, l'emblema della puntualità e della precisione; e dalle grandi finestre e porte generalmente arcuate a tutta monta. Il fabbricato è quasi sempre simmetrico. La strada d'accesso alla stazione mette capo preferibilmente di fronte ad esso, sia perchè ai viaggiatori si deve procurare la strada più corta, sia perchè è l'edificio più bello ed a preferenza degli altri conviene sia in vista anche a distanza.

La distribuzione interna dei locali si fa dipendere dalla composizione dei treni. Presso quasi tutte le nazioni europee si distinguono i treni in: internazionali o direttissimi, diretti, omnibus, misti, merci, straordinarii, militari. Per norma generale la locomotiva deve sempre essere anteriore; in coda il macchinista non potrebbe scorgere i pericoli ed i segnali. Neppure è permesso che resti anteriore il tender. Segue poscia il carro della posta, indi uno o al più due carri delle merci a grande velocità, poi le vetture di prima, indi quelle di seconda classe per treni diretti; e poscia ancora quelle di terza classe per treni omnibus. Così le vetture di prima classe subiscono minori scosse e sono meno esposte delle altre in caso di un urto. Nei treni misti i carri sono alla coda, in mezzo le vetture. Però questa regola subisce poi delle eccezioni; gli organi d'attacco sono più robusti nei carri, e se ve ne ha molti e molto carichi val meglio applicarli davanti, e in coda i meno carichi. Possono occorrere nelle successive stazioni delle manovre per i carri, e vengono fatte dalla locomotiva; se ci si trovano di mezzo delle vetture, i viaggiatori soggiacciono ad un andarivieni molesto poi anche per gli urti che li accompagnano. Per i treni merci non vi ha altra norma generale all'infuori di quella d'ordinare i carri in modo che si abbiano da staccare ordinatamente alle successive stazioni dove devono fermarsi, onde evitare dei perditempi nella scomposizione e ricomposizione del treno.

Ciò posto, ecco le norme che reggono la distribuzione dei locali negli edifici viaggiatori:

Per la partenza: 1° Separazione del servizio viaggiatori da quello delle merci; onde, sale d'aspetto, caffè, cessi,

telegrafo da una parte (verso la coda dei treni); ed i locali per bagagli e pel servizio interno dalla parte opposta cioè verso la testa del treno. 2° Rendere corto il tragitto fra l'entrata nel vestibolo e l'ascesa sul treno sia per i viaggiatori, sia per le merci. Perciò contigue la distribuzione dei biglietti e sale d'aspetto da una parte; consegna dei bagagli e rilascio delle ricevute dall'altra. 3° La sala d'aspetto di terza classe in coda, poi quella di seconda, e come più vicina quella di prima se è separata dalla seconda: cioè secondo l'ordine con cui i viaggiatori debbono salire sul treno.

Per l'arrivo: 1° Porta d'uscita separata da quella d'entrata, sia per i viaggiatori, sia per le merci. 2° Sala dei bagagli in arrivo accanto al passaggio d'uscita dei viaggiatori; e per le grandi stazioni uscita separata dei viaggiatori con bagagli da quelli senza. 3° Ufficio del dazio consumo accanto all'uscita con ritiro apposto per l'esame dei bagagli. 4° Ufficio del capo stazione al centro, perchè sia facile la sorveglianza, e attigua la scala che mette nel suo alloggio.

Il locale degli attrezzi per la pulitura, spalmatura, lampisteria devono essere dalla parte opposta a quella delle sale d'aspetto, cioè dirimpetto alla macchina del treno.

Giova che tutti i tipi di stazione delle diverse classi vi presentino una distribuzione analoga dei locali; sicchè i viaggiatori più agevolmente riescono a trovare il personale o i locali dei vari servizi.

Proporzioni degli edifici per viaggiatori. — Taluni hanno proposto delle formole con cui stabilire le proporzioni di questi edifici in base al numero degli abitanti della località servita dalla stazione; ma val meglio stabilirle in base ad una conoscenza particolareggiata del movimento presumibile. Diamo qui l'esempio delle stazioni delle varie classi sulla linea Bologna-Ancona.

Stazione di prima classe — Rimini.

Popolazione	abitanti	33,886
È capoluogo di mandamento con	»	37,240
È capoluogo di circondario con	»	81,408

La stazione contiene due lunghi binarii di ricovero per i treni; cinque secondarii, di cui uno pel piano caricatore, un altro per la rimessa veicoli, due per la rimessa locomotive ed un quinto pel deposito del carbone con terminale alla piattaforma girevole.

Area occupata complessivamente	40,000 m. q.
Area dell'edificio viaggiatori . .	450 m. q.
Dimensioni della pianta dell'edificio	50 ^m × 9 ^m .

Stazione di seconda classe — Pesaro.

Popolazione	abitanti	19,691
È capoluogo di mandamento con	»	40,000
È capoluogo di circondario con	»	102,000

La stazione contiene due lunghi binarii di ricovero per i treni e due corti pel servizio, dei quali uno serve per la tettoja merci, l'altro pel piano caricatore scoperto.

Area occupata complessivamente	25,000 m. q.
Area dell'edificio viaggiatori . .	320 m. q.
Dimensioni della pianta dell'edificio	40 ^m × 8 ^m .

Stazione di terza classe — Forlì.

Popolazione	abitanti	38,480
È capoluogo di mandamento da sè		
È capoluogo di circondario con	»	69,750
È capoluogo di provincia con	»	234,000

Comprende nella sua provincia Savignano e Rimini. Contiene un lungo binario di ricovero per i treni e due corti; l'uno per capannone merci, l'altro per piano caricatore scoperto.

Area occupata complessivamente 17,000 m. q.
Area occupata dall'edificio viaggiatori 240 m. q.
Dimensioni della pianta dell'edificio 30^m × 8^m.

Stazione di quarta classe — Savignano.

Popolazione abitanti 4500
È capoluogo di mandamento con » 15,233

La stazione contiene un solo lungo binario per ricovero di un treno.

Area occupata complessivamente 10,000 m. q.
Area occupata dall'edificio viaggiatori 140 m. q.
Dimensioni della pianta dell'edificio 20^m × 7^m.

Non si deve indurre da questi esempi che non debba esistere alcuna relazione fra la popolazione e la classe della stazione relativa. Piuttosto, senza riconoscere delle adeguate proporzioni in tali stazioni, si trova per esse una giustificazione nelle esigenze del servizio interno, che influiscono sulle proporzioni delle stazioni. Così scorrendo la linea Bologna-Ancona, si trova a Castel-Bolognese una stazione di deposito, perchè quivi si stacca la diramazione per Ravenna. Ora Forlì che meriterebbe una stazione di deposito, cioè di prima classe avuto riguardo alla sua popolazione, non l'ha perchè troppo vicina a Castel-Bolognese; mentre Rimini si trova a conveniente distanza da Castel-Bolognese e da Ancona per crearvi un deposito. Pesaro poi è troppo vicina a Rimini. Anche a Falconara vi ha deposito come stazione di diramazione.

Diamo ora le piante degli edifici viaggiatori nelle stazioni sunnominate:

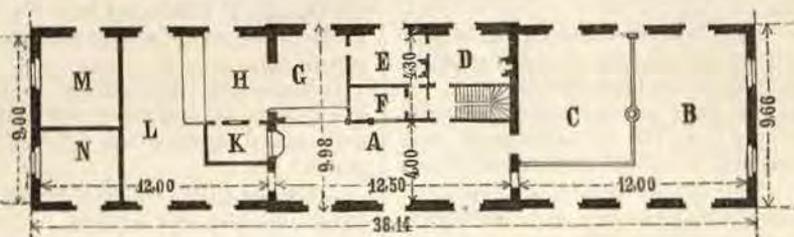


Fig. 709.

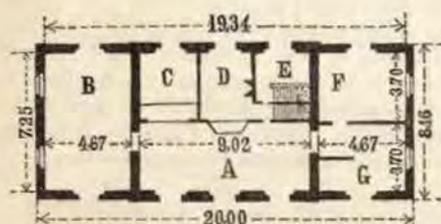


Fig. 707.

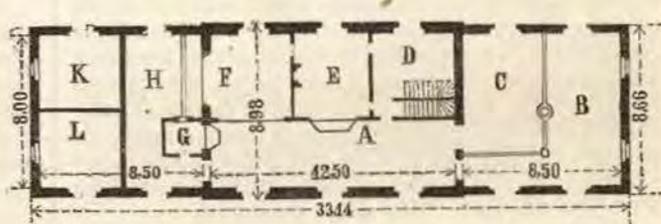


Fig. 708.

Edificio della stazione di Savignano.

La figura 707 ne rappresenta la pianta; in essa si rilevano:

- A vestibolo per ricovero dei viaggiatori che arrivano alla stazione; è della maggior possibile ampiezza.
- B sala d'aspetto unica per le tre classi.
- C consegna e pesatura dei bagagli.
- D distribuzione dei biglietti ed ufficio del capo stazione.
- E lampisteria e passaggio; vi è la scala di accesso al primo piano che serve d'alloggio al capo stazione.
- F posta e telegrafo, dove si suppone che resti un impiegato apposito.
- G piccolo caffè, o vano di deposito d'attrezzi.

Edificio viaggiatori di terza classe alla stazione di Forlì.

La figura 708 ne rappresenta la pianta; in essa si rilevano:

- A vestibolo.
- B sala d'aspetto di terza classe.
- C sala d'aspetto di seconda e prima classe separata dalla precedente con un tavolato, interrotto da una stufa che riscalda i due ambienti insieme.
- D telegrafo.
- E ufficio del capo stazione e biglietti.
- F deposito dei bagagli che si ritirano dalla parte del

vestibolo per portarli al treno, e si ricevono dal treno per essere consegnati ai viaggiatori dalla parte

- H uscita dei viaggiatori in arrivo.
- K commissario.
- L lampisteria.
- G ricevute della consegna dei bagagli e pagamento.

Edificio viaggiatori di seconda classe nella stazione di Pesaro.

La figura 709 ne rappresenta la pianta; in essa si rilevano:

- A vestibolo.
- B sala d'aspetto di terza classe.
- C sala d'aspetto di prima e seconda classe.
- D telegrafo.
- E ufficio del capo stazione separato da vano.
- F dove si distribuiscono i biglietti.
- G bagagli in partenza separati da
- H bagagli in arrivo.
- K ricevute di consegna dei bagagli.
- L uscita dei viaggiatori in arrivo.
- M commissario.
- N lampisteria.

Edificio viaggiatori di prima classe nella stazione di Rimini.

La figura 710 ne rappresenta la pianta, in cui si distinguono:

- A vestibolo.
- B caffè e ristorante.

- C cucina annessa.
- D sala d'aspetto di terza classe.
- E sala d'aspetto di prima e seconda classe, le quali possono anche essere separate.
- F telegrafo.
- G ufficio del capo stazione.
- H biglietti.
- K bagagli in partenza.

- L bagagli in arrivo.
- M ricevute di consegna dei bagagli.
- N uscita.
- O vano per usi diversi.
- P commissario.
- Q lampisteria.
- R ritiro degli operai di stazione.

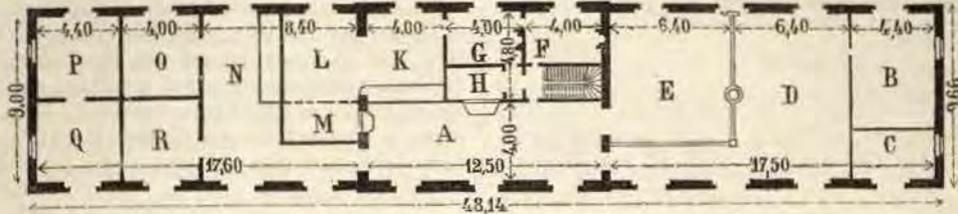


Fig. 710.

Stazioni di biforcazione. — Se il servizio locale è assai ristretto, si può collocare l'edificio viaggiatori all'estremità del tratto unico, senza portare alterazione alla disposizione di una stazione di linea (fig. 711).

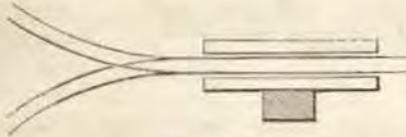


Fig. 711.

Se è notevole il movimento dei viaggiatori per entrambe le linee della biforcazione e se quattro treni vengono a trovarsi contemporaneamente nella stazione, conviene che l'edificio viaggiatori sia collocato nell'angolo della biforcazione (fig. 712).

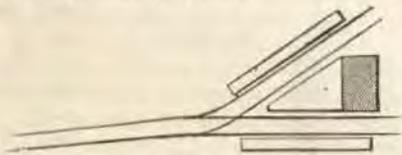


Fig. 712.

Se le due linee della biforcazione sono l'una il proseguimento del tronco unico, e l'altra una linea secondaria che si arresta alla stazione, giova terminare questa dalla parte dell'edificio viaggiatori come nella figura 713, in

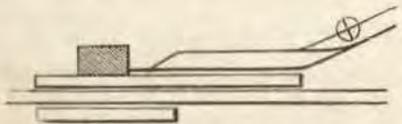


Fig. 713.

cui la linea principale è supposta a doppio binario, e la secondaria ad un binario solo. Per mezzo di un binario di servizio la locomotiva viene condotta ad una piattaforma girevole, onde essere voltata. Si può aggiungere un binario d'allacciamento delle due linee, il quale serve a far passare i veicoli dei treni interni dall'una linea all'altra.

Se è necessario scomporre e ricomporre dei treni e si verificano più coincidenze di treni, giova collocare la stazione sopra un tratto comune, dove si abbiano tanti binari in pari quanti possono essere i treni che si fer-

mano contemporaneamente. Così per il caso di cinque linee (fig. 714) a doppio binario, si hanno cinque binari di fermata dirimpetto all'edificio viaggiatori; e potrebbero essere anche in numero maggiore e al massimo tanti quanti sono i binari di linea. È necessario in queste stazioni di tener conto delle linee di maggiore importanza, che avranno il binario più vicino all'edificio. Per scomporre e ricomporre i treni occorrono due batterie di piattaforme poste alle estremità dei marciapiedi. La rimessa dei veicoli, come è indicata in figura, si trova direttamente in comunicazione con una batteria.

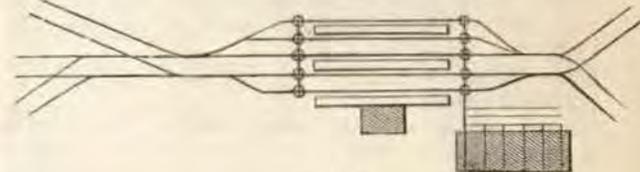


Fig. 714.

Stazioni di testa o di regresso. — Queste stazioni, le quali vengono spinte talora con gravi spese nell'interno delle città, sono limitate al solo servizio dei viaggiatori; quello delle merci si compie in una stazione separata, la quale, senza essere discosta dalla città, sia in comunicazione facile colle vie, e non abbia da richiedere una forte spesa d'espropriazione. Per impedire ogni confusione bisogna separare completamente l'arrivo dalla partenza.

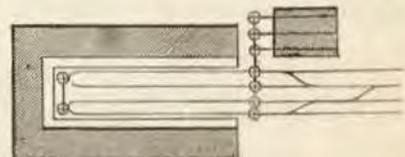


Fig. 715.

Nella fig. 715 è rappresentata la disposizione così detta ad U. Da una parte vi ha quanto riguarda il servizio in partenza; vestibolo, sale d'aspetto, vendita di biglietti, consegna dei bagagli, ecc. Dalla parte opposta, cioè dell'arrivo, si hanno: la posta, le sale di distribuzione dei bagagli, un ampio passaggio per l'uscita dei viaggiatori, l'ufficio di dazio e consumo, uffici di polizia, ecc. nell'ordine indicato dalla composizione del treno. I binari di stazione sono coperti generalmente con una tettoia unica. Appena fuori dall'edificio si deve collocare la rimessa dei veicoli, come indica la figura, applicando

sui binari una batteria di piattaforme. Dirimpetto alla rimessa veicoli si può collocare quella delle locomotive; ma più generalmente si annette questa all'officina di riparazione alquanto discosta.

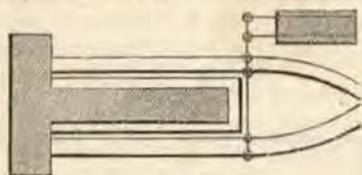


Fig. 716.

Nella fig. 716 è indicata la disposizione così detta a T, colla quale si separa parimenti il servizio d'arrivo da quello di partenza. Qui sono più facili gli ampliamenti che non nella disposizione precedente, la quale però è la più conveniente sotto tutti gli altri rapporti.

Per quanto riescano comode tali stazioni nell'interno delle città, esse non sono raccomandabili pel servizio in generale; il regresso per sé è un inconveniente perchè rappresenta un allungamento di tragitto fra le due stazioni che comprendono quella di regresso. Ciò importa maggiore spesa e perdita di tempo che non nel caso di una stazione di linea.

Grandi stazioni merci.

Il servizio merci viene considerato nelle grandi stazioni come più importante di quello dei viaggiatori. Esso dà luogo ad un movimento più grande ed a maggiori responsabilità. Un solo capannone non basta. La celerità delle manovre è essenziale, e si compie specialmente con una locomotiva. Per questo si richiede un collocamento opportuno dei vari capannoni. Le disposizioni adottate sono principalmente due: quella dei capannoni paralleli e dei capannoni perpendicolari alla direzione della linea principale. Nella fig. 717 è rappresentata la prima. Vi ha un primo fascio di binari paralleli al principale che permettono di ricoverarvi tre o quattro treni. I capannoni sono della lunghezza di 80 a 90 metri. Il primo è accostato dal quinto binario, il secondo dal sesto binario, ecc., cioè sono disposti scaglionati. Tra due capannoni vi ha una batteria di piattaforme. La corte si va restringendo dal primo all'ultimo capannone, e in proporzione va anche scemando il numero dei veicoli che vi accedono, mentre cresce quello dei carri ferroviari. Questa disposizione è la più

conveniente in vista specialmente del vantaggio di poter fare tutte le manovre a macchina.

Nella fig. 718 i capannoni sono disposti perpendicolarmente al binario principale. Si richiede qui un maggior numero di piattaforme girevoli. Il servizio a macchina si riduce a poco, occorre compierlo o a braccia, o più comunemente coi cavalli.

Grandi depositi di locomotive. — Essi debbono servire per le macchine che appartengono al deposito stesso e che vi rientrano periodicamente dopo determinate ore di lavoro per essere ripulite, e occorrendo anche riparate, poi di nuovo accese per riprendere il servizio. Debbono anche servire per le macchine che fanno parte del materiale di un'altra stazione della linea, e si soffermano al deposito, sia per dimorarvi qualche ora in attesa della partenza del treno, che devono tirare, sia anche soltanto per essere alimentate d'acqua o di combustibile.

Le rimesse, che devono accogliere tutte tali locomotive, è necessario che soddisfino alle seguenti condizioni: che l'entrata e l'uscita per ogni macchina sia facile e non esiga lo spostamento d'altre; che il fumo venga emesso per camini sovrimeccombenti a quelli delle locomotive in posto, onde non ingombrare eccessivamente di fumo la rimessa; che non vi abbia difetto di luce necessaria per la pulitura e le riparazioni; che d'inverno si possa chiudere e riscaldare tanto da impedire l'agghiacciamento dell'acqua.

Le forme adottate per le rimesse sono: la circolare, la semi-circolare, o a

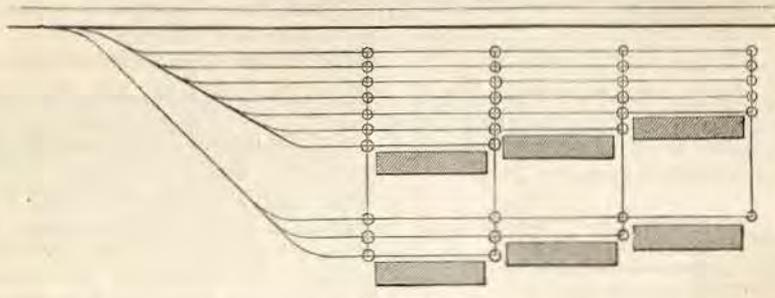


Fig. 717.

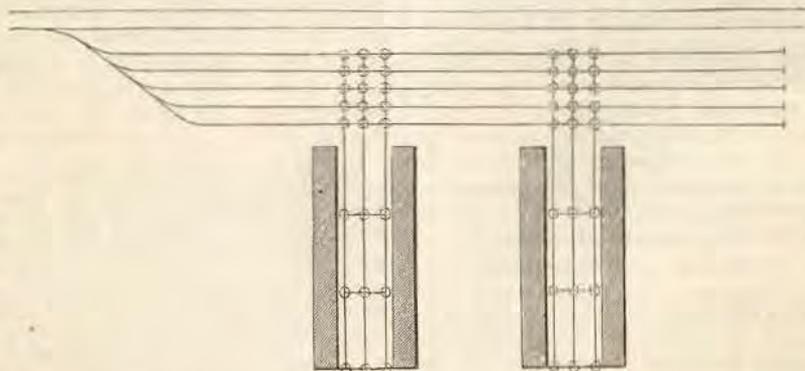


Fig. 718.

ferro di cavallo, e la rettangolare. Le prime sono convenienti perchè, in grazia di una grande piattaforma girevole che sta al centro, si rendono spedite le manovre e le voltate delle macchine. La forma circolare toglie la possibilità di un ulteriore ampliamento, ciò che è permesso se la forma è a ferro di cavallo come nella fig. 719, nella quale si rilevano due rimesse rettangolari, aggiunte appunto per aumento successivo delle locomotive che arrivano al deposito. In essa A, A sono due piani caricatori del combustibile. B, B sono due gru idrauliche per alimentare d'acqua le locomotive. Un appunto grave che si fa alle rimesse circolari, o a ferro di cavallo, sta nei guasti, che possono avvenire nella piattaforma girevole, onde per un tempo più o meno lungo rimangono imprigionate tutte le locomotive.

Nelle rimesse rettangolari la piattaforma è scorrevole, tutti i binari si allacciano tra di loro per essere in

comunicazione con una piattaforma girevole (fig. 720), dove si voltano le locomotive e si possono anche rifornire di combustibile e d'acqua, come indica la stessa figura. La piattaforma scorrevole prende uno dei posti interni della rimessa, che in figura sono sette sopra uno stesso binario.

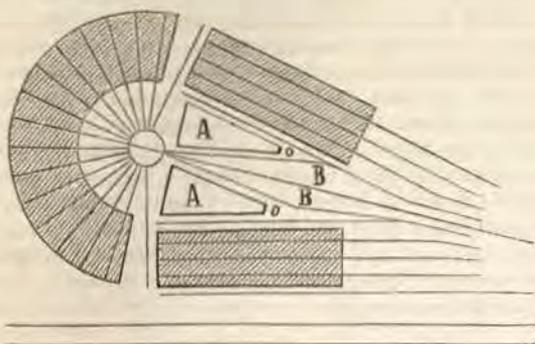


Fig. 719.

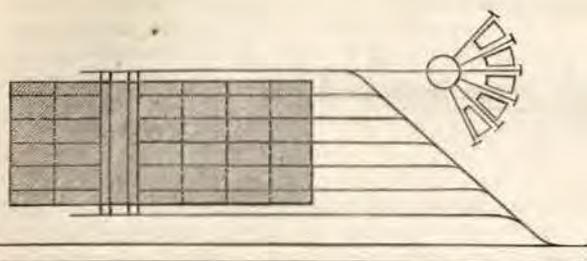


Fig. 720.

Le stazioni in America. — Astrazione fatta delle stazioni di recente costruite nelle grandi città degli Stati dell'Est, le stazioni americane hanno per carattere saliente una grande semplicità; si possono paragonare alle stazioni provvisorie del continente europeo. Mancano le piattaforme girevoli. I passeggeri possono circolare liberamente nell'interno di esse stazioni.

La ragione di ciò deve rinvenire nelle condizioni in cui furono costruite quelle linee. Esse dovevano attraversare delle regioni inhospitali, dove non era possibile prevedere l'importanza che le stazioni avrebbero potuto prendere, e d'altro canto le Compagnie disponevano di mezzi limitati. Crescendo le risorse delle Compagnie, si è preferito di porgere maggiori comodità in viaggio con un materiale mobile molto perfezionato ai passeggeri, anziché nelle stazioni, ed in ciò si è incontrato il favore del pubblico.

In America i viaggiatori arrivano generalmente alla stazione già muniti del biglietto preso all'albergo e preceduti dai loro bagagli, di cui non hanno quasi da preoccuparsi affatto, in grazia della grande semplicità di registrazione e consegna. Essi adunque non fanno che attraversare la stazione per montare sul treno, dove possono muoversi liberamente passando da una vettura ad un'altra. Nelle stazioni adunque è ridotto alla maggiore semplicità quanto si riferisce ai viaggiatori, mentre vi si trova quanto concerne l'esercizio. V'hanno però delle stazioni dove le Compagnie procurano l'alimento e anche l'alloggio ai viaggiatori; ciò specialmente sulle linee dell'*Unione* e del *Central Pacific* che attraversano dei paesi deserti. Dapprima le Compagnie tenevano pronte delle vetture con cucina e sala da mangiare, che attaccavano al treno giunti in tali stazioni;

ma il pubblico ha trovato migliore il primo modo, a cui si vanno adattando le Compagnie stesse.

Pel servizio merci si ha generalmente un capannone modesto di legno suscettibile d'ampliamento, e talora d'essere trasportato. Manca l'occorrenza perchè abbiano da servire per deposito temporaneo delle merci, salvo in località eccezionali, dove le Compagnie possono farne oggetto di speculazione.

Per la composizione e scomposizione dei treni non si possono applicare le piattaforme girevoli, per la spesa eccessiva che esigerebbero dovendo avere un diametro di 15 m. almeno; vi si supplisce con remissione di tempo, applicando numerosi scambi fra i binari di stazione. La manovra si compie in generale a macchina; ma nelle piccole stazioni anche coi cavalli od a braccia. La manovra con macchine apposite si fa muovendosi queste sopra un binario contiguo a quello sul quale si trovano le vetture da spingere; e la spinta viene data per mezzo di un braccio che esce anteriormente e lateralmente alla macchina, e va ad appoggiarsi contro al veicolo che si spinge.

Nessuna precauzione si prende nelle stazioni per la sicurezza della circolazione; il pubblico americano si è tanto famigliarizzato colle strade ferrate che pensa da sè alla propria sicurezza.

Le stazioni americane non si prestano ad una classificazione, soltanto quelle di alcune linee, come della *Pennsylvania* e di qualche altra, presentano dei rapporti definiti fra la lunghezza e la larghezza dell'edificio viaggiatori. Neppure potrebbe servire di base il numero dei binari di stazione, che talora si riscontra uguale in una fermata e in una stazione di media importanza.

Distanza delle stazioni. — Nell'America del Nord le stazioni sono distribuite a distanze variabilissime. Nelle grandi città, che talora sono attraversate da strade ferrate, si hanno più stazioni che servono per diversi quartieri; ciò fa comodo ai viaggiatori e toglie i grandi agglomeramenti. All'aperto la distanza massima fra le stazioni arriva perfino ai 30 chilometri.

Fermate. — Oltre allo scopo limitato di servire al movimento di piccoli gruppi di case, e talora per farvi l'alimentazione d'acqua alle locomotive, le fermate in America hanno anche per fine di promuovere la colonizzazione. Se ne stabiliscono talora pel solo servizio della legna presso alle foreste quando convenga come combustibile. Talora ad un passaggio a livello dove si possono raccogliere dei viaggiatori. Tutta la stazione consiste in una tettoia dove sta una bandiera, che un viaggiatore, il quale vuol montare sopra il treno agita in tempo perchè questo possa fermarsi in pari. E se qualche viaggiatore vuol discendere avvisa il conduttore, il quale circola sempre sul treno; egli trasmette l'avviso al macchinista per mezzo di un filo che comanda un campanello.

Nel punto d'allacciamento di una linea con qualche diramazione industriale si ha l'avvertenza di tener sempre chiusi a chiave gli scambi che dai binari di linea ammettono su quello di ricovero.

Piccole stazioni. — Nelle piccole stazioni vi ha generalmente un solo binario di ricovero della lunghezza di 300 a 750 metri. Dove lo richiede il servizio merci si aggiunge un secondo binario, lungo 300 a 500 m., che rappresenta il piano caricatore; esso è dalla parte dell'edificio viaggiatori, e talora si spinge fino oltre questo, sicchè i viaggiatori debbono attraversare tal binario per entrare nella stazione.

Non sempre l'edificio viaggiatori si trova dalla stessa parte della borgata rispetto alla linea. Per esempio, sulle

linee dell'*Union Pacific*, dove si accumula tanta neve da recare una difficoltà grave al movimento, si suol collocare l'edificio dalla parte da dove viene il vento di preferenza, cosicchè non si accumulino sui binarii di linea la neve. Per tale ragione furono coperte anche molte trincee.

I marciapiedi non si fanno molto lunghi come in Europa; nelle piccole stazioni si riducono perfino ad una decina di metri soltanto. La ragione è manifesta. I viaggiatori ascendono sulla vettura, che si trova in pari al marciapiede, e possono poi, passando da una vettura ad un'altra, trovar posto dove credono meglio, mentre già il treno è in cammino.

Pel servizio merci il piano caricatore ha circa 1^m di altezza sul piano delle rotaje; la loro lunghezza dipende dalla quantità delle merci che vi si adducono. È necessario colà di tenere il piano caricatore al livello del pavimento dei veicoli onde rendere agevole il tramutamento delle merci, perchè mancano affatto le gru.

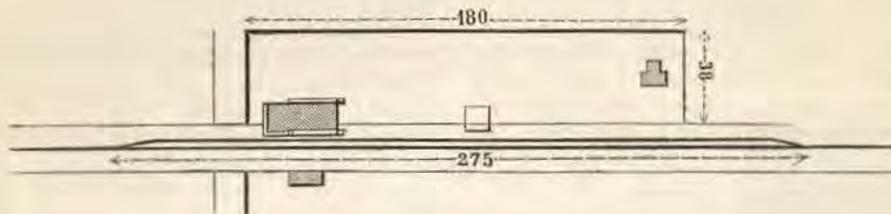


Fig. 721.

Per l'alimentazione delle locomotive vi ha talora una presa sola; e talora ve n'ha due, come in Europa, alla entrata e all'uscita dalla stazione. La distanza delle stazioni dove si ha servizio d'acqua non supera i 32 chilom.; talora è soltanto di 20 chilom.

Si fa l'alimentazione del combustibile in generale dove si riposano o si ricambiano le locomotive, cioè fra i 120 e 160 chilom.

Si trovano in queste stazioni, oltre una rimessa di locomotive, anche una piattaforma girevole coi binarii di accesso e le disposizioni per il deposito di combustibile.

Le stazioni sono protette da segnali a distanza manovrati dai guardiani addetti agli scambi. Il loro alloggio consiste in una capanna vicina al loro posto.

Grandi stazioni. — Si procura in queste stazioni di separare il servizio viaggiatori da quello delle merci; e di tenere parimente separato il servizio interno della stazione e delle riparazioni.

I binarii di stazione sono più o meno numerosi, e raggruppati a due a due o a tre a tre fra i marciapiedi; se ve n'ha tre, quello di mezzo serve per ricovero dei veicoli. In talune stazioni si prendono i veicoli dalle rimesse e si avviano sui binarii facendoli pervenire sopra una piattaforma girevole. Però nella maggior parte dei casi il movimento dei veicoli si fa cogli scambi, come fu detto già; solo che importando esso perdita di tempo sensibile, si cerca di limitarlo per quanto è possibile. E così si riscontrano delle vetture che per più di un mese fanno parte di uno stesso treno. I numerosi scambi che sono posti alle estremità dei binarii vengono comandati da un posto unico.

I binarii di stazione, dove si fermano i treni, sono coperti o con una grande tettoja unica, o con tante tettoje che coprono i binarii per gruppi coi relativi marciapiedi.

Stazioni medie. — Vi hanno uno o due binarii di ricovero, oltre ad uno o due pel servizio merci e pel quale vi ha una parte del piano caricatore coperto. Se la stazione è alquanto discosta dall'abitato, vi trova anche un piccolo albergo. Esso è ad un piano superiore per l'alloggio; mentre l'edificio viaggiatori è ad un solo piano. Il marciapiede è lungo circa 100^m, quantunque possa sembrare troppo, avuto riguardo all'affluenza dei viaggiatori, i quali non sono mai in numero tale da doversi distribuire su tutta quella lunghezza per ascendere prontamente sul treno. Giova però, perchè lascia maggiore libertà riguardo al posto di fermata del treno. Pel tramutamento delle merci pesanti, come le balle di cotone, pezzi grossi di ghisa, blocchi di pietra, ecc. si fa uso di carretti aventi la forma analoga a quella di una biga, in luogo di usare delle gru. Nelle stazioni dove c'è movimento di bestiame, sul piano caricatore che presenta una rampa vi è pure uno steccato per impedire che si disperdano gli animali.

permesso l'accesso delle vetture ordinarie nell'interno delle stazioni per condurvi o prendervi dei viaggiatori.

Vi ha una stazione a *New-York* (*grand central depot*) in cui accedono i *trambays*, per modo che i viaggiatori discesi dai treni non fanno che pochi passi per montare sulle vetture dei *trambays* ed essere condotti nell'interno della città.

Grandi stazioni merci. — In queste grandi stazioni si spiccano per scambi dai principali binarii di stazione i binarii di servizio che in numero sempre ragguardevole si diramano e si spandono nel recinto dei piani caricatori. Quivi si riscontrano, quantunque assai scarse, delle gru per agevolare il tramutamento delle merci pesanti. Le bilancie servono allo stesso scopo come in Europa. Nelle stazioni merci dove si fa la composizione di treni con carri provenienti da diversi binarii, si fa leggermente inclinato quel binario al cui termine si fa la composizione; così i veicoli quasi spontaneamente vi si conducono.

Esempio di una piccola stazione. — Nella fig. 721 è rappresentata la pianta d'insieme della stazione di *Roclett* sulla linea *Louisville-Nashville* ad un sol binario e collocata in un tratto rettilineo. Porta un solo binario di ricovero distante di 3^m, 66 dal principale, misurata la distanza fra asse ed asse. Tal binario è lungo 275^m con 250^m di lunghezza utile. La stazione è cinta da una chiudenda ed ha un ampio piazzale. In esso vi è uno steccato pel bestiame, e una casa per un guardiano. L'edificio viaggiatori e il capannone merci sono addossati l'un l'altro. Dirimpetto ad essi dalla parte opposta dei binarii vi ha un piccolo caffè. L'edificio viaggiatori comprende soltanto un ufficio e una sala d'aspetto. Il capannone merci ha un'area di 167^m, 15. Attorno all'edificio viaggiatori vi è un marciapiede elevato di 0^m, 25 sul piano delle rotaje. Il piano del capannone è elevato di 1^m, 22. Questa stazione, per quanto

Come ha luogo per talune grandi stazioni inglesi, è

modesta, non è neanche delle più piccole. Le fig. 722 e 723 rappresentano l'elevazione e la pianta dell'edificio principale tutto in legno. La fig. 724 una sezione verticale del capannone merci.

Esempio di una media stazione. — Nella fig. 725 è rappresentata la pianta d'insieme della stazione di *Cheyenne* sulla linea dell'*Union-Pacific* ad 830 chil. da *Omaha*, ai piedi delle Montagne Rocciose e nel punto di raccordo con una diramazione diretta a *Denver*, capitale del *Colorado*. È una località priva di risorse, con pochi

abitanti; nel 1876 non ne contava che 313. Essendo sopra una linea dove le pendenze raggiungono il 17 per 1000, la trazione viene fatta con locomotive di rinforzo; e la stazione di *Cheyenne* ha una rimessa per 20 locomotive, di forma semicircolare colla piattaforma centrale. Questa potrebbe servire per tutte e due le linee, ma per poter assicurare ai treni della linea di *Denver* la stessa composizione al ritorno, si preferì una curva di regresso che preceduta da un binario di testa lungo circa 300^m, permette di fare le voltate ai treni interi.

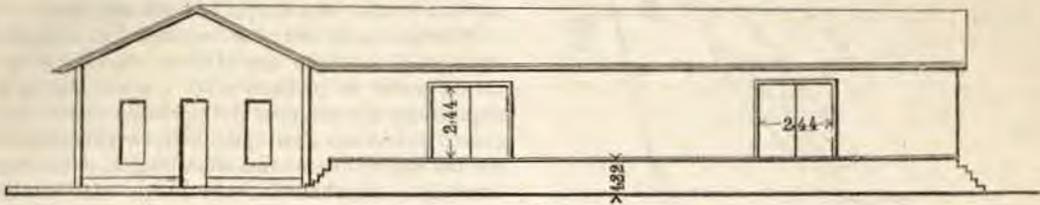


Fig. 722.

Tutti i treni dei viaggiatori si arrestano davanti all'edificio relativo. Per facilitare la scomposizione e la ricomposizione dei treni merci per *Denver* furono aggiunti due binari di servizio speciali che si raccordano coi

binari principali e che si prestano a tutte le manovre necessarie.

Avuto riguardo al numero delle macchine ed al servizio grave che compiono, si è dovuto creare una piccola

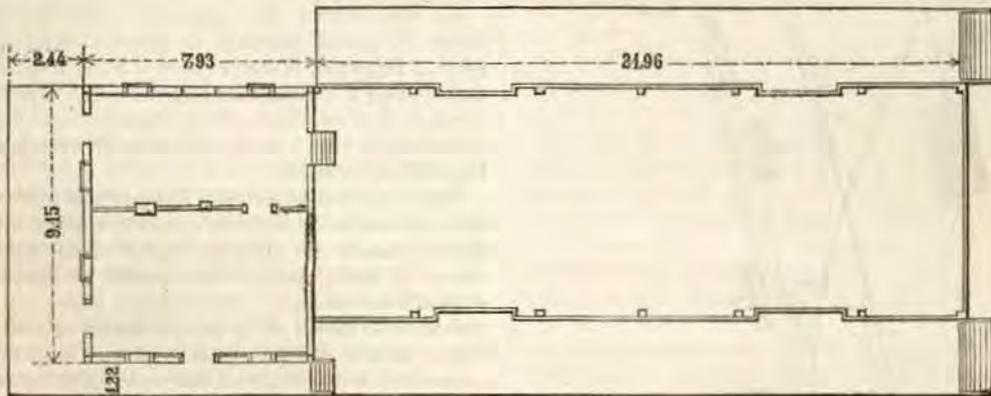


Fig. 723.

officina di riparazione. Fra i binari che vi arrivano si trovano collocati il magazzino di carbone e il serbatoio d'acqua.



Fig. 724.

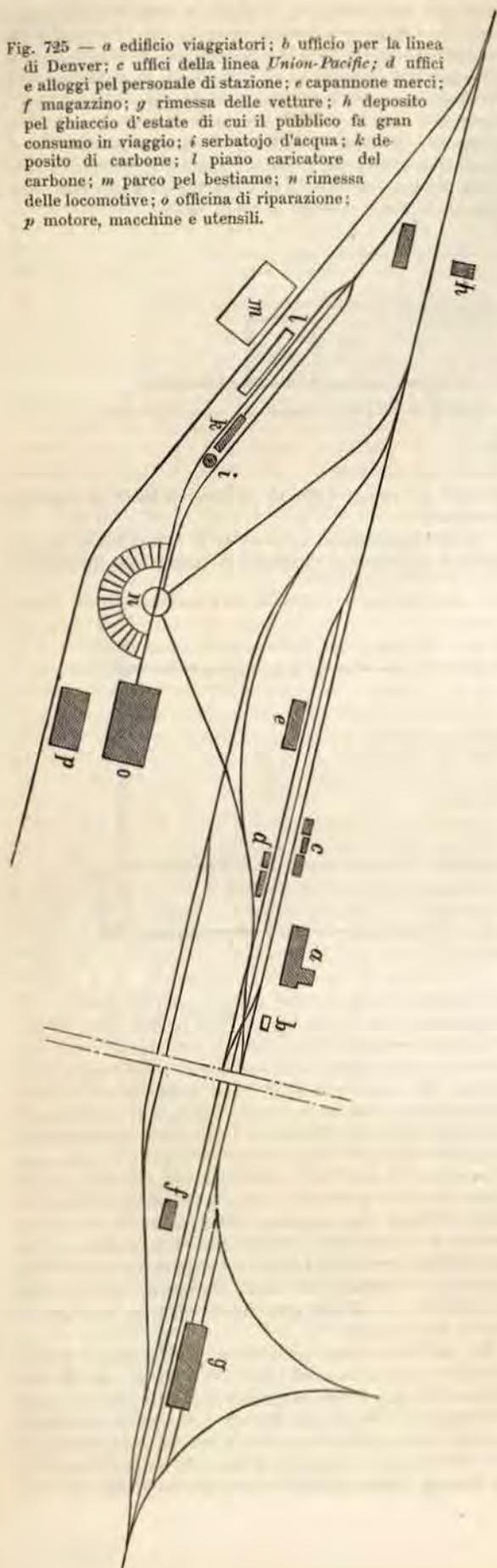
L'edificio viaggiatori comprende al piano terreno un piccolo caffè e sopra un piccolo alloggio per qualche viaggiatore che non lo trovasse in un paese tanto deserto. Gli uffici e l'alloggio delle persone addette al servizio della stazione sono quasi dirimpetto all'edificio viaggiatori accanto al terzo binario che serve di stazionamento dei treni merci della linea dell'*Union-Pacific*.

Servizio speciale per i viaggiatori. — Pel principio della comunicazione fra le vetture di un medesimo treno, epperò di una sola categoria di vetture, può sembrare che

il problema delle stazioni venga posto in *America* diversamente che in *Europa*, non dovendosi preoccupare delle diverse classi. Difatti tutti i viaggiatori, sia quelli che si accontentano delle vetture ordinarie delle Compagnie, sia quelli che si giovano delle vetture di lusso generalmente fornite da società speciali, si riuniscono in una medesima sala d'aspetto. Però anche nelle stazioni di mediocre importanza si tiene un salottino a parte per le signore. Inoltre negli Stati del Sud, dove la popolazione nera è numerosa, e dove l'intolleranza per essa ha sopravvissuto alla soppressione della schiavitù, si aggiunge una sala apposita per essa. Per conciliare poi anche l'intolleranza per i negri col rispetto speciale che in *America* si professa per il sesso femminile, nelle grandi stazioni del Sud si suol aggiungere un'altra sala ancora per le donne negre.

Le tre sale d'aspetto nelle stazioni europee hanno adunque per contrapposto due, tre e anche quattro sale in *America*, pur non ammettendovisi la divisione in classi in omaggio al principio dell'uguaglianza se non reale almeno apparente. Perché le donne possano rimanere del tutto separate durante la fermata nella stazione, vi ha uno sportello apposito che mette nella sala di esse,

Fig. 725 — a edificio viaggiatori; b ufficio per la linea di Denver; c uffici della linea Union-Pacific; d uffici e alloggi per personale di stazione; e capannone merci; f magazzino; g rimessa delle vetture; h deposito per ghiaccio d'estate di cui il pubblico fa gran consumo in viaggio; i serbatoio d'acqua; k deposito di carbone; l piano caricatore del carbone; m parco pel bestiame; n rimessa delle locomotive; o officina di riparazione; p motore, macchine e utensili.



onde possano senza uscire munirsi dei biglietti. Si noti che le sale per le donne sono fornite dell'occorrente per l'acconciatura loro.

Gli uffici nelle stazioni sono più ristretti che in Europa in causa del minor numero d'impiegati, ma anche per la minore importanza del servizio di stazione. Concorre alla semplificazione del servizio di stazione la facoltà di vendere i biglietti e registrare i bagagli anche in città, presso appositi uffici impiantati in più punti delle città. Il modo spedito di consegna e riconsegna dei bagagli contribuisce parimenti alla semplificazione del servizio e riduzione di spazio nelle stazioni.

Alberghi nelle stazioni. — Alcune Compagnie hanno eretti degli alberghi alle stazioni discoste dalle città e talora anche nelle stesse città, quando non ve n'ha che rispondano alle esigenze del pubblico americano, che in questo soverchia l'europeo. Talune Compagnie hanno perfino aggiunto stabilimento di bagni nelle località pittoresche e convenienti; così hanno attivato un movimento di viaggiatori maggiore nella stagione estiva.

Servizio delle merci. — Le merci non rimangono nei capannoni merci che per pochissimo tempo prima della partenza dei treni, o dopo lo scarico. Vi hanno nelle grandi città dei capannoni anche amministrati dalle stesse Compagnie e dove si possono depositare a tempo indeterminato delle merci; ma questi danno luogo ad un'impresa a parte.

La disposizione dei capannoni merci non diversifica molto da quella adottata in Europa; sono però quasi tutti in legname. Il ciglio verso il binario dista 1^m circa dalla rotaja più vicina. La larghezza dello spazio coperto varia da 6 ad 8^m. Nelle stazioni marittime si fanno anche a due piani come a *Boston*, e anche in muratura se sono temibili gl'incendi.

Nelle stazioni americane dove concorrono linee a binarii di larghezza diversa occorrono dei piani a livello del pavimento dei carri per fare il tramutamento delle merci. Si fanno lunghi anche quanto un treno merci; si costruiscono di legno, onde costano poco; e il tramutamento delle merci si fa rapidamente eseguendosi contemporaneamente per tutti i veicoli; mentre colle gru occorrerebbe accostare ad esse successivamente i veicoli.

Talora si fa uso anche di gru montate sopra un carro che si muove sopra un binario intermedio e così si tramuta la merce da carri di destra su altri di sinistra o viceversa. Nei capannoni a due piani vi sono numerosi montacarichi.

Quanto ai carboni ed ai minerali, se ne fa la constatazione del peso sopra apposite bilancie e il binario presenta un'inclinazione di 5 a 10^{mm} per metro onde vi si avvicinino i carri quasi spontaneamente. La piattaforma delle bilancie è lunga talora soltanto per accogliere un sol carro, talora anche per due e più. Per esempio, nella stazione d'*Altoona* la piattaforma è lunga 34^m e vi stanno sopra 8 carri da carbone a due sale, oppure 4 carri ordinarii a 4 sale. Ha una portata di 100 tonnellate ed in un giorno vi si possono pesare da 400 a 600 carri. Case speciali costruiscono tali bilancie formandone oggetto di un'industria speciale.

Depositi delle locomotive. — Il percorso delle locomotive varia secondo il profilo delle linee che esse percorrono e la natura del traffico fra chilom. 120 e 225. Al termine di ogni percorso vi ha una rimessa. Le piccole rimesse sono rettangolari; i binarii concorrono ad una piattaforma girevole talora prima di entrare in rimessa, talora dalla parte opposta. Per una decina di macchine la forma universalmente adottata è la circolare, colla piattaforma centrale del diametro di 15^m.25 in media.

Nelle stazioni dove era prevedibile un ingrandimento si sono costruite le rimesse semicircolari, col muro interno distante di 20 a 30^m dal centro. Contro i muri esterni si adattano convenientemente le fucine, morse e banchi, per le piccole riparazioni. Si mantiene in esse la temperatura tanto elevata d'inverno perchè l'acqua non geli, mediante grandi stufe di ghisa. Per diminuire i danni di probabili incendi si dividono le rimesse radialmente con muri che si elevano fin sopra al tetto; ogni settore comprende 8 a 10 locomotive. Il costo varia da 3000 a 6000 lire per locomotiva.

Officine. — Le officine più o meno considerevoli sono sempre annesse ai depositi di locomotive. Presso qualche Compagnia l'importanza di alcune officine è tanto grande che non solo vi si riparano, ma anche si costruiscono veicoli e locomotive. Sulla rete Pennsylvania si hanno 15 officine tutte ragguardevoli. In quella di *Altoona* lavorano 1100 operai con una motrice di cav. 250; vi si costruiscono circa 30 locomotive all'anno; e se ne riparano più centinaia. Le maggiori officine vengono impiantate al centro della rete per quanto è possibile.

Le officine complete comprendono tre gruppi di edifici: quello degli uffici e magazzini, quello del servizio delle locomotive e quello del servizio dei veicoli.

Il primo gruppo comprende gli uffici d'amministrazione; i capannoni e i recinti per deposito di legnami da costruzione, e carbone; i magazzini per le diverse materie di consumo. Il secondo gruppo comprende le rimesse delle locomotive; il cantiere di montatura e smontatura delle locomotive; il locale delle macchine e utensili di lavorazione, le fucine, le fonderie, e talora anche un compartimento apposito per la fabbricazione delle ruote di ghisa e loro lavorazione. Il terzo gruppo comprende le tettoie e capannoni per i veicoli viaggiatori e merci, talora di forma circolare; il locale di montatura e dipintura; un'officina per lavorazione dei legnami; una selleria; un'officina a sè per la fabbricazione dei cuscinetti, delle molle, ecc. Le piattaforme scorrevoli in tutte queste officine compiono un servizio molto utile come in Europa. Le Compagnie che illuminano le vetture col gas hanno il gasometro nelle officine dove si utilizza una delle motrici per immagazzinare nei serbatoi il gas a forti pressioni sui veicoli.

La lavorazione meccanica è portata ad un alto grado in causa della carezza della mano d'opera. Nel tempo stesso però le Compagnie creano nei grandi centri le scuole, le chiese, gli ospedali, pel loro personale operaio, secondo i dettami della più avanzata civiltà.

Servizio d'alimentazione delle locomotive. — *Combustibile.* — Oltre quanto si è già detto pel combustibile, il quale non esige disposizioni speciali in generale, giova ricordare che in talune stazioni vi ha una disposizione singolare per il caricamento del carbone. Si fa attraversare una trincea all'altezza di 6^m sul piano delle rotaie da un binario ristretto su cui vanno piccoli carri della capacità corrispondente ad una tonnellata. Condotti sopra il tender, aprendo il fondo a tramoggia cui si applica un'appendice, si scarica il combustibile bell'e pronto nel tender.

Servizio dell'acqua. — Maggior interesse presenta l'insieme dei mezzi per l'alimentazione d'acqua. Essi si suddividono in mezzi per ottenere l'acqua; mezzi per accumularla; e mezzi per farla arrivare al tender.

Sulle linee e specialmente le più recenti non si vincola punto l'alimentazione alle stazioni. Se vi hanno dei corsi d'acqua o delle sorgenti tali che possano fornire l'acqua perennemente e di buona qualità, là accanto si arrestano i treni e si fa l'alimentazione a qualunque distanza si

trovi da una stazione. S'impianta generalmente una condotta con presa a monte per modo che l'acqua giunga al binario alla voluta altezza. Là dove l'impianto di una condotta non è possibile od economica, si supplisce con delle pompe, onde portar l'acqua all'altezza conveniente. Si sono incontrati dei tratti di oltre chilom. 200, come sull'*Union-Pacific* fra le stazioni di *Rawlins* e di *Green-River*, dove non s'incontrava acqua che non fosse carica di sali e affatto impropria per l'alimentazione. Dei carri speciali portano l'acqua dietro ai treni. Si ebbe ricorso in qualche località alle condotte di oltre chilom. 100; ma le riparazioni frequenti per rotture od ostruzioni non le resero accette. Sulla linea summenzionata si ricorse, nel 1870, all'escavazione di pozzi che raggiunsero la profondità di oltre 200^m; e si rinvenne l'acqua buona. Alla stazione di *Hot Springs* a chilom. 560 da *San Francisco* si praticò un pozzo della profondità di 400^m, per ottenere l'acqua potabile.

Sopra molte linee da principio si erano impiantati dei molini a vento onde sollevare l'acqua nei serbatoi; molti furono surrogati dalle macchine a vapore di azione non interrotta come quella del vento; però ne esistono ancora molti. La pompa che essi manovrano può essere posta in azione anche da uomini o con maneggio. In generale per sopperire alla mancanza dell'acqua nei periodi di calma, si è obbligati a creare dei serbatoi di una capacità esuberante.

I serbatoi sono costruiti ordinariamente di legno. Sono tutti coperti da un tetto ad ombrello e sono così preservati dal gelo. Nelle località dove l'inverno è rigido assai, si riveste lateralmente di una camicia e sopra di un secondo tetto con interposizione di materia cattiva conduttrice del calore. Qualche Compagnia ha fatto costruire i serbatoi di forma parallelepipeda della capacità comune di 90^m. Ma quelli di forma cilindrica, per quanto non possano esser costruiti da operai qualsivogliano, sono i più diffusi, come quelli che oltre all'armatura più leggera che esigono, assicurano meglio la tenuta dell'acqua. La fig. 726 porge un esemplare di serbatoi cilindrici; è installato accanto al binario. Per alimentare un tender si abbassa il tubo adduttore, che è equilibrato con un contrappeso rilegato ad una catena; indi si tira un filo di ferro che agendo sopra una leva posta sotto al tetto fa sollevare per mezzo di un altro filo la valvola di erogazione dell'acqua. È la disposizione più comune. Soltanto quando i serbatoi sono riempiti per l'azione dei mulini a vento, non possono sempre essere collocati vicini ai binari; e allora soltanto si è obbligati ad affrontare una maggiore spesa per la condotta e per le gru che sono sempre esposte all'inconveniente della congelazione dell'acqua. In ogni caso per compiere l'alimentazione il fochista non deve discendere dalla macchina per compiere alcuna manovra.

L'esercizio economico delle strade ferrate. — Un fatto che si è appalesato per la maggior parte delle linee ferroviarie le quali corrono parallele a strade nazionali e provinciali carrettieri, si è la quasi totale soppressione del servizio per diligenze a favore dei viaggiatori e dei grossi carri a favore delle merci su queste strade. Per le distanze ragguardevoli il fatto era pienamente giustificato. Ma per le piccole distanze no; e difatti, calmato appena l'entusiasmo pel nuovo mezzo di trazione, il servizio sulle strade carrettiere ha ripreso nuovo sviluppo, togliendo così alle strade ferrate buona parte del movimento *locale*, tantochè talune di esse, ed in Italia sono parecchie, non abbastanza alimentate dal movimento fra i punti estremi, hanno dato e danno tuttora un reddito scarsissimo o nullo od anche negativo.

Egli è che il numero delle corse giornaliere non è in generale sufficiente per il movimento locale, specialmente nei giorni di mercato o di fiera, e talora l'orario delle partenze e degli arrivi riesce incomodo per il disbrigo degli affari. In sostanza il servizio ferroviario si trova organizzato in generale per modo che favorisce il movimento a lunghe corse, ma sacrifica quello a corsa breve o locale. Può sembrare strano che pur da molti anni riconoscendosi un tal fatto sopra molte linee, non siasi trovato mezzo di servire anche il movimento

locale rendendole in tal modo produttive. La grande difficoltà risiedeva nei mezzi di trasporto. Servirsi dei treni ordinarii non era possibile. Sono mezzi troppo grandiosi, non economici per i movimenti locali, i quali sono tutti più o meno piccoli per sè, soltanto ragguardevoli nel loro insieme. Ammesso quindi che sulle strade ferrate ordinarie non debba circolare che il materiale mobile attuale, è giustificata la trascuranza delle Società pel movimento locale; facendolo non si accresce in generale il reddito. Ora sulle linee secondarie, che sono

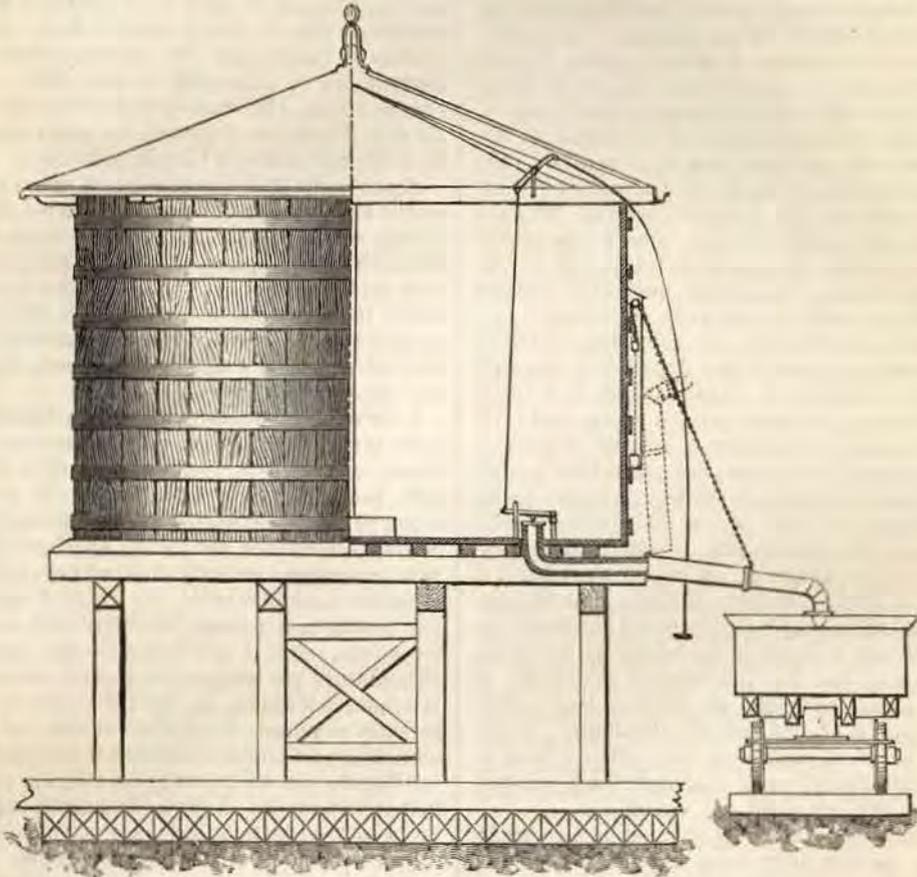


Fig. 720.

appunto quelle di minor reddito, l'introduzione di treni piccoli, speciali, proporzionati al movimento locale, non pregiudica punto il regolare servizio dei treni ordinarii. Si è pensato soltanto in questi ultimi anni all'introduzione del materiale mobile economico, cioè soltanto dopo che se ne è visto il buono e regolare funzionamento sulle strade ferrate economiche. Sia che ogni piccolo treno (economico) consti di una vettura connessa colla locomotiva, sia che consti d'una piccola locomotiva-tender che trascina una vettura unica o al più due vetture, e ciò secondo l'entità del movimento locale, è ora a desiderarsi che si estenda e prontamente a tutte le linee secondarie questo mezzo economico di trasporto non solo perchè le linee medesime riescano produttive, ma perchè un maggiore vantaggio ne ritragga il pubblico, che ci guadagna nella tassa di trasporto e nel tempo occorrente, essendo sempre la velocità di siffatti piccoli treni almeno doppia di quella delle diligence.

Nel Belgio le prove rispondono bene; in Germania si vanno imitando, e forse fra non molto per inizia-

tiva dell'ingegnere *Frescot* anche in Italia sarà intrapreso sopra alcuni tronchi questo servizio economico tanto ripromettente.

LE STRADE E VIE FERRATE ECONOMICHE.

Fra le strade carrettiere e le ferrate ordinarie di cui si è trattato fin qui, vi ha un distacco troppo forte. Sia per la spesa di costruzione, sia per la velocità, sia per la grandiosità dei trasporti che implica una strada ferrata, la sua applicabilità esige un movimento commerciale di già molto sviluppato, senza di che l'esercizio vien fatto con remissione, da parte delle Società esercenti. Le strade ferrate economiche hanno per iscopo di servire come di anello di congiunzione tra le carrettiere e le ferrate ordinarie, onde stabilire una serie graduale nei mezzi di trasporto, quali si convengono ai diversi casi particolari, contraddistinti da un diverso movimento commerciale.

Le strade ferrate economiche si dividono in due categorie: quelle con trazione a cavalli (ippoferrate) e

quelle con trazione a macchina (locomotive, macchine ad aria compressa...). Le prime si accostano di più alle carrettiere, le seconde alle ferrate ordinarie. Non di rado si inizia l'esercizio di tali ferrate coi cavalli per poi sostituire a questi le macchine, in causa dell'accresciuto movimento.

La larghezza del binario, non è un elemento in base al quale si possano classificare le ferrovie economiche. V' hanno esempi di ferrovie esercitate con cavalli per le quali la larghezza del binario è pari a quella delle strade ferrate ordinarie, come vi hanno esempi di ferrovie aventi il binario largo soltanto 0^m.60 eppure esercitate con locomotive. La larghezza, per esempio, delle ferrovie di Liverpool venne fissata di 1^m.435 cioè uguale a quella delle strade ferrate ordinarie, ma non già con intendimento speciale come potrebbe essere quello di volersi allacciare colle medesime ferrate ordinarie. La Società costruttrice dovette ammettere tale larghezza nell'atto di concessione inoltrato al Parlamento, come se si fosse trattato di una ferrata ordinaria, perchè il nome di *tramway* non si trovava ancora nei regolamenti esistenti, e non vi era alcuna larghezza autorizzata all'infuori di quella dei *railways*.

Oltre alla larghezza del binario vi ha da considerare per le ferrovie economiche anche la porzione di piattaforma stradale, esterna al binario eppure del dominio del medesimo. Tale porzione consta di due strisce della larghezza di 0^m.40 a 0^m.60 ciascuna, qualunque sia poi la larghezza interna del binario. Detta c tale larghezza e l quella del binario, l' quella di una rotaja, risulta $l + 2l' + 2c$ la larghezza stradale in manutenzione alla Società della ferrata.

È molto diffusa ora la denominazione di *tramway* che gli Inglesi danno alle strade ferrate economiche. *Tram* è il nome locale di un carro da carbon fossile; essi ne hanno formato il nome composto *tramway* cioè strada per *trams*, strada sulla quale sono disposte due guide di legno, di pietra, di ferro per condurre i carri. Un tramway nel senso attuale è un binario disposto sopra una strada o sopra una via, per modo che riesca possibile il movimento promiscuo e senza pregiudizio né per i veicoli che si muovono sulla strada o sulla via, né per quelli che si muovono sul binario. Condizione fondamentale per la libera circolazione si è che le rotaje del binario non isporgano sensibilmente dalla superficie stradale.

L'origine dei tramways è quella stessa delle strade ferrate ordinarie (*railway*). I tramways moderni furono applicati da prima in America (d'onde la denominazione anche di strade ferrate americane). Un primo tronco venne aperto a New-York nel 1832, il binario era largo 1^m.435; però non riuscì accetto, per quanto ne fosse reclamata l'applicazione, in causa del cattivo stato delle strade e delle vie interne. Ma vi si svilupparono poscia nel 1852 in grazia d'un ingegnere francese *Loubat* che applicò un profilo particolare di rotaja (fig. 727) conosciuto ed applicato poscia anche in Europa col nome dell'inventore. Le rotaje erano in ferro fissate sopra lungherine di rovere, le quali erano inchiodate alla loro volta sopra traverse, pure di rovere. A rendere accette queste ferrovie nelle principali città degli Stati Uniti contribuirono non poco l'aumento notevole del traffico da una parte, e lo stato imperfetto delle strade e delle vie, che sotto l'azione dei veicoli pesanti e numerosi si deterioravano tanto da rendere difficilissima la trazione ordinaria.

La rotaja *Loubat* ha subito delle modificazioni. La *scanalatura* o *solco* che presentava alquanto profonda,

mentre assicurava meglio i veicoli sul binario, costituiva puranche un difetto, specialmente perchè si ingombrava di polvere o fango. L'ingegnere inglese *Light* applicò a Boston, nel 1857, una rotaja di ghisa, che poscia venne sostituita con una in ferro, e che presentava un solco meno profondo; la figura 728 ne rappresenta il profilo. Il fianco interno del solco è foggiato a piano inclinato, per modo che riesce più facile la pulitura del solco medesimo, e meno soggetta ad ingombro.

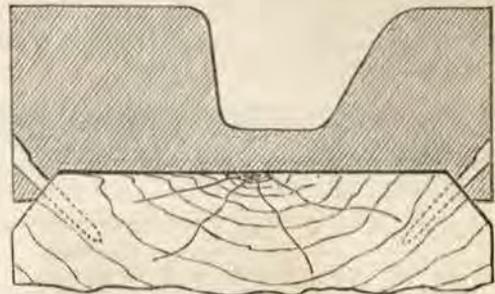


Fig. 727.

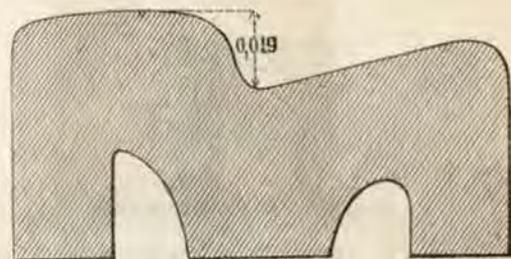


Fig. 728.

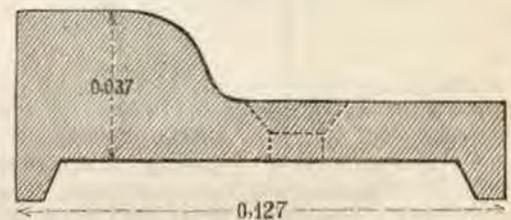


Fig. 729.

A Filadelfia venne spinta la variazione fino a rendere orizzontale un tal piano inclinato, per modo che scomparire la scanalatura e si ha propriamente, come mostra la figura 729, una rotaja a *gradino* od a *risalto*. La larghezza del binario fu tenuta di 1^m.575, cioè tale che corrispondendo alla distanza fra le ruote gemelle dei veicoli ordinari, questi potessero approfittare delle rotaje.

Questa disposizione venne tosto applicata anche a New-York (1860), peraltro modificata col portare la larghezza della rotaja da 127^{mm} fino a 200^{mm}, onde meglio si potesse adattare la larghezza del binario alle piccole variazioni nella distanza fra le ruote gemelle nei veicoli ordinari leggeri.

Questo nuovo tipo di rotaja presenta oltre al vantaggio di adattarsi ai veicoli ordinari leggeri, anche quello di mantenersi pulito da sè, mancando la scanalatura. Però offre una superficie levigata così ampia, che può riuscire pregiudizievole ai cavalli; oltre a ciò il risalto, per quanto non superi l'altezza di 25^{mm}, pure forma un piccolo gradino che imbarazza alquanto i vei-

coli ordinari che attraversano il binario. Contuttociò il sistema si è rapidamente diffuso in America.

L'America ha dato l'esempio di uno sviluppo veramente enorme di tramways; basti citare la città di Buenos-Ayres che già nel 1872 con una popolazione di circa 200,000 abitanti possedeva 112 chilometri di tramways. La larghezza prevalente del binario in America è di 1^m.435.

In Europa si è incominciato più tardi, e presso qualche nazione soltanto adesso si incominciano a godere i vantaggi dei tramways, sia dal lato dell'economia nella tassa di trasporto, sia dal lato della velocità e sia dal lato delle maggiori comodità dei sedili.



Fig. 730.

I tramways incominciarono a diffondersi in Inghilterra poco prima del 1860. Nel 1857 l'ingegnere *Train* tentò d'applicare la rotaja a risalto di Filadelfia (fig. 730); ma non incontrò favore.

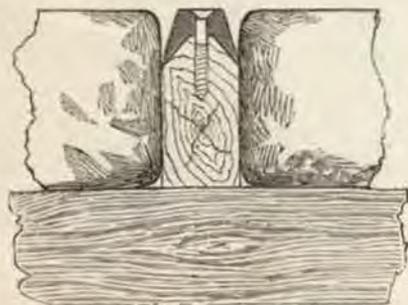


Fig. 731.

Nel 1865 fu applicato a Liverpool un tipo di rotaja quale è rappresentato nella figura 731, ideato dal signor *M. J. Noble*. Vien fissato con viti mordenti sopra lungherine di rovere le quali si appoggiano a loro volta su traverse. La superficie superiore della rotaja è esattamente a livello del selciato, sicchè niuno ostacolo presenta all'attraversamento dei carri ordinari. La scanalatura cuneiforme, entro cui deve muoversi l'orletto delle ruote, costituisce il debole del sistema. Oltre alla difficoltà della pulitura, essa non può mantenersi a lungo. Difatti l'esperienza ha provato che per quanto i selci di forma cubica fossero in granito, pure il loro ciglio regolare si deteriorava rapidamente. Dopo quattro anni di prova la rotaja *Noble* venne sostituita con quella rappresentata in fig. 732, la quale non è altro che una variante della *Loubat*. L'attacco colla lungherina venne fatto con chiodi; e ai giunti, come mostra la stessa figura 732, venne posta una piastrina di ferro su cui dovesse appoggiare l'estremo di ogni rotaja, e non cedere quindi come accadeva allorchè l'appoggio avveniva sul legno direttamente. Una scatola ad U in ghisa serve di giunto alle lungherine. Le scatole sono rilegate a due a due con piccoli tiranti in ferro. Le lungherine appoggiano sopra uno strato di calcestruzzo anzichè sulle traverse.

I tramways di Londra furono costruiti ad imitazione di quelli di Liverpool; ma modificati in meglio secondo aveva suggerito l'esperienza. Le lungherine semplicemente posate sul calcestruzzo si mantenevano sufficientemente stabili; era duopo renderle solidali colla mas-

siccata e si conseguì l'intento riammettendo le traverse alla distanza di 1^m.50 ad 1^m.80. Su di esse si fissarono le lungherine col mezzo di gattelli a squadra in ghisa applicati esternamente ed inchiodati alla traversina e alla lungherina, come mostra la fig. 733.

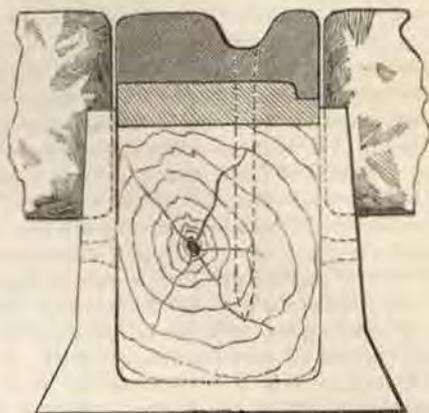


Fig. 732.

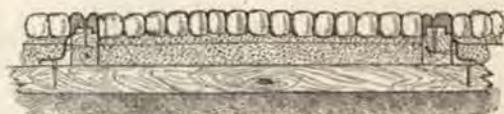


Fig. 733.

Anche la rotaja fu modificata; la scanalatura fu resa a sezione circolare sul fondo, onde molto più facile e completa ne riuscisse la pulitura (fig. 734). Inferiormente fu aggiunto un secondo orletto, onde più validamente la rotaja potesse resistere non solo alle azioni trasversali prodotte dalle trepidazioni trasmesse dalle vetture per mezzo degli orletti delle ruote ad esse rotaje, ma anche a quelle prodotte dai vincoli ordinari che attraversano il binario in tutti i sensi. Con ciò non si fece che ritornare al profilo americano.

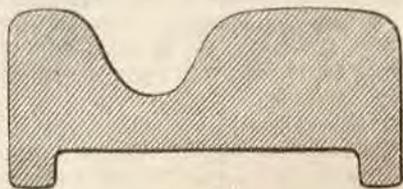


Fig. 734.

Per collocare il binario, si toglieva uno strato di 0^m.30 a 0^m.40 di massiccata; si mettevano in posto le traverse; vi si connettevano sopra le lungherine colle rotaje; servendosi della ghiaia rimossa della massiccata si formava del calcestruzzo, e con esso si incalzavano le traverse; poscia se ne distendeva uno strato, su di esso uno di sabbia e quindi il ciottolato; oppure sopra uno strato più alto di calcestruzzo direttamente l'asfalto, da cui si riprometteva un buon esito, ma che non si ebbe; oltre al maggior costo, esso si sfaldava sui lembi contro le rotaje, sia internamente sia esternamente; inoltre non resisteva affatto al prolungato calpestio dei cavalli.

Il collegamento delle rotaje colle lungherine fatto come nella figura 732, cioè con semplici chiodi a testa cieca, non riesce sufficientemente rigido. Per quanto sia difficile un tale collegamento, il sig. *J. D. Larsen*, senza

una maggior sensibile complicazione, ha ottenuto un risultato soddisfacente. Come indica la figura 735, gli orli inferiori della rotaja sono di tale altezza per comportare un foro nel quale si batte un chiodo *c* solidale con un ferro piatto *pp*, il quale porta inferiormente un foro; per esso si infolge nella lungherina un secondo chiodo *c'*. Così anche dalla parte opposta.

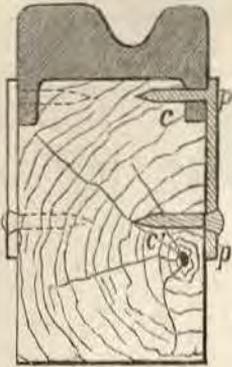


Fig. 735.

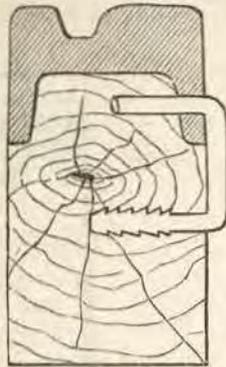


Fig. 736.

Questo collegamento laterale delle rotaje colle lungherine è stato modificato nei tramways di *Dublino*, costruiti nel 1871. Come indica la fig. 736, l'organo di collegamento è costituito d'un sol pezzo a forma di staffa; il braccio inferiore è dentellato perchè non esca dal legno. Tale modificazione è dovuta al sig. *Hopkins*, il quale l'applicò in seguito alle numerose linee che ebbe da costruire. Tra queste vi ha la linea nella vallata della *Clyde* tra *Glasgow* e *Govan*, sulla quale si dovevano ammettere anche i veicoli delle strade ferrate ordinarie; onde si adottò una rotaja più robusta. Il suo profilo è rappresentato nella fig. 737; la scanalatura è

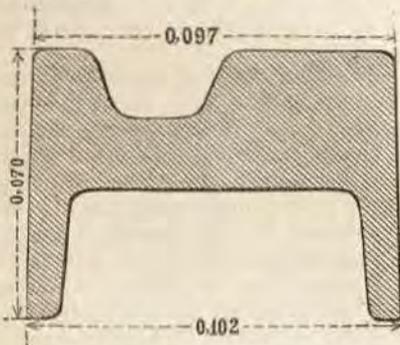


Fig. 737.

più larga che non nei tipi precedenti; però non di molto, giacchè allora risultano male guidati gli orletti delle ruote dei veicoli proprii; il fondo della scanalatura è piano; vi si appoggiano gli orletti dei veicoli di ferrate ordinarie. Questa rotaja è in acciaio e pesa 30 chil. al m. l. La linea fu costruita nel 1872.

Anche i tramways-nord-metropolitani costruiti in questi ultimi anni (1877) dallo stesso signor *Hopkins* sono del medesimo sistema. Là dove non si faceva che sostituire un binario esistente, si rimuoveva semplicemente una crosta sottile di calcestruzzo vecchio sotto alle lungherine per riporvene del nuovo; sotto ad ogni giunto di lungherine si collocava un blocco di larice largo 0m,20, alto 0m,05. In luogo delle traverse si applicavano delle sbarre in ferro (fig. 738), di sezione ret-

tangolare terminate a sezione circolare per la parte che attraversava le lungherine. La larghezza del binario era di 1m,435.

Il binario solo costò per chilom. L. 23,150
La pavimentazione relativa . . » 61,500

Costo totale per chilom. . . L. 84,650

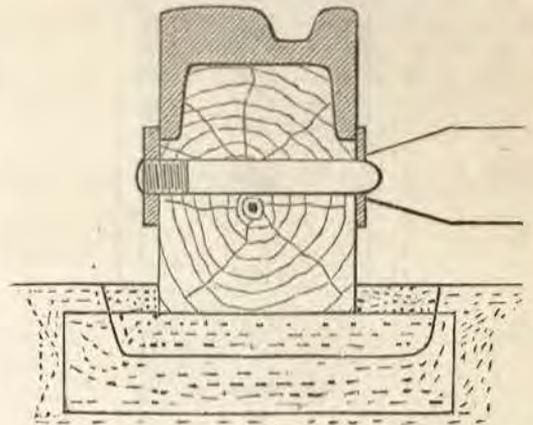


Fig. 738.

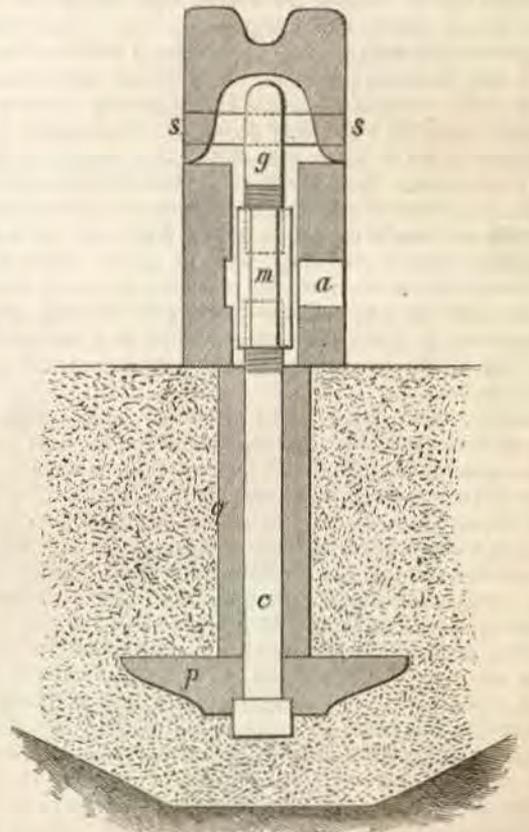


Fig. 739.

Ultimamente a *Liverpool* si sono costruiti dei tramways adottando una rotaja simmetrica come è indicato nella fig. 739. Si possono utilizzare allora due superficie di movimento. Per rendere le lungherine aderenti al calcestruzzo sottostante, si scorge in figura una disposizione speciale: una spina *ss* attraversa la rotaja, essa

è presa da un gancio g che s'impegna a vite con un dalo m ; questo s'impegna inferiormente e a filettatura opposta alla superiore con una caviglia C ; una canna q limita lo stringimento della madre vite m che si compie in grazia di un'apertura a praticata nella lungherina. Una piastrina di ghisa p impegna la caviglia col calcestruzzo.

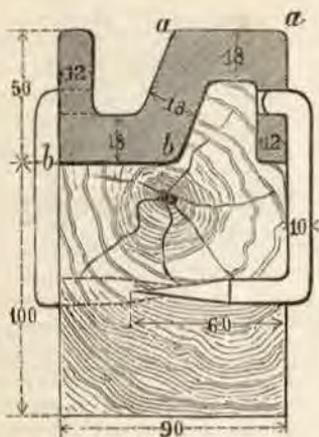


Fig. 740.

Nelle vie di *Nantes*, tra diversi tipi adottati, vi ha una rotaja ideata dall'ingegnere in capo *Saint-Ives*, rappresentata nella fig. 740. La sezione di essa è a forma di S, ma regolare, per modo che con una mezza rotazione della rotaja, la superficie di movimento aa prende il posto della bb , e questa di quella. L'intendimento dell'inventore era di usare due volte della stessa rotaja; ma è noto come questa idea molto seducente non siasi realizzata neanche colle rotaje delle strade ferrate ordinarie a due funghi uguali. E difatti una volta che siasi logorata alquanto la rotaja, essa ha anche subito tali deformazioni da dover essere profilata di nuovo, senza di che non entra nè aderisce nella sede vecchia della lungherina, la quale deve essere nella maggior parte dei casi anche rinnovata, pur non essendo ancor del tutto logora.

Molte e molto altre forme di sezioni della rotaja a scanalatura potrebbero già essere citate; ma esse non differiscono sensibilmente da quelle fin qui riportate; o se ne differiscono sensibilmente, non è in meglio.

Il modo d'attacco della rotaja colla lungherina si riscontra variato quasi da linea a linea, perchè ogni linea ha avuto il suo ingegnere direttore, il quale non ha voluto copiare esattamente ciò che fu fatto per altre linee anche in condizioni uguali alla propria, ma o per qualche ragione plausibile o per ispirito di originalità, ha creduto proporre delle varianti. Ciò che per altro è da tutti riconosciuto, si è l'attacco laterale delle rotaje alle lungherine. S'incominciò a fare un tale attacco da prima coi chiodi a martello, poi colle viti a martello, indi colle viti che trapassavano verticalmente le lungherine; ma anche queste, in causa del giuoco che si verificava colla lungherina infracidita dall'acqua che discendeva nel foro, dava luogo agli stessi inconvenienti delle viti a martello. Ma anche l'attacco laterale è stato variato; nè si vogliono qui addurre tutte le modificazioni fatte e che ancora possono fare. Si cita qui ancora soltanto l'attacco nei tramways di *Versailles* costruiti dal 1876 al 1878 (fig. 741). La rotaja presenta due orletti laterali con intaccatura alla parte superiore; sono interrotti di tratto in tratto, ed in tali punti si applicano i chiodi di

collegamento terminati in a a forma di T. Un chiodo b tiene inoltre aderente ognuno dei principali alla lungherina.

Le lungherine non sono rilegate con tiranti, onde il binario può subire qualche piccola variazione di larghezza, specialmente là dove la strada non è selciata, ma semplicemente inghiajata. Ai giunti le lungherine appoggiano e sono rese solidali mediante piccoli ferri a squadra, sopra tavolette di legno come mostra la fig. 741.

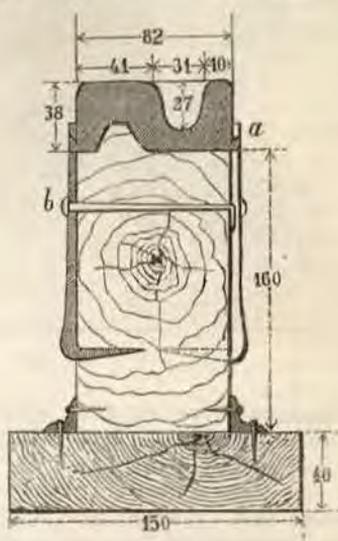


Fig. 741.

Nei tramways di *Marsiglia* la rotaja presenta lo stesso modo di attacco; la sua forma differisce soltanto per la parte inferiore, dove è terminata da due piani inclinati la cui retta d'intersezione cade sotto alla scanalatura, e lì si viene ad ottenere uno spessore alquanto maggiore e tolto così un punto debole comune alle rotaje a scanalatura.

Armamento metallico. — I numerosi tentativi fatti per sostituire il metallo al legno sulle strade ferrate ordinarie sono stati ripetuti anche per le ferrate economiche. La breve durata del legname, il suo prezzo in molte regioni ognor crescente, la necessità di perderne in buona parte nella penosa operazione di profilarlo, le piegature spontanee cui va soggetto, il bisogno per le officine di fabbricazione del ferro di esitarne in corrispondenza al nuovi mezzi di produzione, furono altrettante ragioni che indussero molti inventori a proporre l'armamento tutto metallico. In America e specialmente a *New-York* si trovano dei binari metallici da oltre vent'anni; per alcuni la rotaja è ancora quella a scanalatura sorretta, ad intervalli non maggiori di 1^m, da supporti in ghisa, i quali riposano sopra una lungherina di lamiera disposta a schiena d'asino. Per altri le rotaje ancora a scanalatura, come a *Montevideo*, sono sostenute da blocchi isolati di ghisa fra di loro rilegati con aste piatte di ferro, disposte in coltello. Per altre esiste sotto alle rotaje una lungherina continua di ghisa, su cui direttamente appoggiano.

Finora non sembra trovato peraltro un sistema d'armamento metallico sufficientemente economico da fare concorrenza a quello con lungherine in legno.

Armamento con traverse di legno. — L'armamento con traverse, che fa tanto buona prova nelle ferrate ordinarie, non poteva essere applicato alla rotaja colla scanalatura senza dare alle due ali verticali un'altezza

rilevante e renderne il peso eccessivo, oppure senza rendere oltremodo ravvicinate le traverse. Oltre a ciò occorre un cuscinetto per fissare una tale rotaja sulle traverse. Il signor Broca ha recentemente proposta la rotaja a suola con scanalatura come è indicato nella figura 151. Essa viene fissata direttamente sulle traverse col mezzo degli arpioni come sulle ferrate ordinarie. Però ciò propone il Broca quando si tratti di una via o di una strada con massciata di ghiaja. Se la via è selciata, non rimanendo un'altezza sufficiente sulle traverse per i selci, si è obbligati a interporre un cuscinetto di ghisa fra le rotaje e le traverse tanto da ottenere l'altezza necessaria.

Un fatto importante che giova mettere in rilievo per le rotaje a scanalatura è la pulitezza non rigorosa che si mantiene alla loro superficie. Questo fatto si spiega pel concorso di due circostanze, cioè: l'essere la rotaja a livello della superficie stradale e l'essere la scanalatura favorevole a mantenere ingombra

della superficie di movimento, la resistenza al movimento si fa sensibile; e l'esperienza ha provato infatti che una tale resistenza sui tramways è circa doppia di quella che si verifica sulle ferrate ordinarie, dove la superficie di movimento rimane sempre perfettamente pulita. Ciò scema notevolmente il vantaggio del binario, se lo scopo della sua introduzione è appunto quello di rendere minima la resistenza alla trazione come sulle ferrate ordinarie. Si hanno esempi di tramways, i quali essendo sopra strade molto frequentate da veicoli ordinari, non mantenuti puliti alla superficie e convenientemente, presentano la stessa resistenza alla trazione come le strade selciate o inghiaiate in perfetto stato di manutenzione. Vi hanno esempi di tramways dove si è adottata senz'altro la rotaja a suola Vignolle di 15 a 25 chilogrammi al m. l., e tenendone la superficie di movimento

alcun poco sopraelevata sul piano stradale, hanno raggiunto l'intento come sulle ferrate ordinarie, senza la spesa non indifferente di far pulire le rotaje di sovente. Ne fa esempio fra tanti la linea Roma-Tivoli.

Il signor Marsillon ha proposto ed ottenuto recentemente un sistema che corregge in qualche modo il difetto su menzionato delle rotaje a scanalatura. Egli adotta la rotaja Vignolle, ma a suola molto ristretta, come mostra la fig. 743, onde limitarne per quanto è possibile il peso; allato ad essa e internamente al binario aggiunge una controrotaja a mezzo fungo soltanto, oppure a fungo intero ma più ristretto che non quello della rotaja. E manifesto allora che la scanalatura, essendo senza fondo, non oppone alcuna resistenza al movimento; per lo meno occorrerà ripulirla soltanto a lunghi intervalli; l'acqua non vi si ristagna e non può formare pozzanghera come colle rotaje a scanalatura. V'ha perciò l'inconveniente che la controrotaja non concorre a resistere alla flessione insieme alla rotaja. Il Marsillon rimedia in parte a tale inconveniente, però a costo di maggior complicazione; egli rilega a vite la rotaja e la controrotaja, interponendo fra di esse un blocco di ghisa, sopra le traverse non solo, ma anche a metà di ogni intervallo fra una traversa e l'altra. Il peso complessivo risulta:

Peso della rotaja al m. l.	chilogr.	14.37
Peso della controrotaja al m. l.	»	11.28
Peso totale al m. l.	»	25.65

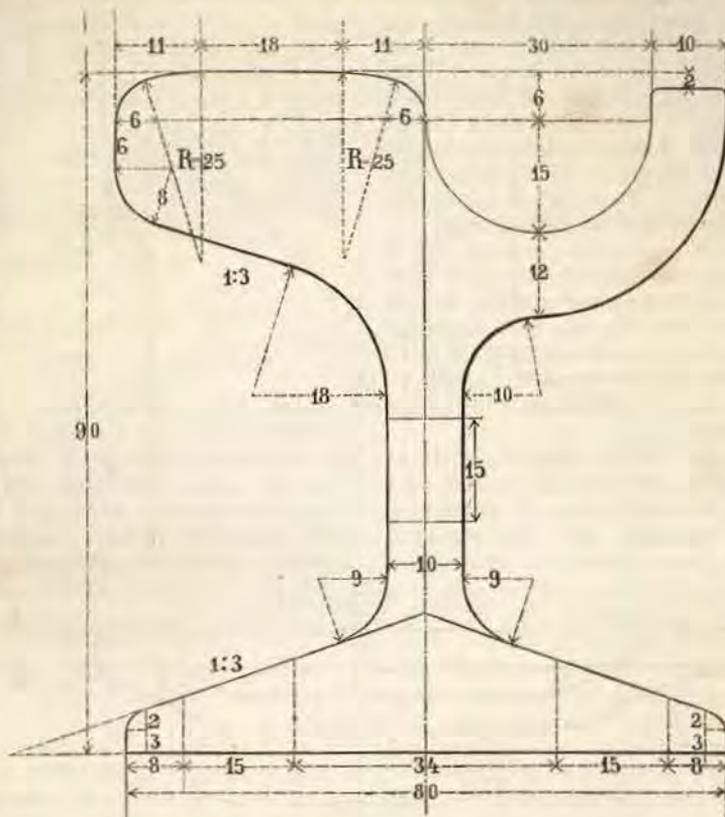


Fig. 742.

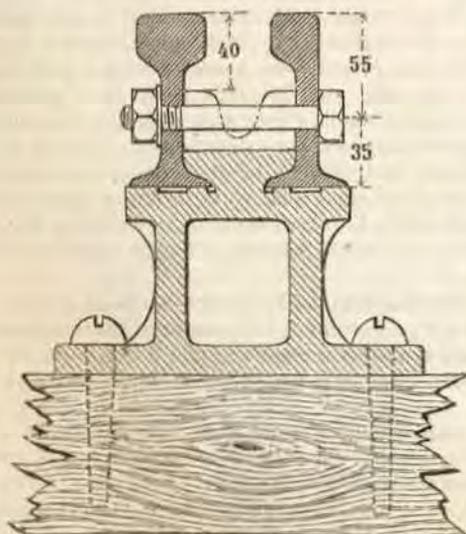


Fig. 743.

la rotaja dal polviscolo, ghiaja, fuscilli, tutte impurità che più o meno esistono o si producono sulla piattaforma stradale. D'altra parte senza una pulitezza perfetta

In Inghilterra si suol distendere un letto di calcestruzzo sotto al binario; e ciò è bene specialmente nelle grandi città dove il movimento è grande, e dove con una costruzione solida importa di rendere meno frequenti le riparazioni. Un buon letto di calcestruzzo sotto alle lungherine di legno attenua grandemente l'appunto che si fa a queste per la loro discontinuità. Nelle città i cedimenti parziali del binario sono anche facilitati dalle fosse che si scavano per condotture di scarico, o di acqua potabile, o di gas, ed è singolare che a Parigi, per esempio, non si applichi il sistema inglese. Si ha una spesa maggiore bensì, ma si mantiene più a lungo il binario in quelle condizioni più favorevoli di regolarità, onde la resistenza alla trazione riesce assai piccola.

Larghezza del binario. — Questo elemento, che in causa del servizio cumulativo è uguale presso quasi tutte le nazioni del continente europeo, per le strade ferrate ordinarie, viene lasciato generalmente agli autori dei progetti per le strade ferrate economiche, le quali, salvo casi eccezionali, sono destinate ad un servizio affatto locale. È stato molto discusso l'allacciamento di queste strade colle ferrate ordinarie.

Non bisogna credere però che la larghezza di 1^m.44 che venne scelta per molte ferrovie economiche, siasi così posta coll'intendimento di stabilire un servizio cumulativo colle ferrate ordinarie; altre disposizioni si richiederebbero per ciò, e così onerose da rendere illusorio il titolo di economiche alle ferrovie di tal nome.

Per le linee a doppio binario si suol limitare a circa 1^m la distanza interna fra le guide. A Marsiglia viene

lamentata la larghezza di 0^m.90 come troppo piccola, avuto riguardo alle dimensioni dei veicoli, fra i quali risulta esiguo l'interspazio all'istante dell'incrocicchio. Ma del resto la larghezza del binario dipende poi anche da quella della via in cui è collocato.

In Francia è stabilita la larghezza delle vie, dove vuolsi collocare un binario; deve essere almeno di 7^m.15. Deve poi essere almeno di 9^m.80 per potervi collocare due binari. Presso le altre nazioni si è generalmente meno esigenti. A *Liegi*, per esempio, il minimo è fissato a 6^m.

A *Gand* si concede di collocare un binario in tutte le vie dove si possa fare l'incrocicchio di un veicolo ordinario con uno del tramway; per tal modo risulta di soli 5^m la larghezza della via fra i marciapiedi, e in taluni casi di soli 6^m.45 la distanza fra i muri delle case. La distanza minima fra la rotaja e il marciapiede viene ammessa di 0^m.50; e da una tal parte resta vietato lo stazionamento di veicoli ordinari, ciò che a dir vero costituisce un inconveniente; l'esperienza però dimostra che non è grave; tutto sta nel formarvi l'abitudine.

In Francia si colloca di regola il binario nel mezzo della via, senza che per eccezione sia vietato diversamente. La fermata dei veicoli ordinari resta possibile allora da ambe le parti. La larghezza dei veicoli dei tramways era da prima di 2^m; ora è generalmente di 2^m.20. Lo spazio libero fra di essi ed ogni marciapiede, da 2^m.75 quale era prescritta da prima, è ora limitata a 2^m.50, tanto che basti pel passaggio d'un veicolo ordinario. Onde poter collocare un binario dovettero le Imprese in ta-

lune vie restringere i marciapiedi. Come limite però di tale restringimento è stabilito che dal muro alla rotaja più vicina siavi almeno 1^m di distanza.

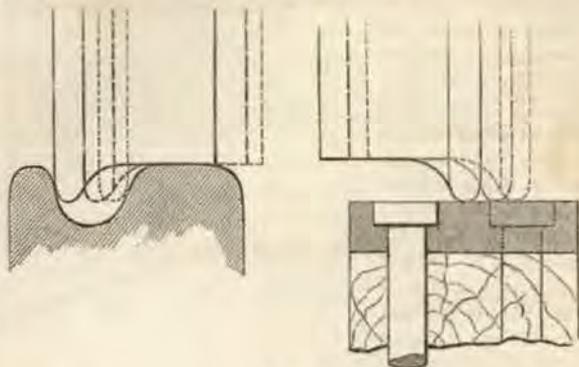


Fig. 744.

Raggi minimi delle curve. — La necessità di seguire l'andamento di vie già esistenti le quali piegano talora ad angolo retto, ha imposto nella costruzione dei tramways dei raggi di curvatura estremamente piccoli. Le rotaje devono subire allora delle modificazioni di forma onde permettere il libero passaggio dei veicoli. Generalmente questi sono a due sale guidate e mantenute rigorosamente parallele, sicché due ruote sopra una medesima guida si mantengono dirette secondo la corda che ne unisce i punti d'appoggio; e tale non può discendere

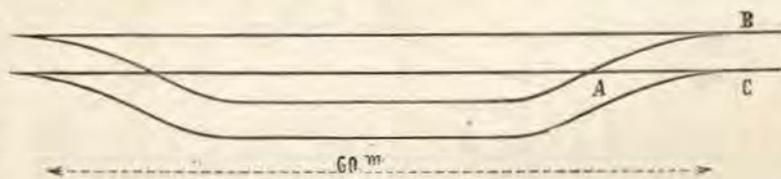


Fig. 745.

al disotto di un certo limite, come sulle ferrate ordinarie, senza che gli orletti delle ruote s'incastano nelle scanalature, creando una maggior resistenza al movimento, maggior consumo nel materiale e la tendenza allo sviaamento. Per ovviare a tali inconvenienti si suol applicare nella guida esterna una rotaja piatta, come è indicato nella fig. 744. In generale questa rotaja è fissata sulla lungherina mediante delle viti passanti a testa cieca, come è indicato nella stessa figura. Si dà poi alla rotaja la sopraelevazione che corrisponde alla velocità dei veicoli. Taluni costruttori ritengono che debbasi applicare la rotaja piatta ogni qual volta il raggio della curva è inferiore a 40^m. La Compagnia degli Omnibus di Parigi ha introdotti i veicoli a sterzo, pei quali è inutile la rotaja piatta.

Nei tramways di *Lille* si sono ammessi i raggi minimi di 15^m, e perfino di 12^m; ma sono limiti eccezionali. A Parigi si ammette come minimo il raggio di 25^m. La larghezza della scanalatura delle rotaje oscilla fra 29 e 35^m.

Scambii. — Allorquando il servizio sopra un tramway non è fatto da un motore solo, cioè non è come suol dirsi a navetta, è d'uopo, se il tramway è ad un solo binario, diramare da esso uno o più brevi tratti di binario, i quali servano di ricovero nei punti d'incrocicchio. La disposizione è semplicissima (fig. 745). Nel punto di incrocicchio A di due guide si colloca una piastra di ferro su cui passa l'orletto delle ruote, come sopra una rotaja piatta indicata nella figura 743. Una delle due punte B o C è fissa, e pel libero passaggio degli orletti vi è un

cuore. L'altra punta è mobile, ma senza congegno di manovra: consta di una lingua lunga 1^m all'incirca girevole intorno ad una spina verticale a testa cieca; essa si man-

tiene appoggiata sopra una rotaja piatta; secondochè si trova appoggiata contro il rialzo di destra o di sinistra, i veicoli sono avviati sopra l'uno o l'altro binario.

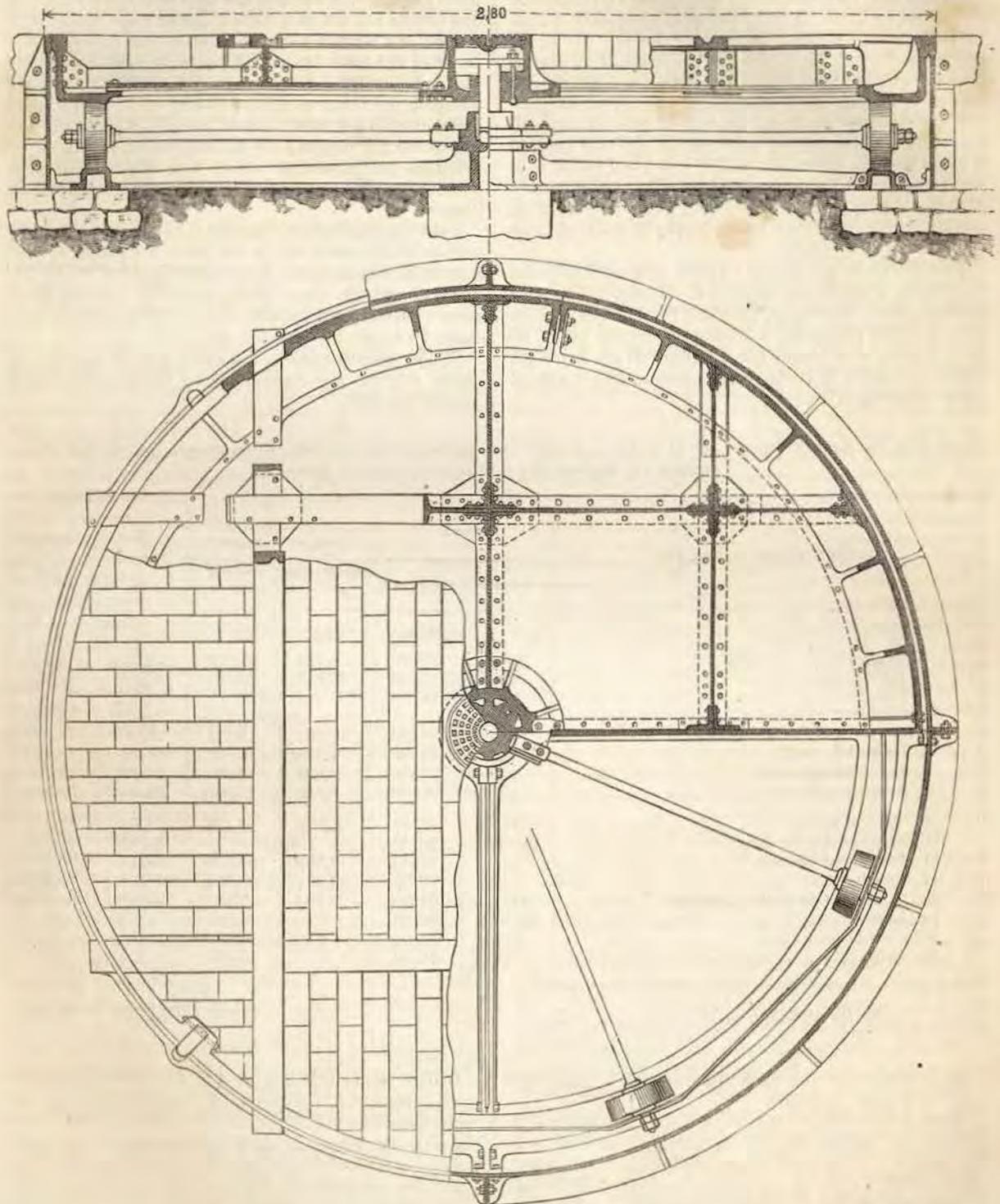


Fig. 746.

Piattaforme girevoli. — Sopra taluni tramways dove la trazione è fatta con cavalli, i veicoli portano una disposizione tale da poterli staccare, giunti al termine della corsa, e attaccare dalla parte opposta che diventa l'anteriore per la corsa di ritorno. Allora non è necessario

alcun accessorio alle estremità del tramway. Ma talora si preferisce lasciar attaccati i cavalli sempre dalla stessa parte; ed in tal caso è necessaria una piattaforma girevole. I cavalli una volta ammaestrati compiono la manovra spontaneamente.

Però non si potrebbe applicare una piattaforma affatto identica a quelle delle ferrate ordinarie. Alla superficie non reggerebbe a lungo un assito; e un disco di ghisa o di lamiera di ferro anche striato, dopo poco tempo si levigherebbe tanto da produrre lo scivolamento dei cavalli. Il signor *Delettrez* ha trovato modo di ovviare a tali inconvenienti. La figura 746 rappresenta la piattaforma di cui egli prese il brevetto. Il disco è di ghisa e ricoperto alla sua parte superiore d'un selciato eseguito con accuratezza mediante blocchi di grès di legno di quercia disposti colle fibre verticali. La parte sottostante è come per una piattaforma di ferrata ordinaria. Alla superficie non vi ha parte metallica all'infuori dei lembi del disco e della parete cilindrica in ghisa della fossa. Il piccolo circolo centrale è tutto solcato in modo da non dar luogo a scivolamento.

Un altro modo per girare i veicoli alle estremità dei tramways è quello del cerchio di ritorno. Si ammette generalmente come raggio minimo 8^m. Lo spazio occupato è quindi rilevante; e soltanto potrebbe essere ridotto ancora se i veicoli fossero dotati di sterzo; e più ancora se anche le ruote gemelle fossero folli e non solidali colla rispettiva sala.

Costo delle vie ferrate. — È questo un elemento che manca per molte linee, e per molte altre presenta delle forti discrepanze, causa le condizioni diverse di concessione e di spese eventuali. Qui appresso viene riportata una tabella che indica il costo di molte linee inglesi. Fra le spese che ingiustamente si vogliono far sostenere alle Imprese dei tramways vi è quella gravissima del selciato. A Londra si calcola in media 5^m.50 la larghezza occupata dai tramways a due binarii ed a 17 lire il costo dei ciottolati per metro quadr.; sicchè vi ha la spesa di 94,000 lire per chilom., che giustamente dovrebbe essere a carico del Municipio. Dove non esiste il selciato, questo viene imposto collocando in qualunque via un binario.

Il sistema particolare d'armamento non influisce tanto quanto il peso delle rotaje nel costo complessivo, dove influiscono anche molto il selciato e il calcestruzzo; ciò viene dimostrato dalla tabella qui sotto. Il costo del binario vi entra per un valore relativamente piccolo, oscillando fra 15,926 lire a 25,715 lire.

Si noti peraltro che a tali spese occorre aggiungere quelle relative alle concessioni, al Parlamento, agli ingegneri ed altri.

Costo delle vie ferrate inglesi per chilometro a binario semplice, comprendente: fondazione, binario e selciato; esclusi gli incroci e le diramazioni o scambi.

DENOMINAZIONE DELLA VIA	Rotaje		Scavo e calcestruzzo	Binario e collocam.	Selciato	Spesa totale
	materia	peso al m. l.				
1. Tramway di Londra	ferro	25.00	4,754	23,316	55,376	83,446
2. Edimburgo	id.	26.00	18,242	24,161	42,138	84,541
3. Dundee	id.	30.00	41,300		37,601	78,901
4. Glasgow 1 ^a impresa			50,482		23,058	73,540
5. » 2 ^a »	ferro	30.00	10,597	25,715	47,685	83,997
6. Bristol-Kincaid	id.	21.50	7,520	19,655	41,020	68,195
7. Leicester-Kincaid	id.	23.50	4,894	17,853	20,020	42,767
8. Southport-Beloe	id.	20.00	8,810	23,385	26,368	58,563
9. Wirral-Beloe	id.	26.00	7,302	20,478	24,550	52,330
10. Manchester-Barher	acciajo	20.00	36,047		41,020	77,067
11. Liverpool-Deacon	id.	30.50	19,592	22,685	28,030	70,307
12. Souttar	id.	27.50	15,491	21,955	42,138	79,584
13. Porto di Glasgow-Ransome	ghisa	101.00	9,493	37,601	38,782	85,876
14. Livesey	acciajo	20.00	?	18,303	?	?
15. Cockburn-Muir	ferro	15.00	?	16,290	?	?
16. Dowson	id.	15.00	?	15,926	?	?
Media escluso il n. 13			10,789	21,582	35,597	71,240

In Inghilterra come anche in America i tramways sono oltremodo popolari.

Basti il dire che sui tramways della Corporazione di *Glasgow* il reddito nel 1876 raggiungeva la somma di lire 2847 per chilometro e per settimana di sei giorni. Tale reddito superava notevolmente quello delle strade ferrate più attive di Londra, cioè quello della linea Londra-North Western.

Nel 1875 questo reddito arrivava a lire 1724 per chilometro e per settimana.

Il fatto che i tramways in Inghilterra ed in America sono oggetto di buona speculazione, ha attratto gran numero di costruttori ed imprenditori a tentare la stessa sorte presso le altre nazioni.

D'altro canto i Municipii e le Provincie, scorrendo molti concorrenti a disputarsi le concessioni, hanno elevato ed elevano le loro pretese; così molti concessionarii che sotto l'impressione della concorrenza hanno accettato dei capitoli troppo onerosi si sono esposti a rischi gravi. Ma con tutto ciò l'avvenire dei tramways non è punto compromesso. Importa assai che gli studii e l'esecuzione nonchè l'esercizio siano affidati a persone molto competenti.

Legislazione sui tramways. — In Inghilterra fu emessa una legge sui tramways nel 1870. Ecco il sunto della parte che si riferisce alla costruzione:

« I promotori di tramways devono presentare all'autorità interessata una copia del progetto dettagliato.

« Le autorità locali possono ottenere una Ordinanza provvisoria che autorizzi la costruzione di tramways nel loro distretto.

« Permessi simili sono dati a persone qualsiasi col consenso del Ministero del commercio e dell'autorità locale.

« Il Ministero del commercio ha qualità e potere per l'esame delle domande e delle obiezioni che può avere sollevato.

I tramways saranno costruiti possibilmente in mezzo alle strade; se questa è larga non meno di 9^m.44, ed un terzo dei proprietari o bottegai lo reclamano, la rotaja più vicina ad ogni marciapiede dovrà distare almeno di 2^m.90.

« L'Ordinanza provvisoria deve specificare la natura del traffico e le tasse. Essa non viene rilasciata che dietro deposito di una somma pari al quattro per cento del costo preventivato del tramway.

« Un'Ordinanza provvisoria non ha effetto prima della conferma del Parlamento.

« I terzi possono intervenire in seno alla Commissione per opporsi al *Bill*.

« Il Ministero del commercio può ritirare, modificare o cambiare un'Ordinanza provvisoria con un'altra che pure va soggetta all'approvazione del Parlamento.

« Le rotaje dei tramways devono essere a livello della superficie stradale. Quando non ne sia indicata la larghezza, questa s'intende di 1^m.435 sicchè vi possano circolare i veicoli delle ferrate ordinarie ».

Al Parlamento francese venne presentato più volte un progetto di legge sui tramways; fu sempre variato ed il ministro dei lavori pubblici ha dovuto ultimamente rifarlo a nuovo.

Fu approvato dal Parlamento ed emanato come legge l'11 giugno 1880.

Esso contiene fra le diverse disposizioni che in fondo sono poi comuni da per tutto, due speciali: la prima stabilisce un sussidio governativo; la seconda mette un freno all'emissione delle obbligazioni che pur troppo sono in molti casi la rovina di tante famiglie mal lusingate.

Nella stessa legge sono contemplate le strade ferrate economiche che si costruiscono su piattaforma nuova e i tramways propriamente detti.

In Italia i tramways hanno preso in questi ultimi anni un notevole sviluppo. Alla fine del 1879 se ne avevano 515 chilom. in esercizio, di cui 162 chilom. con trazione a cavalli; il resto con trazione a macchina. Si avevano inoltre 144 chilom. in costruzione e 1007 chilom. in progetto. Si tende all'adozione delle macchine in sostituzione dei cavalli, la cui applicazione viene oramai qualificata come barbara.

Una legge sui tramways è già elaborata e sarà quanto prima sottoposta all'approvazione del Parlamento.

BIBLIOGRAFIA. — Oppermann C. A., *Traité complet des chemins de fer économiques*. Paris, Dunod, 1873, 1 vol. e atl. in-4°. — Pinzer L., *Die geometrische Construction von Weichen-Anlagen für Eisenbahn-Gleise mit zahlreichen Tabellen und Rechnungsbeispielen für den praktischen Gebrauch bearbeitet*. Aachen, Mayer, 1823, 1 vol. in-8°. — Rombeaux (Strade ferrate romane), *Istruzioni relative alla unificazione delle dimensioni della via ed al suo riordinamento*. Firenze, Civelli, 1871, 1 vol. in-8°. — Couche Ch., *Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer*. Paris, Dunod, 1867-76, 3 vol. in-4° e 3 atl. in-folio. — Bacle L.,

Les voies ferrées. Paris, Masson, 1882, 1 vol. in-8°. — Clark I. C., *Tramways, construction et exploitation*; ouvrage traduit de l'anglais et augmenté d'un *Appendice sur les tramways français*, par O. Chemin. Paris, Dunod, 1880, 1 vol. in-8° e atl. in-4°. — Goschler Ch., *Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer*. Paris, Baudry, 1872, 2 vol. e atl. in-8°. — Hensinger von Waldeg, *Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik unter Mitwirkung von Fachgenossen*. Leipzig, Engelmann, 1875, 4 vol. e 4 atl. in-4°. — Lavoine et Pontzen, *Les chemins de fer en Amérique*; tome 1^{er}: *Construction*. Paris, Dunod, 1880, 1 vol. in-8° e atl. in-folio. — Loria L., *Lezioni sulle strade ferrate*. Milano, Tip. degl'Ing., 1874, 1 vol. in-4° e atl. in-folio.

C. SAVIOTTI.

FIAMMIFERI. — Franc. *Allumettes*. Ted. *Schwefel-faden*. Ingl. *Lighting sticks*. Spagn. *Flamigeros*.

Generalità e notizie storiche. — Fiammiferi chiamansi gli stecchini di legno o dei corti lucignoli rivestiti di un leggero strato di cera o di stearina, stati intrisi dall'un dei capi in una mistura che per sfregamento s'inflamma.

L'uso dei fiammiferi è uno dei mezzi più recenti per procacciarsi del fuoco. Presso alcuni popoli selvaggi, si soleva in antico, e suolsi ancora al presente, procurare il fuoco sfregando l'uno contro l'altro con violenza due pezzi di legno resinosi ben secchi (1); per la confricazione, la forza viva si trasforma in calore, e questo si produce in quantità tale da accendere il legno, il quale in seguito continua ad ardere di per sè. I tornitori ancora oggidì usano carbonizzare in tal modo il legno superficialmente, per impartirgli una data apparenza.

I Romani sfregavano l'uno contro l'altro due pezzi di legno di edera o di lauro per accendere delle foglie secche. L'accensione era sollecitata dando un rapido movimento di rotazione ad un pezzo di legno introdotto in un foro praticato in un altro pezzo. Ai tempi di Tito usavasi introdurre la punta di un bastone di zolfo entro legno fracido, indi sfregando su d'una lastra di pietra procuravansi il fuoco. Nel xiv secolo già si conosceva l'uso dell'acciarino, della pietra focaja, dell'esca e dei fucelli di legno zolforati. Fino al 1820 si può dire che non si conobbe altro modo di procacciarsi il fuoco.

Per lunga serie di anni quindi, pei popoli civili l'unico comodo modo di procacciarsi il fuoco consistette nell'utilizzare la scintilla prodotta dall'urto di un pezzo d'acciajo (*acciarino*) sopra una seaglia di silice piromaca (*pietra focaja*) accendendo un pezzetto di stoffa di canapa carbonizzata, posta in un vaso. Più tardi a questa materia accessibile si sostituì una specie di fungo (*boletus ignarius*) (2), l'esca, che si preparava per quest'uso, immergendola prima in una soluzione di nitrato di potassio e sottomettendola ad una battitura con mazza-picchio; l'esca in ignizione serviva ad infiammare dei fucellini di legno tenero e secco intrisi di zolfo ad uno degli estremi (*zolfanelli, zolfani*).

Gli specchi ustori servirono anticamente per procurarsi il fuoco, ed è noto a tutti come Archimede con un grande specchio ustorio ardesse le navi nemiche nel porto di Siracusa; celebri sono ancora gli specchi ustori di Kirker e di Buffon, coi quali questi ottennero risultati paragonabili con quelli del grande fisico italiano.

L'accendilume pneumatico fu per qualche tempo in voga, ma ora lo si conserva solo nei musei di fisica; con questo congegno si accendeva l'esca mediante il calore

(1) Vedansi le dettagliate descrizioni fatte dal Darwin e dal principe Neuwied — Darwin's *Reisen*, vol. II, pag. 182; Neuwied, *Reise nach Brasilien*, vol. II, pag. 18.

(2) L'*agaricus* o *boletus ignarius* cresce sulla scorza delle vecchie piante di quercia, di frassino o di faggio, e raccogliasi in agosto o settembre.

sviluppato nella compressione dell'aria. Una massa d'aria contenuta in un cilindro di vetro o di metallo, fortemente compressa da un colpo subitaneo di stantuffo, estrica tanto calore, sufficiente ad infiammare la materia grassa che unge lo stantuffo. Se allo stantuffo si adatta un pezzettino d'esca, questa coll'urto violento s'accende.

Col mezzo di scintille svolte dall'elettroforo, Volta costruì un accendilume col quale accendeva il gas idrogeno. La scoperta della proprietà che possiede l'idrogeno d'infiammarsi facilmente, fu il punto di partenza di nuove ricerche sul mezzo di procurarsi il fuoco.

Approfittando della proprietà che possiede il platino finamente diviso (spugna di platino) di condensare l'ossigeno e l'idrogeno e di accenderli, il Döbereiner di Jena, nel 1823, costruì un elegante apparecchio, chiamato *lampada di Döbereiner* od a *gas idrogeno*, ancora oggi in alcuni luoghi adoperata (V. articolo CHIMICA, vol. II, pag. 570, fig. 967). Questo apparecchio, benché di molto superiore agli anteriormente usati, per l'inconveniente che presenta di non essere facilmente trasportabile, non pervenne a rimpiazzare l'acciarino. Quantunque la scoperta del Döbereiner non abbia esercitata un'influenza diretta sull'invenzione dei fiammiferi, tuttavia fu quella che fece rivolgere maggiormente l'attenzione al perfezionamento dei mezzi di procurarsi il fuoco.

Quasi nello stesso tempo si pensò d'utilizzare la proprietà che possiede il fosforo d'infiammarsi facilmente all'aria. Una prima applicazione, la quale occupa un posto importante nella storia dell'industria dei fiammiferi, fu quella di fondere con precauzione in un tubo di vetro o di piombo parti eguali di zolfo e di fosforo; chiuso immediatamente il tubo con un tappo, in tale stato la miscela si conservava per l'uso. Per avere il fuoco si toglieva il tappo dal tubo e si immergeva nel contenuto un bastoncino di legno; la piccola quantità di materia che vi rimaneva aderente, accendevasi venendo in contatto coll'aria, comunicando l'accensione al legno. A detta del chimico Rodolfo Wagner, questo processo apparve per la prima volta ad Erfurt in Germania.

Allo zolfo, nel miscuglio del tubo, Derepas sostituì materie inerti, quali la magnesia, sabbia fina, ossido di ferro, polvere di sughero, ecc., e ciò col solo scopo di suddividere il fosforo. Per avere il fuoco con questa miscela da fiammiferi, mediante fuscellino di legno zolforato, se ne prelevava dal tubo una particella e la si sfregava sopra una superficie leggermente rugosa (Fr. Knapp).

L'invenzione dei *fiammiferi chimici* o *zolfanelli ossigenati* che si fabbricavano a Vienna fino dal 1812 (100 di questi fiammiferi costavano allora un fiorino) costituisce un gran progresso in paragone dei modi usati anteriormente, e segnò un'altra epoca rimarchevole nella storia di quest'industria. Questi accendilumi si preparavano nel modo seguente: si mescolavano insieme 25 parti di fiori di zolfo lavati, 30 parti di clorato potassico macinato a parte e 2 parti di licopodio; si impastavano queste sostanze con 1 parte di mucilagine di gomma dragante, colorando la pasta con indaco, minio o cinabro. In questa pasta erano immersi dei fuscelli di legno per uno dei loro capi ed erano fatti seccare all'aria impiantandoli per l'estremo opposto nella sabbia od in altro sostegno qualsiasi. Per accenderli, si toccava con acido solforico concentrato il capo stato intriso nella pasta. A tal uopo, per maggior comodità, in apposite boccettine di vetro era contenuto dell'amianto inzuppato nel detto acido.

I fiammiferi chimici avevano l'inconveniente di prendere fuoco con una specie di esplosione, proiettando tutt'all'intorno particelle incandescenti, pel che riescivano incomodi e pericolosi di notte ed in viaggio. Inoltre, per l'igroscopicità dell'acido solforico, questo si affievoliva a segno d'essere presto inservibile, non potendo la miscela essere infiammata dall'acido diluito. Spesso avveniva anche che l'acido idratandosi, aumentando di volume, traboccasse dalla boccetta e guastasse ciò che n'era tocco.

Fino al 1844 questo processo, ad onta dei suoi inconvenienti, fu il solo maggiormente in uso in Europa. L'inventore fu il Chancel quand'era assistente del Thénard in Parigi (1805).

Basandosi sullo stesso principio, verso il 1830, si preparavano in Inghilterra dei fiammiferi denominati *prometheans*. Per prepararli s'introduceva un miscuglio di clorato potassico e zucchero in un rotolo di carta fina, che sosteneva inoltre un piccolo tubo di vetro, chiuso ai due estremi e contenente acido solforico. Per avere l'accensione si strofinava il fiammifero contro un corpo duro; si rompeva per tal modo l'estremità del tubetto, l'acido solforico arrivava in contatto della massa infiammabile, e producendo la reazione, si otteneva l'accensione. I *prometheans*, pel loro prezzo elevato, non diventarono mai di uso generale. La loro accensione ottenendosi collo sfregamento, ciò può sembrare un primo tentativo all'invenzione dei fiammiferi attualmente usati; ma non lo è, perchè la loro combustione si produceva non per causa efficiente dello sfregamento, ma indirettamente.

I primi veri *fiammiferi a sfregamento* comparvero verso il 1832, sotto il nome di *fiammiferi alla Congreve* ed anche impropriamente *fiammiferi elettrici*. Essi, costituiti da fuscellini insolfati, contenevano sopra lo zolfo un piccolo strato di una miscela composta di 1 parte di clorato potassico e 2 parti di solfuro di antimonio grigio, la qual pasta fissavasi per mezzo di colla o di gomma arabica. Per accendere questi fiammiferi, si sfregavano fra due superficie di carta smerigliata o vetrata, che si premevano fra le dita. L'accensione richiedeva una pressione non indifferente, e succedeva spesso che la preparazione infiammabile si staccasse dal fuscello di legno e detonasse fra le superficie scabrose, senza accendere il legno.

Non si può determinare con esattezza chi per primo ebbe la felice idea di sostituire il fosforo al solfuro d'antimonio.

Dalle ricerche di Nicklès risulta indubitabilmente che già nel 1805 il fosforo era impiegato in Parigi per fare fiammiferi.

Nel 1809 Derepas, come si è già detto, diminuiva la grande infiammabilità del fosforo mescolandolo con magnesia od altro, allo scopo di suddividerlo; pare però che il primo che abbia preparato dei veri fiammiferi fosforici a sfregamento sia stato Derosne.

Nel 1833 questi comparvero simultaneamente in diversi paesi. Preschel di Vienna preparava nello stesso anno fiammiferi fosforici, ed altri apparecchi infiammabili coperti della stessa pasta, come esca accensibile, accendi-sigaro, ecc. Presso a poco nello stesso tempo si fabbricavano dei fiammiferi fosforici in Darmstadt per opera di Fr. Moldenhauer (1).

Nella Germania del Sud si considera generalmente lo svevo J. F. Kammerer (morto nel manicomio di Ludwigs-

(1) G. Thiel, professore al Politecnico di Darmstadt, in una Memoria dettata e pubblicata nel *Jahresbericht der chem. Technologie*, del 1856,

mette in luce il merito del Moldenhauer relativamente all'industria dei fiammiferi in Germania.

burg nel 1857) come l'autore della scoperta dei fiammiferi fosforici.

In Inghilterra si attribuisce la scoperta dei « *Lucifer matches* » al chimico John Walker, farmacista di Stockton; tale è almeno l'opinione del Faraday.

Queste paste infiammabili, che si componevano essenzialmente di clorato potassico e di fosforo, possedevano una grande infiammabilità, ma presentavano l'inconveniente di dare luogo ad una specie di esplosione, che aveva per effetto di spruzzare tutt'intorno la pasta in ignizione; inoltre la loro preparazione ed il trasporto non erano esenti da pericoli, perciò in molti paesi della Germania ne veniva proibita la fabbricazione e l'uso.

Nel 1835, da Trevany, il clorato potassico fu in parte rimpiazzato con un miscuglio di minio e perossido di manganese.

Nel 1837, Preschel, il probabile vero autore dell'industria attuale, vi sostituiva completamente il perossido di piombo pulce, e Böttger un miscuglio di minio e nitro (oppure ossido pulce e nitrato di piombo). Da quest'epoca soltanto data il grande sviluppo dell'industria dei fiammiferi, che specialmente in Austria, ed in Svezia prima, e da alcuni anni anche in Italia, ha preso proporzioni straordinarie.

In progresso di tempo i fiammiferi subirono ancora nuovi perfezionamenti; si sopprime lo zolfo e s'imbevve l'estremità dei fuscellini con cera, acido stearico o paraffina. Si coprono le qualità più fine con una vernice, non solo per preservarle dall'umidità, ma anche per renderle di più bello aspetto. Senza tema d'esagerare, si può asserire che la fabbricazione dei fiammiferi è giunta attualmente al massimo grado di perfezione che un'industria possa raggiungere.

Ad onta però di tutte le loro eccellenti qualità, i fiammiferi fosforici presentano degli inconvenienti gravi. In primo luogo il fosforo agisce come veleno per la sua volatilità, e nei primi tempi della sua introduzione ha mietuto tra gli operai molte vittime, il che ora in minor grado si verifica, per una migliore ventilazione delle fabbriche.

Malgrado le note ricerche di E. von Bibra e Geist e le osservazioni di Sieveking, non si conosce ancora con certezza il perchè le malattie della mascella inferiore, che si manifestano nei lavoranti delle fabbriche di fiammiferi, non si osservino affatto in quelli delle fabbriche di fosforo, quantunque spesso questi operai respirino quantità tali di fosforo, da rendere luminosa nell'oscurità l'aria che esce dai loro polmoni (R. Wagner).

Come mezzo profilattico, si è proposta l'*acqua ragia* (essenza di trementina), i cui vapori mescolati all'aria nella proporzione di $\frac{1}{4000}$, hanno la proprietà d'impedire completamente l'emanazione dei vapori di fosforo. Si è perciò proposto di incorporare nella pasta fosforica un poco di detta essenza (1).

L'introduzione nell'organismo di piccole quantità (qualche centigrammo) di fosforo determina la morte.

Per la facilità colla quale anche i meno abbianiti possono procurarsi dei fiammiferi, potendo trovarsene ovunque e fra le mani di tutti, per imprudenza od inesperienza, essi possono essere cagione di gravi accidenti; ciò spiega altresì la causa dei molti attentati di suicidio e di delittuosi venefici che avvengono frequentissimi mediante l'uso di fiammiferi fosforici. In questo doloroso fatto si riassumono, per così dire, tutte le ragioni che si possono invocare contro l'uso del fosforo nella fabbricazione dei fiammiferi.

Perciò quando E. Kopp segnalò, e Schroetter trovò, un modo facile di preparazione industriale del fosforo rosso (*fosforo amorfo*), il quale conservando i vantaggi del fosforo ordinario, non ne possiede gli inconvenienti, la scoperta fu accolta come un vero beneficio per l'umanità, e Governi ed industriali l'accettarono con entusiasmo. Però, delle molte speranze che si erano concepite per l'impiego del fosforo rosso nella fabbricazione dei fiammiferi, poche furono quelle che fino ad oggi furono realizzate. Cionnullameno, da quanto si è potuto constatare dalle ultime esposizioni internazionali, al fosforo rosso sembra essere, in un avvenire non lontano, riservata una benefica e considerevole influenza sullo sviluppo dell'industria dei fiammiferi.

Diverse sono le qualità di fiammiferi che si fabbricano. Oltre all'essere di materia diversa il gambo, anche la capocchia differisce per essere a base di fosforo comune, a base di fosforo rosso, od a base non fosforica.

FABBRICAZIONE DEI FIAMMIFERI DI LEGNO.

La fabbricazione dei fiammiferi di legno a base di fosforo comprende diverse operazioni distinte, e sono:

- 1° Il taglio del legno in filetti o bacchette, che poi vengono ritagliati in fuscilli;
- 2° Mettere il mazzo dei fuscilli entro telai pareggiandone gli estremi;
- 3° L'insolfatura o l'immersione in un corpo grasso liquefatto dell'estremo a cui si applica in seguito la capocchia;
- 4° La preparazione della pasta fosforica;
- 5° L'applicazione della pasta all'estremo già preparato collo zolfo o coll'immersione in un corpo grasso;
- 6° La disseccazione dei fiammiferi incapocchianti;
- 7° Lo smontarli da torchietti, l'incastonarli, l'introdurli nelle scatole, ecc.

Taglio del legno in filetti. — I legni più frequentemente usati sono: l'abete, il pino, il pino bianco di Olanda, la betulla; più di rado il pino di Scozia, il faggio, il tiglio, l'alberella, il salice ed il cedro.

Primitivamente i fuscilli erano tagliati con coltelli a mano; ma fu presto abbandonato un tale metodo rudimentale, col quale ottenevansi fuscilli irregolari, e si immaginarono delle pialle speciali, prima a mano, poi a macchina, per mezzo delle quali si ottengono i filetti tagliati regolarmente di forma prismatica o cilindrica.

Per i fuscellini prismatici la macchina da fendere il legno è munita di uno o più coltelli; nel primo caso il coltello è fissato ad una leva e con essa si innalza e si abbassa; dopo ogni taglio il cubo di legno si fa avanzare dello spessore di un filetto; fatta una serie di tagli paralleli, si pratica una nuova serie di tagli perpendicolari ai primi, e così si ottengono i piccoli filetti. Nel secondo caso le lame sono in un dato numero fissate solidamente ad un sostegno, ed il legno vi viene spinto contro.

Fino dal 1820 Pelletier, di Parigi, immaginò una macchina per tagliare i filetti, la quale è disposta nel modo seguente: una pialla lunga 36 centimetri e larga 9 si muove avanti e indietro su d'una tavola per mezzo di una biella e di una manovella; movendosi la pialla passa sul pezzo di legno che le sta sotto, il quale di per sé si solleva ad un'altezza voluta. La pialla porta un ferro collocato verticalmente, munito alla parte inferiore di 24 punte acute. Dietro a questo ferro si trova una larga lama da pialla ordinaria; ad ogni colpo di pialla il primo ferro fa 24 scanalature tra loro parallele e perpendicolari alla superficie del legno, ed il secondo, che agisce subito dopo, asporta una laminetta di legno dello spes-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, vol. LXVIII, pag. 543.

sore voluto, che, in seguito ai tagli verticali fatti prima, si divide immediatamente in piccoli filetti.

La macchina di Cochot (1830) è costruita in modo da dare un prodotto considerevole. In questa macchina 30 pezzi di legno, della lunghezza di un fiammifero, sono fissati sulla periferia di una ruota di ferro di un metro di diametro; quando si fa girare la ruota i blocchi di legno passano uno dopo l'altro su di un piccolo cilindro munito di lame d'acciaio, che, come la pialla dentata della macchina precedente, fa delle scanalature parallele; subito dopo una lama di ottone diritta ed immobile porta via dal legno una lamina, che rimane allora divisa in piccoli fucelli.

La macchina di Jeunot, brevettata in Francia nel 1848, ha qualche analogia colla precedente relativamente al suo modo d'operare.

Nella macchina recentemente costruita da Lang, la riduzione del legno in filetti si fa nel modo seguente: su un carretto, che si può muovere orizzontalmente, si fissa solidamente tra due cilindri un pezzo di legno (la direzione delle fibre essendo parallela all'asse dei cilindri), e si spinge dapprima il carretto contro un certo numero di coltelli separati gli uni dagli altri da intervalli eguali alla larghezza dei fiammiferi, e che fanno sul pezzo di legno un numero di tagli corrispondenti; per mezzo poi di un coltello orizzontale, si taglia secondo la larghezza il pezzo di legno, il quale in seguito ai tagli praticati dagli altri coltelli rimane diviso in piccoli filetti isolati.

In Germania, quasi ovunque fabbricansi i filetti mediante la pialla inventata da Stephan Römer di Vienna, colla quale ottengonsi con molta facilità dei filetti abbastanza rotondi. Questa pialla differisce dalle comuni in ciò, che il consueto ferro è una lama d'acciaio fuso lunga da 14 a 15 centimetri, larga 1 e grossa $\frac{1}{2}$ centimetro; è un po' curva all'uno degli estremi, ivi assottigliata col mezzo della lima, e porta da 3, 4 o 5 fori cilindrici disposti orizzontalmente uno accanto all'altro, fatti questi con trapano ad archetto, aggranditi e nella parte anteriore accuratamente affilati colla lima. Una pialla di tal fatta a tre fori è ritenuta generalmente la più conveniente. Per usarla, scelto il legno adatto, quello cioè a fibre dritte ed esente da nodi, il pino per solito, si sega in pezzi di 75, 80 centimetri ad un metro di lunghezza. Fissato il pezzo sopra una tavola da falegname, se ne uguaglia la superficie con una pialla comune, indi, spingendo contro il legno la pialla apposita, se ne traggono tanti filetti quanti sono i fori della lama. Si spiana quindi di nuovo colla pialla comune, poi di nuovo colla pialla da fiammiferi, e così di seguito.

Contemporaneamente a quella di Römer, un'altra pialla venne proposta da Anthon, di Darmstadt, la quale fu rapidamente adottata nel sud-ovest della Germania.

Neukrantz di Berlino, nel 1845, sullo stesso principio della pialla a mano costruì una macchina, nella quale si formavano contemporaneamente da quindici a venti filetti, spingendo, per mezzo di un carretto, il legno contro un ferro tubulare fissato solidamente.

Krutzsch di Wünschendorf in Sassonia (1848) ha fatto un'interessante applicazione di questo mezzo, servendosi di una piastra d'acciaio portante un gran numero di fori (circa 400) molto vicini gli uni agli altri. Contro questa piastra, i cui fori sono a margini taglienti, si spinge, per mezzo di forte pressione, un pezzo di legno nella direzione delle sue fibre, eppoi si tira per mezzo di una specie di tanaglia, e così rimane diviso in filetti rotondi. Un pezzo di legno di 3 centimetri di diametro dà 400 filetti, che colla lunghezza di un metro danno ognuno 20 fu-

scellini da fiammiferi. La preparazione di questi 8 mila fucelli dura circa due minuti.

Un'altra macchina, quella di Andree e C. di Magdeburgo, agisce piuttosto a guisa di pialla: tre ferri sono situati parallelamente fra di loro ed agiscono perciò uno dopo l'altro; il primo non fa che preparare il legno, il secondo forma una metà del cilindro ed il terzo forma l'altra metà.

Da qualche anno si parla molto della macchina piallatrice di Wawra. Questa macchina imita, come quella di Neukrantz, la piallatura a mano, ma in un modo molto più perfetto, perchè qui la pialla non è fissa, ma tenuta dalla mano dell'operajo. Tuttavia esso trova un punto d'appoggio su di un regolo collocato trasversalmente sopra la macchina e che può essere sollevato od abbassato a seconda dell'altezza del pezzo di legno che si lavora. Questo regolo, servendo di punto d'appoggio alla pialla tenuta colla mano, rende possibile il piallare il legno storto e disuguale, come se si lavorasse a mano. Il colpo che deve dare l'operajo colla pialla a mano per ottenere dei filetti della lunghezza del legno, qui è prodotto dalla macchina, e l'operajo non ha che da tenere ferma la pialla e collocarla nella posizione conveniente.

Secondo lo stesso principio si possono anche ottenere dei filetti a sezione diversissima. Ciò che vi ha di essenziale nell'invenzione di Wawra è l'impiego del regolo come punto d'appoggio per la pialla, qualunque sia del resto la forma che essa può avere. Senza di ciò non sarebbe quasi possibile di piallare il legno nel senso delle fibre, salvo che si lavorasse a mano.

I filetti di sezione qualsiasi, per tagliarli della lunghezza voluta (da 5 a 7 centimetri), si uniscono in mazzi e si legano di tratto in tratto con spago, in modo che ciascuna legatura si trovi alla distanza conveniente, perchè nel tagliare per traverso il mazzo intero se ne abbiano dei mazzetti, ciascuno dei quali deve rimanere legato sulla metà. Per eseguire i tagli, si fa uso di una macchina detta la *ghigliottina*, che consiste in una piccola scatola larga circa 6 centimetri, che porta una fenditura trasversale destinata a ricevere un coltello. In questa fenditura si innalza e si abbassa il coltello bene affilato, che si trova fissato ad una leva, ed agisce piuttosto premendo che tagliando. In ogni movimento d'innalzamento del coltello a leva, da opportuna e facile disposizione meccanica, il fascio di filetti è spinto innanzi alla fenditura quel tanto di cui si desidera lungo il fiammifero. Un operajo lesto, così operando, produce in un giorno da 400,000 a 500,000 fucellini.

Oggigiorno, in seguito ai grandi progressi fatti dall'industria in discorso, il taglio del legno in filetti od in fucellini e la fabbricazione propriamente detta dei fiammiferi sono oggetto di due industrie distinte. Nei paesi ricchi di boschi, si preparano quantità enormi di questi fucelli, che sono poi venduti alle fabbriche di fiammiferi.

Nelle foreste della Baviera, di Boemia, di Turingia, nella Svezia e Norvegia, specialmente nell'inverno, i contadini si occupano in questi lavori. Anche in alcune delle nostre valli alpine (in quella di Pinerolo per es.), quest'industria ha preso un discreto incremento. Però la produzione nostrana è affatto insufficiente a soddisfare le esigenze delle fabbriche nazionali di fiammiferi, e lascia molto a desiderare anche per la qualità dei filetti, dimodochè la loro importazione viene fatta ancora su vastissima scala.

Disposizione dei fucelli entro i telai. — Affinchè i fucelli possano essere ad uno dei loro estremi ricoperti con zolfo, quindi colla pasta fosforica, occorre che siano fissati ad una certa distanza gli uni dagli altri. Servono

a tale scopo delle piccole assicelle lunghe da 30 a 50 centimetri e larghe 4 o 5, la cui faccia superiore è munita di circa 50 scanalature trasversali, di tale larghezza e profondità da poter contenere un fuscello (figura 747).

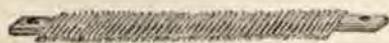


Fig. 747.

Un'operaio, presane una manciata, dispone un fuscello in ciascuna scanalatura, poi colloca sopra alla prima una seconda assicella, la cui faccia inferiore porta due liste di flanella che vi sono incollate, onde mantenere fermi i fuscelli, e la cui faccia superiore è parimenti munita di scanalatura, per ricevere una nuova serie di fuscelli. Onde tenere insieme il cumulo formato con queste assicelle, ognuna di esse porta agli estremi un foro, attraverso ai quali possono passare due regoli lavorati a vite nella parte superiore (fig. 748).

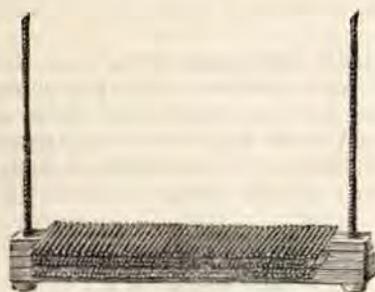


Fig. 748.

Sovrapposte 20 o 25 di dette assicelle, e disposte le estremità anteriori dei fuscelli su uno stesso piano, col batterli contro una superficie ben piana, si fissano poi solidamente mediante le madreviti (fig. 749).



Fig. 749.

Secondochè sia più o meno addestrato, un operaio, in 10 ore di lavoro, mette assieme da 15 a 20 di questi telai, contenenti ciascuno circa 2500 fiammiferi. Si è recentemente tentato di affidare alle macchine la composizione di questi telai. Per mezzo della macchina costruita in Parigi da O. Walch (1861), con un lavoro giornaliero di 10 ore un ragazzo colloca nei telai da 500,000 a 600,000 fuscelli.

Applicazione dello zolfo o di un corpo grasso liquefatto. — Lo zolfo destinato all'incolatura dei fiammiferi si mantiene liquido in un vaso quadrangolare piatto di ghisa, sul mezzo del quale si trova una pietra perfettamente piana e possibilmente orizzontale. Si mette in questo vaso tanto zolfo, che, dopo fusione, formi sulla pietra uno strato liquido alto circa un centimetro, nel quale si tuffano gli estremi dei fuscelli disposti nel telaio,

affondandoli finchè tocchino la pietra; dopo qualche istante vengono estratti, e scuotendo alquanto si fa ricadere nel vaso l'eccesso dello zolfo rimasto aderente, indi si mettono sopra apposito sostegno, dove lo zolfo ben-tosto si solidifica. Un unico fornello può riscaldare più vasche contemporaneamente.

Lo zolfo nella vaschetta non deve essere scaldato oltre 150° o 160° c., perchè altrimenti non avrebbe più la necessaria fluidità. La temperatura più conveniente è compresa tra i 130° ed i 140°, e la si ottiene o con un bagno a cloruro di zinco, od aggiungendo di tanto in tanto un pezzetto di zolfo nella vaschetta.

Per i *fiammiferi fini*, od altrimenti detti *da camera*, si sostituisce allo zolfo l'*acido stearico*, la *paraffina*, od una *materia resinosa*; queste sostanze non formano, come lo zolfo, uno strato superficiale, ma penetrano completamente nel legno. A tale scopo, i fuscelli sono preventivamente essiccati bene, e disposti sui telai, si tuffano nel bagno della sostanza fusa e fortemente riscaldata, dove si lasciano un tempo maggiore di quello richiesto per lo zolfo, tempo necessario perchè si riscaldino ed assorbano la sostanza per capillarità.

In alcune fabbriche, l'estremo del fuscello che deve essere imbevuto delle sopradette materie, è in precedenza abbruciato od incarbonito coll'apporre per brevi istanti l'estremo contro una piastra di ghisa scaldata fino ad un principio di arroventamento. Con ciò si rende l'estremo del fuscello più facilmente combustibile, onde si accenda con maggior prontezza allorchè si sfrega la pasta infiammabile.

L'applicazione dello zolfo o delle sopradette altre materie è necessaria, perchè la combustione della pasta infiammabile si effettua così rapidamente, che l'estremità del fuscello, anche esilissimo, non avrebbe tempo di scaldarsi a sufficienza per prendere fuoco. Coll'intermediario di materie infiammabili ad una temperatura più bassa del legno, come lo zolfo, la cera, la stearina, ecc., si consegue invece benissimo lo scopo.

Paste fosforiche. — Una pasta di buona qualità deve infiammarsi facilmente con un leggero sfregamento sopra una superficie rugosa. D'altronde l'infiammabilità non deve essere eccessiva, e la temperatura alla quale si produce deve essere sufficientemente elevata perchè non sieno troppo facili le probabilità di accidenti.

I principii che entrano nella costituzione delle paste non devono subire alcuna azione per parte dell'aria e devono altresì, per quanto è possibile, non essere igroscopici.

Tre elementi almeno devono entrare in una simile composizione, e sono: 1° Delle sostanze molto ricche in ossigeno e suscettibili di abbandonare facilmente questo principio comburente; 2° Delle sostanze molto combustibili, cioè che si possano combinare facilmente con l'ossigeno; 3° Una materia agglutinante e combustibile, destinata a dare alla miscela della pasta una consistenza conveniente ed a fare tenace aderenza al legno od allo stoppino quando vi sia applicata. Talora, per facilitare l'infiammabilità aumentando lo sfregamento, si aggiunge della sabbia fina o del vetro finamente polverizzato. Del resto, qualunque sia la composizione della pasta, vi si incorpora sempre una materia colorante.

Nel novero delle sostanze ricche in ossigeno e che si possono utilizzare, figurano: il clorato potassico ($KClO_3$), il nitro (KNO_3), il nitrato di piombo (PbN_2O_6), il minio ($2PbO, PbO_2$), il biossido di manganese (MnO_2). Fra i corpi facilmente ossidabili, cioè facilmente infiammabili, si presenta in prima linea il fosforo, poi il solfuro d'antimonio (SbS), il kermes minerale (miscela di solfuro e di

ossido di antimonio), gli iposolfiti ed in particolare l'iposolfito di piombo, le piriti ed infine lo zolfo. Per la materia agglutinante si ricorre alla gomma arabica, alla gomma dragante, alla destrina, alla colla.

I fabbricanti tengono segrete le composizioni delle paste che danno i migliori risultati. Alcune però sono conosciute approssimativamente, danno miscele sufficientemente applicabili in pratica e forniscono, se non altro, un'idea delle comuni composizioni. Come esempio sono qui riportate le ricette che seguono.

Böttger 1841.

Fosforo	10	parti
Solfuro d'antimonio	15,5	»
Nitrato potassico	18	»
Gomma arabica	18	»

Böttger 1842.

Fosforo	10	parti
Solfuro d'antimonio	25	»
Biossido di manganese	12,5	»
Colla	15	»

Winterfeld.

Fosforo	10	parti
Solfuro d'antimonio	11,5	»
Nitrato potassico	15,1	»
Gomma arabica	23	»

R. Wagner 1855 (I).

Fosforo	10	parti
Solfuro d'antimonio	30	»
Biossido di piombo	30	»
Colla forte	26	»
Solfuro di carbonio quanto basta per sciogliere il fosforo.		

R. Wagner (II).

Fosforo	15	parti
Gomma del Senegal	30	»
Nero fumo	3	»
Minio (a)	50	»
Acido nitrico a 40° B. (a)	20	»

R. Wagner (III).

Fosforo	8	parti
Colla forte	21	»
Perossido di piombo	24	»
Nitrato potassico	24	»
Solfuro di carbonio quanto basta per sciogliere il fosforo.		

R. Wagner (IV).

Fosforo	30	parti
Gomma del Senegal	30	»
Perossido di piombo	20	»
Sabbia fina e smalto	20	»

Altra ricetta.

Fosforo	25	parti
Colla forte	20	»
Acqua	45	»
Sabbia fina	20	»
Oera rossa	5	»
Cinabro	1	»

Composizione di paste per fiammiferi senza zolfo

Fosforo	30	parti
Gomma dragante	5	»
Acqua	30	»
Sabbia	28	»
Perossido di piombo	20	»

Payen 1851 (per fiammiferi di cera).

Fosforo	10	parti
Biossido di piombo	6.75	»
Sabbia	6.75	»
Gomma arabica	1.75	»

Payen 1851 (fiammiferi silicici).

Fosforo	10	parti
Sabbia	8	»
Oera	2	»
Cinabro	0.5	»
Colla	8.0	»

Preparazione della pasta fosforica. — La preparazione della pasta fosforica si fa nel modo seguente: si scioglie la materia agglutinante (colla, gomma del Senegal, ecc.) in una piccola quantità di acqua, in modo da avere un liquido della consistenza di un sciroppo non molto denso, si riscalda a bagno maria fino a 50° in una

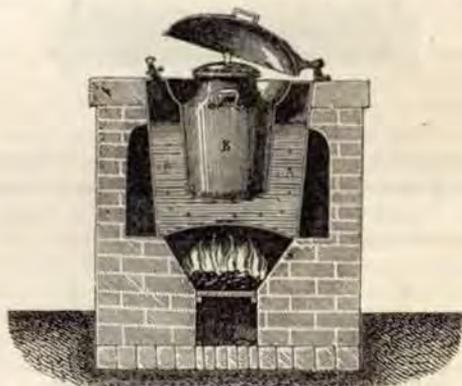


Fig. 750.

pentola di rame B (fig. 750); raggiunta la voluta fluidità, si toglie la pentola dal bagno maria A A e si colloca entro un foro cilindrico praticato in un banco (fig. 751) in cui la pentola deve stare con stabilità; vi si aggiunge poi il fosforo poco a poco, rimescolando continuamente fino a che il fosforo si trovi allo stato di massima suddivisione ed uniformemente distribuito in un'emulsione analoga ad un unguento. Il fosforo che s'introduce si liquefa immediatamente. Devesi operare in modo che il fosforo rimanga costantemente coperto dalla colla. Di mano in mano che la miscela si va raffreddando, si agita vivamente con una spatola cilindrica di legno G, guernita di crine come una spazzola all'estremo A, affine di emulsionare equabilmente e minutamente il fosforo;



Fig. 751.

quindi, agitando sempre con precauzione, vi si aggiungono gli altri ingredienti ridotti prima in polvere fina. Per ottenere una buona pasta, è necessario che il fosforo si trovi nell'esatta proporzione voluta, giacchè un'eccesso di fosforo è dannosa quanto una deficienza. Fatta pure astrazione da ciò, che una proporzione troppo grande di fosforo nella pasta ne aumenta inutilmente il prezzo, un eccesso ingenera anche l'inconveniente che talvolta ne rimane impedita l'accensione dello zolfo o della stearina, e per conseguenza del fuscellino di legno, perchè l'acido fosforico che si forma per la combustione del fosforo, si deposita sulle particelle combustibili, ricoprendole di un leggero strato vitreo che si oppone alla produzione della fiamma, precisamente come uno strato di vetro solubile. La proporzione migliore pare che sia da un decimo ad un dodicesimo di fosforo, supposto che si prepari la pasta nel modo ordinario, cioè fondendo il fosforo in una soluzione di una sostanza agglutinante.

Peraltro, nella preparazione di una buona pasta infiammabile, è sufficiente una quantità molto minore di fosforo, quando lo si aggiunga al miscuglio sciolto nel solfuro di carbonio (ricette del Wagner I e IV), il quale, per la sua volatilità, si evapora prontamente e lascia il fosforo allo stato di massima suddivisione. Per la grande solubilità del fosforo nel solfuro di carbonio e per il basso prezzo di quest'ultimo, proposto dal Wagner fino dal 1855, per le suesposte ragioni ne è sempre conveniente l'uso, quando anche vadano perduti i vapori di solfuro di carbonio.

L'uso di questa soluzione di fosforo offre eziandio il vantaggio di poter preparare la pasta a freddo, poichè altro non occorre che di incorporare la soluzione al miscuglio degli altri ingredienti. Bisogna però avvertire che usando la soluzione di fosforo nel solfuro di carbonio, per la grande infiammabilità della miscela, e per l'influenza nociva che esercitano sulla salute degli operai i vapori del solvente, sono richieste le maggiori precauzioni.

C. Puscher di Norimberga (1860) ha richiamato l'attenzione sulla possibilità di far uso del solfuro di fosforo (P_4S_3) in luogo del fosforo puro nella preparazione della pasta. Avendo egli preparato dei fiammiferi con una pasta contenente 3.5 p. % di solfuro di fosforo, ottenne un buon prodotto. Si prepara il solfuro di fosforo triturando, alla temperatura di 30°, il 4 p. % di fosforo con 1 p. % di zolfo; ma questo processo è ben lungi d'essere senza pericoli, in causa della facilità e dell'energia colla quale questi corpi possono combinarsi dando luogo ad una violenta esplosione.

Fra gli ossidi metallici che si aggiungono alla pasta, si preferisce attualmente un miscuglio di ossido di piombo pulce con salnitro, oppure un miscuglio della prima sostanza con nitrato di piombo. Invece del biossido di piombo, il cui prezzo è elevato e la fabbricazione sgradevole, s'impiega il minio, trattandolo con metà del proprio peso di acido nitrico concentrato (Vedi ricetta Wagner II a). Il miscuglio di nitrato di piombo e di ossido pulce si ottiene stemperando a caldo del minio nell'acido nitrico, ed abbandonando la massa a sè per parecchie settimane finchè si secchi; questa sostanza prende allora il nome di *minio ossidato*.

S'è detto già, che come sostanza agglutinante s'impiega colla, gomma, ecc. ed anche destrina; la prima, quantunque poco costosa e di facile impiego, dovrebbe essere lasciata in disparte, poichè generalmente, come tutti i corpi azotati, dà un carbone che abbrucia difficilmente, impedendo per tal modo la combustione completa della massa. J. Zimmermann consiglia l'impiego d'una soluzione di collodio sufficientemente allungata; ma questa

materia sembra non convenire, perchè non adottata in pratica. R. Wagner asserisce che forse anche un miscuglio di polvere di sandracca, o di una resina analoga, con benzina, possa convenire.

La pasta ben fatta deve potere stirarsi un po', deve essere alquanto viscosa, senza per altro formare dei fili; deve nel separarsi arrotondarsi, formando una gocciolina molto regolare.

Quando s'incorpora il fosforo nella massa, seguendo il processo sopra descritto, la soluzione di gomma o di colla deve essere abbastanza calda per determinare la fusione del fosforo; ma bisogna evitare una temperatura troppo elevata, perchè in tal caso qualche particella di fosforo potrebbe infiammarsi alla superficie, originando dell'acido fosforico, corpo igroscopico che impedirebbe ai fiammiferi di conservarsi secchi e nuocerebbe altresì in seguito alla loro infiammabilità.

La pasta è nera, bruna o rossa, secondochè essa contiene del solfuro d'antimonio, del biossido di piombo o del minio. Talora è colorata in nero con nero fumo, in azzurro con endaco, ecc. Anche i colori d'anilina sono a tal uopo usati. Il bel colore grigio d'acciajo che offrono alcune paste, si ottiene mettendo i fiammiferi preparati, ma ancora umidi, in una corrente d'aria carica di idrogeno solforato; causa la presenza dei sali di piombo contenuti nella pasta, sulla superficie della capocchia si forma una sottile pellicola di solfuro di piombo, di aspetto metallico.

L'applicazione della pasta fosforica si fa a caldo ed a freddo; a caldo quando per ingrediente agglutinante entra la colla forte; a freddo quando si adopera la destrina o le gomme. Operasi analogamente all'applicazione dello zolfo; solamente che invece della vaschetta riscaldata si adoperano lastre di pietra mantenute perfettamente orizzontali. Ordinariamente la lastra è di pietra calcarea, ma si impiegano anche lastre di ghisa o delle lastre di vetro da specchio smerigliate; operando a caldo usasi un recipiente di rame a basse pareti ed a fondo piatto. Sulle dette lastre la pasta viene distesa in strato uniforme e sottile mediante un regolo. L'altezza dello strato di pasta infiammabile da applicarsi al fiammifero deve essere inferiore a quella dello zolfo, per le ragioni già esposte.

Essiccazione. — Preparati i fiammiferi, come s'è fin qui visto, si dispongono in una posizione verticale, in modo che la pasta appiccicatasi sia rivolta in basso, sotto forma di gocciolina. Così disposte le goccioline aderenti al fiammifero subiscono un principio di essiccazione all'aria libera, poscia sono portati negli essiccatoi, riscaldati ad aria calda, a vapor d'acqua o coll'acqua calda circolante per tubi. In meno di 24 ore l'operazione è compiuta.

Variano nelle diverse fabbriche le disposizioni necessarie per sostenere i telai nelle camere di essiccazione; come pure variano nella forma, dimensione, disposizione e nell'accoppiamento le dette camere. Si procura in esse una necessaria ventilazione, nonchè l'isolamento dell'una dall'altra, per impedire che il fuoco accidentalmente manifestatosi in una non si propaghi alle attigue. Alcune delle fabbriche italiane sono fornite di essiccatoi molto razionali, ingegnosi ed appropriati all'ufficio cui sono destinati.

Per rendere meno probabili le cause d'incendio, le camere d'essiccazione devono essere costrutte con materiali incombustibili e leggeri. Barreswil propose l'uso di lamiere di ferro con armature pochissimo pesanti, e con coperture di cascame o stoppa di seta, onde impedire la troppo facile disperzione del calore. Anche i cascami di

amianto servirebbero benissimo all'uopo, come pure la *lana minerale* degli alti forni.

Tanto nei corridoi d'accesso, come nelle camere d'essiccazione, è opportuno mantenere sul pavimento uno strato di sabbia, poichè, camminandovi sopra, se pestato si accendesse un fiammifero caduto a caso, può subito spegnersi sepellendolo sotto la sabbia. Pel trasporto dei telai da fiammiferi, se si usano carretti su guide di ferro, questi devono essere circondati da tende incombustibili per isolare i convogli in caso d'incendio e per guarentire gli operai.

L'essiccazione è una operazione che presenta qualche difficoltà in causa delle grandi probabilità d'incendio, che si possono però di molto diminuire con un'attivissima sorveglianza e con acconcie disposizioni.

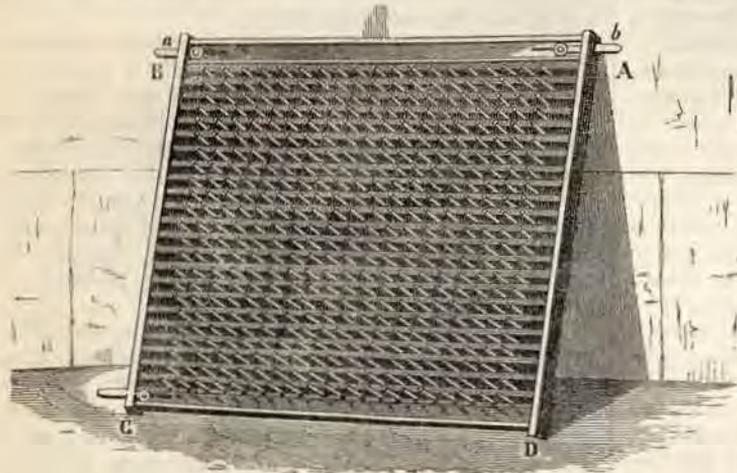


Fig. 752.

I fiammiferi *inodori*, detti anche *fiammiferi da camera* (*Ohne Phosphor Geruch*), dopo essiccamento della pasta, vengono spalmati con soluzione di resine colorate e talvolta con soluzione di collodio. Si ottengono dei *fiammiferi profumati* (*wohlriechende*) immergendoli nella tintura di benzoio.

I fiammiferi, per cattiva fabbricazione od altro, facilmente assorbono l'umidità, la quale è molto nociva perchè rende facile lo staccarsi della capocchia, quando si sfregano per ottenerne l'accensione.

I fiammiferi per i fumatori, i quali accesi che sieno devono continuare ad abbruciare senza fiamma, sono immersi in una soluzione di nitrato di piombo, e non differiscono dai fiammiferi ordinari che per l'assenza dello zolfo.

FIAMMIFERI DI CERA.

I così detti *fiammiferi di cera* (*allumets-bougies*) furono inventati da Savarasse e Merekel nel 1836 e perfezionati nel 1849; essi hanno in luogo del fuscellino di legno un bastoncino di cera così preparato:

Si prendono dei fili di cotone, si accoppiano in un certo numero (ordinariamente quattro), in modo da farne un lucignolo non torto nè intrecciato che si avvolge su di un cilindro, e svolgendolo si fa passare in un bagno fuso di un miscuglio di 2 parti di stearina e di 1 parte di cera o paraffina. Quando il miscuglio che avvolge il filo è solidificato, ma ancora caldo, si fa passare il filo attraverso una filiera che ne toglie la quantità eccedente, le dà un calibro uniforme e quella levigatezza che deve poi avere. Per mezzo di una macchina si tagliano questi

fili in piccole candele della lunghezza voluta (da 4 ad 8 centimetri). Vi si applica poi la pasta accensibile operando analogamente come per fiammiferi di legno, senza però eseguire l'inzolfatura; dopo l'essiccazione si mettono nelle scatole.

Nell'applicazione della pasta, quando si poggiano sulla lastra le punte da intridersi, si preme leggermente affinché i fili sparpagliandosi formino una specie di capocchia, alla quale sta poi più tenacemente aderente la pasta.

La macchina costrutta da Zalzer per tagliare questi fiammiferi, offre la disposizione seguente: i cerini sono avvolti su di un tamburo, donde vengono tirati da due cilindri scanalati e condotti nelle scanalature corrispondenti di una tavola. Questi cilindri e queste scanalature hanno per iscopo di far entrare l'estremità dei cerini nei fori corrispondenti di una piastra mobile verticale, alla quale si trova unito un coltello destinato a tagliare questi cerini quando abbiano la lunghezza voluta dopo attraversato il foro. Siccome il coltello si trova collocato dalla parte da cui entrano i cerini, questi rimangono fissati nei buchi per una piccola porzione della loro lunghezza, dopo che sono stati tagliati. Un meccanismo particolare solleva allora la piastra di una quantità sufficiente, perchè una seconda serie di fori arrivi davanti alle scanalature, e si riempia parimenti di cerini. Quando per tal modo tutta la piastra è stata riempita di cerini, viene sostituita da un'altra, mentre la prima coi cerini aderenti s'immerge nella pasta infiammabile e poscia si porta all'essiccatoio.

Altre macchine congeneri sono fatte talmente, che mentre tagliano il cerino, lo distribuiscono anche sugli stecchini, in modo che l'operajo che assiste la macchina non ha che a sovrapporre di mano in mano gli stecchini finchè sia pieno un telajo-pressojo, che viene allora levato (fig. 752).

FIAMMIFERI ANTIFOSFORICI.

I così detti *fiammiferi antifosforici* furono inventati nel 1848 da Bottger di Francoforte sul Meno, e poi fabbricati industrialmente da Fürth di Scittenhoffen, da Lundström di Jönköping (Svezia), da Coignet di Parigi (col nome di *allumettes hygiéniques et de sûreté au phosphore amorphe*), da De Villiers e Dalemagne di Parigi (chiamati *allumettes androgynes*), da Forster e Wawra, ecc. Tutte queste specie di fiammiferi si possono dividere in due categorie: la prima comprende quelli preparati con fosforo amorfo; la seconda comprende quelli che sono realmente esenti da fosforo, tanto nella pasta quanto nella superficie su cui si devono poi sfregare.

Fiammiferi con fosforo amorfo. — Quelli immaginati da Lundström nel 1853, sono composti di fuscilli rivestiti ad una estremità di pasta accensibile, la quale non contiene fosforo ma un miscuglio di

Solfuro di antimonio	30 parti
Clorato potassico	60 »
Colla forte	10 »

Il fiammifero così preparato deve essere strofinato contro una superficie di legno o di cartone, resa atta all'accensione mediante applicazione del miscuglio di

Fosforo amorfo	10 parti
Solfuro d'antimonio	8 »
Colla	3 »

il tutto unito a del vetro pesto, onde rendere maggiormente scabra la superficie, per aumentarne l'attrito. Nello strofinare, pel tratto su cui scorre la capocchia, si svolge calore sufficiente ad eccitare la reazione col fosforo amorfo e gli ingredienti della pasta di clorato, di modo che l'accensione succede come se il fosforo fosse aderente al fiammifero stesso.

Meunon, adoperando per lo sfregatojo una pasta di solo fosforo amorfo con colla, pel fiammifero usava le due composizioni seguenti:

	I.	II.
Clorato potassico	2 p.	1 p.
Zolfo	— »	1 »
Carbone	1 »	— »
Terra d'ombra	1 »	1 »
Gelatina	1 »	1 »

Hiorpe ha consigliato le proporzioni seguenti: per i fiammiferi:

	I.	II.
Clorato potassico	4 a 6 p.	4 a 6 p.
Bicromato potassico	2 »	2 »
Biossido di piombo o di man- ganese	— »	2 »
Ossido di ferro	2 »	— »
Colla	3 »	3 »

per lo sfregatojo tanto per I che per II:

Bicromato potassico	2 a 4
Solfuro d'antimonio	2
Ossido di ferro	4 a 6
Vetro polverizzato	2
Colla	2 a 3

L'invenzione del Lundström fu modificata alquanto dai fratelli Coignet coi loro fiammiferi *androgeni*, i quali ad una estremità del fuscillo portano la capocchia infiammabile, dall'altra la capocchia che deve infiammarsi. Per farne uso, si spezza in due parti disuguali il fiammifero e si conficca la parte minore, che contiene la pasta di fosforo amorfo, contro la capocchia del pezzetto maggiore, ed in tal modo si ottiene l'accensione. La pasta della capocchia della parte minore contiene:

Fosforo amorfo	9 parti
Pirite di ferro	7 »
Vetro pesto	3 »
Colla	1 »

Contemporaneamente ai fratelli Coignet, Bombes, Devilliers e Dalemagne introdussero la mentovata modificazione, adoperando però per la capocchia della parte più lunga la composizione seguente:

Clorato potassico	2 parti
Carbone polverizzato	1 »
Terra d'ombra	1 »
Colla forte tiepida e liquida	9.6 »

L'altro capo aveva una spalmatura di colla forte, in cui era stemperato il fosforo amorfo.

Questi fiammiferi si accendono facilmente quando si sfregano sulle superficie per loro opportunamente preparate, ma non sopra un'altra superficie rugosa qualsiasi; per cui non è a temere il pericolo che si accendano accidentalmente. Però, per quanto siano ingegnosi i fiammiferi col fosforo amorfo, malgrado il loro basso prezzo, essi non hanno potuto sostituire completamente i fiammiferi ordinari a sfregamento, e la ragione è facile a comprendersi.

In primo luogo, il fiammifero di per sé solo non è capace di accendersi; occorrendo uno sfregatojo preparato appositamente, il quale, dopo breve uso, diventa umido, epperò affatto inservibile a causa dell'acido fosforico che si produce durante l'accensione. Per ogni centinaio di tali fiammiferi occorrono, nel caso più favorevole, due sfregatoji; ma generalmente ne occorrono più di due, astrazione fatta dell'inconveniente che un numero notevole di questi fiammiferi non sempre si accende.

I *fiammiferi di sicurezza* (*Säkerhets-Tändstickor*) della fabbrica svedese di Jönköping, i cui prodotti veramente eccellenti fanno concorrenza in Germania ai fiammiferi delle fabbriche austriache reputate le migliori, costituiscono un vero progresso nella fabbricazione dei fiammiferi a fosforo amorfo.

Jettel (1870) impiegava per gli sfregatoji delle scatole dei fiammiferi svedesi, un miscuglio a parti uguali di fosforo amorfo, pirite di ferro e solfuro d'antimonio. Per mille scatole a tiratojo (contenenti ognuna 50 fiammiferi, e collo sfregatojo da ambe le parti) occorrono circa 80 grammi di miscuglio secco. La pasta applicata ai fuscilli risulta di

Clorato potassico	5 parti
Bicromato potassico	2 »
Polvere di vetro	3 »
Gomma	2 »

Anche l'Inghilterra produce attualmente delle grandi quantità di fiammiferi di sicurezza (*safety matches*).

I *fiammiferi non velenosi* (*giftfreien Zündhölzchen*) di B. Forster e F. Wawra in Vienna, come pure quelli di H. Hochstätter in Langen, presso Darmstadt (1872), si diffondono sempre più. In questi fiammiferi il fosforo amorfo si trova unito immediatamente colla pasta nei fiammiferi, cosicchè si accendono come fiammiferi ordinari su qualsiasi superficie rugosa e senza strepito, quantunque contengano del clorato potassico.

Fiammiferi senza fosforo. — I fiammiferi a fosforo rosso, antifosforici ed andragani non riuscirono a far scomparire completamente gl'inconvenienti dell'impiego del fosforo; per la preparazione dei fiammiferi molti fabbricanti hanno cercato di utilizzare delle paste esenti affatto da fosforo, suscettibili però d'infiammarsi per semplice sfregamento sopra una superficie rugosa. Tra i fiammiferi, che non contengono affatto fosforo e non abbisognano di una superficie fosforata per sfregamento, meritano particolare menzione quelli della fabbrica di Kummer e Günther in Königswalde, presso Annaberg in Sassonia. La pasta di questi fiammiferi, secondo un'analisi di Wiederhold, è composta nel modo seguente:

Clorato potassico	8 parti
Solfuro di antimonio	8 »
Minio ossidato	8 »
Gomma del Senegal	1 »

Il minio ossidato, come s'è detto, è un miscuglio di perossido di piombo, nitrato di piombo e minio inalterato. La pasta proposta nel 1861 da Wiederhold di Cassel, che venne adottata in parecchie località, come per esempio ad Ortenberg presso Offenburg nel Baden, si compone di:

Clorato potassico	7.8 parti
Iposolfito di piombo	2.6 »
Gomma arabica	1.0 »

Fra tutte queste paste senza fosforo, la precedente è senza dubbio la migliore. Jettel (di Clausthal) propone i seguenti miscugli per paste senza fosforo:

	a	b	c	d
Clorato potassico	4	7	3	8
Zolfo	1	1	—	—
Bieromato potassico	0.4	2	—	0.5
Solfuro di antimonio	—	—	—	8
Solfuro d'oro	—	—	0.25	—
Nitrato di piombo	—	2	—	3

Altre composizioni di paste sono riportate nella tavola che segue.

R. Peltzer ha recentemente avvertito la possibilità di impiegare l'iposolfito di rame e di sodio per la preparazione di una pasta senza fosforo. Finalmente non è da lasciar passare sotto silenzio la proposta di H. Fleck (quantunque sembri difficilmente realizzabile) di applicare il sodio nella fabbricazione dei fiammiferi.

MATERIE ADOPERATE	LUZ.		CANOUIL.		VAUDAUX et PAIGNON	M. MERKEL	C. LIEBIG	KUMMER et GUNTHER ^c	HOCHSTADTER
	Formola antica	Formola più recente	1857	Formola più recente					
Solfuro d'antimonio	230	80	—	—	20a	76	3	8	35a
Solfuro di ferro	—	—	35	—	—	—	—	—	—
Zolfo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ferrocianuro potassico	—	—	—	—	5	—	—	—	—
Clorato potassico	225	80	75	5	90	42	16	7.5	14
Bieromato potassico	5	5	—	2	45	—	1	—	4
Nitrato di piombo	75	30	—	—	—	—	—	1.3	—
Minio	—	—	—	—	20	—	10	—	—
Biossido di piombo	—	—	35	—	25	—	—	7	9
Nitromannite (<i>mannite essantrica</i>)	—	—	—	—	—	—	8	—	—
Sabbia	96	50	—	—	—	—	—	—	6b
Vetro polverizzato	—	—	—	3	15	—	4	1	4
Gomma arabica	30	10	—	2	15	—	5	—	—
Gomma dragante	—	—	—	—	—	5	—	—	—
Destrina	—	—	10	—	—	—	—	—	—

a. Ossisolfuro d'antimonio. — b. Pietra pomice polverizzata. — c. Risultati forniti dall'analisi.

BIBLIOGRAFIA. — *Traité de chimie technologique et industrielle* par Fr. Knapp — *Enciclopedia scientifica e industriale*, Unione tipografico-editrice, Torino — *Handbuch der chemischen Technologie*, Rod. Wagner, Leipzig 1880 — *Die Briquette Industrie* (A. Hartlebens Chemisch-technische Bibliothek), Jünemann.

Ing. LUIGI ANELLI.

FILI E TELE METALLICHE — Franc. *Fils et toiles métalliques*. Ingl. *Wire, thread, Wire-gauze*. Ted. *Draht, Drahtgewebe*.

I. — FILI METALLICI.

Nel commercio non si ha una divisione esatta che segni i limiti oltre i quali una sbarra passa dalla categoria dei piccoli ferri, o dei piccoli ferri rotondi a quella dei fili; però si può ritenere la denominazione di fili per quelle sbarre il cui diametro al più non supera i 10 millimetri, e dire piccoli ferri quelle che, superiormente a questo limite, hanno fino a 7 cmq. di sezione; e ferri grossi quelle di sezione maggiore. Queste distinzioni però non sono così nette da impedire che una categoria rientri in parte nell'altra.

I fili si possono distinguere secondo tre criterii differenti:

- Secondo la materia della quale sono formati;
- Secondo la forma della loro sezione;
- Secondo la loro finezza.

a) Possedendo tutti i metalli un certo grado di duttilità, quasi tutti propriamente potrebbero trarsi in fili. Ordinariamente però si fabbricano solo di ferro, di acciaio, di rame, di ottone, di tombacco, di argento, d'oro;

molto più raramente di platino e di zinco, quasi mai di piombo e di stagno. Si distinguono pure i fili dalla patina che alle volte li ricopre, così si ha il filo di ferro zincato, stagnato, ramato, ecc., filo di rame argentato, filo d'argento dorato, ecc.

b) Per forma di un filo si intende la forma della sezione. Questa generalmente è circolare, e nel linguaggio comune per filo metallico si intende sempre un filo a sezione circolare, ma per soddisfare alle esigenze della meccanica, si hanno anche altre forme, ovale, quadrata, rettangolare, trapezia, triangolare, semicircolare, a rosa, a stella, ecc. (figura 753). Tutti i fili che hanno forma diversa dalla circolare diconsi *fili speciali* (*Façon* o *Dessein Draht*).

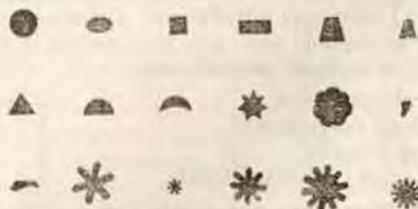


Fig. 753.

c) *Numerazione dei fili.* — I fili metallici si sogliono distinguere quanto alla finezza mediante numeri; essendo tali numerazioni arbitrarie, variano non solo da nazione a nazione, ma anche da una fabbrica all'altra. Altri usano serie crescenti, altri decrescenti, coll'aumentare il diametro del filo; alcuni infine chiamano col N° 1 una qualità media di filo, le più grosse coi numeri 2, 3, e le più piccole del N° 1 con 0, 00, 000, altri

si servono di lettere. Così pure, ogni numero può rappresentarci o direttamente il diametro del filo, ovvero la lunghezza di ogni matassa di un peso costante, od in fine il peso di una certa lunghezza costante di filo.

Quindi, per avere una idea della grossezza di un filo, è necessario conoscere il sistema di numerazione usato nell'officina che lo ha prodotto.

Riportiamo alcune delle numerazioni più usitate nelle diverse nazioni:

In Francia è molto usata la numerazione di Pétrement, che parte da 5 decimi di millimetro che si indica col N° 0. Il N° 1 ha 6 decimi di millimetro, e così si procede fino all'ultimo che è il N° 30 ed ha 100 decimi di millimetro di diametro. Questa tabella ci dà tutti i numeri dei fili coi diametri che loro corrispondono, ed inoltre ci dà i pesi per metro corrente e la lunghezza di ciascuna matassa di 1 chilogr. di peso. Nelle tre ultime colonne si hanno tre altre numerazioni, poco diverse da quella di Pétrement: sono quelle di Japy, di Besançon e di Parigi.

Numerazione di Pétrement, di Japy, di Besançon, di Parigi.

Pétrement				Japy	Besançon	Parigi
Num. dei fili di ferro	Diametro in decimi di millimetro	Peso per metro corrente in grammi	Lunghezza di ciascuna matassa di 1 chilogr di peso in metri	Diametro in decimi di millimetro		
0	5	1.01	909.89	5 1/2	5	5
1	6	1.42	704.22	6	5 1/2	6
2	7	2.60	384.60	6 3/4	6 1/2	7
3	8	3.45	289.85	7 1/2	7	7 3/4
4	9	4.40	227.27	8 1/4	7 3/4	8
5	10	5.45	183.48	10	8 1/4	9
6	11	6.38	156.73	10 3/4	10	11
7	12	8.07	123.91	11	10 1/2	12
8	13	10.04	99.60	12	11	13
9	14	11.45	87.33	13	12 1/2	13 1/2
10	15	13.05	76.62	14 1/2	13 1/2	15 1/2
11	16	14.63	68.35	15 1/2	14 1/2	16
12	18	18.18	55.00	17 1/2	16	17
13	20	20.31	49.23	18	16 3/4	19
14	22	27.44	36.44	20 1/2	18 1/2	20 1/2
15	24	33.92	29.48	21 1/4	20 1/2	21
16	27	41.64	24.01	23 3/4	21 1/2	24 1/2
17	30	48.63	20.56	27	25 1/2	27
18	34	61.08	16.37	31 3/4	27	32
19	39	81.38	12.32	36	33	38
20	44	99.30	10.07	40	37	43
21	49	156.37	7.33	45	44	49
22	54	175.56	5.69	52 1/2	53	56
23	59	203.72	4.90	60 1/2	62	61
24	64	244.58	4.08	66	67	69
25	70	275.28	3.63	74	74	74
26	76	335.99	2.97	80	71	81
27	82	391.86	2.55	88	89	87
28	88	448.90	2.22	96	97	94
29	94	487.00	2.03	104	105	100
30	100	599.15	1.66	110	111	107

Per i numeri superiori al 30 si aumenta di un millimetro per numero. Per i fili più fini si ha un'altra numerazione che parte dall'1 e va al 36; questa procede in ordine inverso alla precedente, cioè il N. 1 è il più grosso, il N. 36 il più sottile. Ha poi colla superiore questa rela-

zione, che il numero 10 della graduazione per i fili fini ha lo stesso diametro del N. 1 della graduazione per i fili ordinari. Eccola:

Numerazione di Pétrement per i fili fini (Carcasse).

Numero	Diametro in centesimi di millimetro	Numero	Diametro in centesimi di millimetro	Numero	Diametro in centesimi di millimetro
10	60	19	32	28	22
11	55	20	30	29	21
12	50	21	29	30	20
13	46	22	28	31	19
14	43	23	27	32	18
15	40	24	26	33	17
16	38	25	25	34	16
17	36	26	24	35	15
18	34	27	23	36	14

Divisione in classi dei fili di ferro secondo la numerazione di Limoges.

Numero	Diametro in millimetri	Numero	Diametro in millimetri	Numero	Diametro in millimetri
0	0.39	9	1.35	18	3.40
1	0.45	10	1.46	19	3.95
2	0.56	11	1.68	20	4.50
3	0.67	12	1.80	21	5.10
4	0.79	13	1.91	22	5.65
5	0.90	14	2.02	23	6.20
6	1.01	15	2.14	24	6.80
7	1.12	16	2.25	—	—
8	1.24	17	2.34	—	—

In Francia, oltre queste che sono le più usate, si ha la *jaugé Mignard* detta *anglais* per i fili d'acciaio in ordine decrescente dal 58 ($d=1\text{mm},2$) al 1 ($d=5\text{mm},8$); la *jaugé Tirieux* per ordine alfabetico da A ($d=6\text{mm},0$) alla Z ($d=10\text{mm},5$); il sistema *de l'Aigle* per i fili di ferro *carcasse* e per i fili di rame, nel quale i numeri decrescono da 36 a 10 ed i diametri crescono da 6 quarantesimi di millimetro a 22 quarantesimi per primi e da 5 a 22 per secondi; il sistema d'Alsazia per i fili dorati ed argentati; il sistema di Lione per le foglie ed i fili d'oro o d'argento fino, in centesimi di millimetro, e molti altri.

La stessa molteplicità e varietà esiste nei sistemi di numerazione inglese. La principale fra esse è quella usata nelle grandi officine di Birmingham. Essa è decrescente, come risulta da questa tabella, nella quale si trovano segnati oltre ai diametri espressi in millesime parti di pollice inglese ed in millimetri, anche i pesi di mille metri di filo in chilogrammi.

Questa numerazione, detta *wire-gage*, *Birmingham-wire-gage*, *Birmingham iron wire-gage* o *sheet iron gage*, è la più usata e vi si sogliono interpolare dei numeri o dei mezzi numeri per prodotti speciali, come spille, corde da pianoforte, viti, ecc.

Numerazione di Birmingham per fili e lastre di ferro e di acciaio.

NUMERO	DIAMETRO		PESO DI 1000 METRI IN CHILOGRAMMI			
	in millesimi di pollice inglese	in millimetri	Ferro	Acciajo	Ottone	Rame
0000	0.454	11.532	—	—	—	—
000	0.425	10.795	—	—	—	—
00	0.380	9.652	560.0	—	—	650.0
0	0.340	8.636	454.6	458	495	553.0
1	0.300	7.620	383.6	385	416	441.1
2	0.284	7.213	318.0	319	345	365.5
3	0.259	6.578	268.3	270	292	308.7
4	0.238	6.045	225.0	226	244	258.8
5	0.220	5.588	185.6	186	202	213.4
6	0.203	5.152	170.6	171	185	196.0
7	0.180	4.572	137.6	138	164	158.5
8	0.165	4.191	108.5	109	118	124.6
9	0.148	3.759	98.2	99	106	113.0
10	0.134	3.404	73.8	74	80	85.0
11	0.120	3.048	61.4	62	67	70.6
12	0.109	2.749	46.7	47	51	53.7
13	0.095	2.413	34.9	35	38	40.0
14	0.083	2.108	25.2	25	27	29.0
15	0.072	1.829	20.4	20	22	23.5
16	0.065	1.651	15.6	16	17	18.0
17	0.058	1.473	11.9	12	13	13.7
18	0.049	1.245	9.1	10	9	10.4
19	0.042	1.067	7.0	7	8	8.0
20	0.035	0.889	4.8	5	5	5.5
21	0.032	0.813	4.0	—	—	4.6
22	0.028	0.711	3.0	—	—	3.5
23	0.025	0.635	2.8	—	—	3.2
24	0.022	0.559	1.8	—	—	2.14
25	0.020	0.508	1.5	—	—	1.75
26	0.018	0.457	—	—	—	—
27	0.016	0.406	—	—	—	—
28	0.014	0.356	—	—	—	—
29	0.013	0.330	—	—	—	—
30	0.012	0.305	—	—	—	—
31	0.010	0.254	—	—	—	—
32	0.009	0.229	—	—	—	—
33	0.008	0.203	—	—	—	—
34	0.007	0.179	—	—	—	—
35	0.005	0.127	—	—	—	—
36	0.004	0.101	—	—	—	—

Si ha poi un'altra numerazione impiegata pure a Birmingham per la maggior parte dei metalli in lastra (eccettuato il ferro e l'acciajo) e principalmente per rame, ottone, oro, argento, platino, ecc., e per i metalli dorati

ed argentati, e si chiama *Birmingham metal-gage*, *metal-gage* o *plate-gage*. Le variazioni dei diametri sono minori che nella precedente.

Numerazione di Birmingham per metalli in lastre, ottone, oro, argento, ecc.

NUMERO	CALIBRO		NUMERO	CALIBRO		NUMERO	CALIBRO		NUMERO	CALIBRO	
	in millesimi di pollice inglese	in millimetri		in millesimi di pollice inglese	in millimetri		in millesimi di pollice inglese	in millimetri		in millesimi di pollice inglese	in millimetri
1	0.004	0.101	10	0.024	0.610	19	0.064	1.626	28	0.120	3.048
2	0.005	0.127	11	0.029	0.737	20	0.067	1.702	29	0.124	3.150
3	0.008	0.203	12	0.034	0.864	21	0.072	1.829	50	0.126	3.200
4	0.010	0.254	13	0.036	0.914	22	0.074	1.880	51	0.133	3.378
5	0.012	0.305	14	0.041	1.041	25	0.077	1.956	52	0.143	3.632
6	0.013	0.330	15	0.047	1.194	24	0.082	2.083	53	0.145	3.683
7	0.015	0.381	16	0.051	1.295	25	0.095	2.413	54	0.148	3.759
8	0.016	0.406	17	0.057	1.448	26	0.103	2.616	55	0.158	4.013
9	0.019	0.483	18	0.061	1.549	27	0.113	2.870	56	0.167	4.242

La tabella seguente ci dà la

Numerazione di Lancashire pei fili rotondi di acciaio e i fili a pignon.

NUMERO	DIAMETRO		NUMERO	DIAMETRO		NUMERO	DIAMETRO	
	in millesimi di pollice inglese	in millimetri		in millesimi di pollice inglese	in millimetri		in millesimi di pollice inglese	in millimetri
80	0.013	0.330	40	0.096	2.438	A	0.234	5.944
79	0.014	0.356	39	0.098	2.489	B	0.238	6.045
78	0.015	0.381	38	0.100	2.540	C	0.242	6.147
77	0.015	0.406	37	0.102	2.591	D	0.246	6.248
76	0.018	0.457	36	0.105	2.670	E	0.250	6.350
75	0.019	0.483	35	0.107	2.718	F	0.257	6.528
74	0.022	0.559	34	0.109	2.749	G	0.261	6.629
73	0.023	0.584	33	0.111	2.819	H	0.266	6.756
72	0.024	0.610	32	0.115	2.921	I	0.272	6.909
71	0.026	0.660	31	0.118	2.997	J	0.277	7.036
70	0.027	0.686	30	0.125	3.175	K	0.281	7.137
69	0.029	0.737	29	0.134	3.404	L	0.290	7.370
68	0.030	0.762	28	0.138	3.505	M	0.295	7.493
67	0.031	0.787	27	0.141	3.581	N	0.302	7.670
66	0.032	0.813	26	0.143	3.632	O	0.316	8.026
65	0.033	0.838	25	0.146	3.708	P	0.323	8.204
64	0.034	0.864	24	0.148	3.759	Q	0.332	8.433
63	0.035	0.889	23	0.150	3.810	R	0.339	8.611
62	0.036	0.914	22	0.152	3.860	S	0.348	8.839
61	0.038	0.965	21	0.157	3.988	T	0.358	9.093
60	0.039	0.991	20	0.160	4.060	U	0.368	9.357
59	0.040	1.016	19	0.164	4.165	V	0.377	9.576
58	0.041	1.041	18	0.167	4.242	W	0.386	9.804
57	0.042	1.067	17	0.169	4.292	X	0.397	10.083
56	0.044	1.118	16	0.174	4.419	Y	0.404	10.261
55	0.050	1.270	15	0.175	4.445	Z	0.413	10.490
54	0.055	1.397	14	0.177	4.475	A ₁	0.420	10.670
53	0.058	1.473	13	0.180	4.572	B ₁	0.431	10.947
52	0.060	1.524	12	0.185	4.699	C ₁	0.443	11.252
51	0.064	1.626	11	0.189	4.801	D ₁	0.452	11.481
50	0.067	1.702	10	0.190	4.826	E ₁	0.462	11.735
49	0.070	1.778	9	0.191	4.851	F ₁	0.475	12.065
48	0.073	1.854	8	0.192	4.876	G ₁	0.484	12.293
47	0.076	1.930	7	0.195	4.953	H ₁	0.494	12.548
46	0.078	1.981	6	0.198	5.029			
45	0.080	2.032	5	0.201	5.105			
44	0.084	2.134	4	0.204	5.181			
43	0.086	2.184	3	0.209	5.308			
42	0.091	2.311	2	0.219	5.573			
41	0.095	2.413	1	0.227	5.766			

In Inghilterra si hanno molte altre numerazioni speciali a certe industrie, così la numerazione di John Bradley per ferri rotondi, in ottavi di pollice inglese che parte dal N. 00 ($d=3\text{mm}, 175$) e va fino al N. 20 ($d=38\text{mm}, 099$) e quella pei ferri da chiodi in 64 esimi di pollice inglese che parte da 00 ($d=2\text{mm}, 175$) e procede per numeri e mezzi numeri fino a 11 ($d=12\text{mm}, 700$). Si ha pure la numerazione di M. Wilkinson per le carabine ed i fucili da caccia, ed altre.

Le numerazioni di Germania sono forse anche più numerose e più confuse che quelle di Francia e d'Inghilterra. Si ha anzitutto quella di Austria per i fili di ferro in millesimi di pollice austriaco ($=26\text{mm}, 342$) e parte da $7\text{mm}, 375$ e va a $0\text{mm}, 158$.

Segue la numerazione di Carinzia, poi quella usata nelle traflerie di Vestfalia, celebri per la buona qualità di filo che producono, che da $8\text{mm}, 113$ scende a $0\text{mm}, 197$.

Nelle officine di Hartz si hanno 36 numeri, dei quali il N. 1 corrisponde a $9\text{mm}, 877$, il N. 36 a $0\text{mm}, 216$. Si hanno poi altre numerazioni pei fili d'acciajo; per quelli di rame si hanno due numerazioni, pei fili grossi (*Musterdrahte*) e pei fini (*Scheibendrahte*) e così tante altre, per le quali rimandiamo il lettore al *Technologiste* (t. 8°), dal quale si sono tratte in gran parte queste notizie.

Nell'America si è sostituita alla numerazione di Birmingham usata da prima, una, proposta da J. R. Brown e Sharpe. Eccola:

Numero del calibro	Dimensioni in decimali di pollice americano	Valore in millimetri	Numero del calibro	Dimensioni in decimali di pollice americano	Valore in millimetri
0000	0.4600	11.684	19	0.03589	0.912
000	0.4096	10.403	20	0.03196	0.818
00	0.3648	9.266	21	0.02846	0.723
0	0.3249	8.252	22	0.02535	0.644
1	0.2893	7.348	23	0.02257	0.573
2	0.2580	6.553	24	0.02010	0.511
3	0.2300	5.842	25	0.01790	0.455
4	0.2050	5.207	26	0.01594	0.405
5	0.1819	4.620	27	0.01420	0.361
6	0.1620	4.115	28	0.01264	0.321
7	0.1443	3.665	29	0.01129	0.287
8	0.1285	3.264	30	0.01002	0.255
9	0.1144	2.906	31	0.00892	0.227
10	0.1019	2.588	32	0.00795	0.202
11	0.09072	2.304	33	0.00708	0.180
12	0.0808	2.052	34	0.00630	0.160
13	0.07195	1.827	35	0.00561	0.142
14	0.06408	1.628	36	0.00500	0.127
15	0.05706	1.449	37	0.004452	0.113
16	0.05082	1.291	38	0.003964	0.101
17	0.04525	1.149	39	0.003531	0.090
18	0.04030	1.203	40	0.003544	0.080

Numerazione decimale. — Per togliere tutta questa confusione si è pensato di stabilire una numerazione razionale basata sul sistema decimale. In tale sistema, il numero del filo non è altro che il valore del diametro di esso, espresso in decimi di millimetro, così si ha la

Numerazione decimale dei fili.

Num.	Diametro in mm.	Num.	Diametro in mm.	Num.	Diametro in mm.
1	0.1	10	1	60	6
2	0.2	20	2	70	7
3	0.3	30	3	80	8
4	0.4	40	4	90	9
5	0.5	50	5	100	10

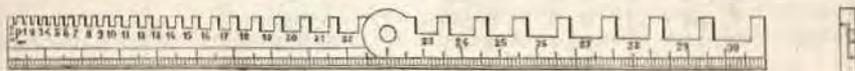


Fig. 754.

Riproduciamo in scala metà alla fig. 754 la staza del sistema metrico. Essa ha la forma circolare, ma potrebbe averne un'altra qualunque. Alla fig. 755 si ha la staza francese in scala metà; per comodo è divisa in due parti e si può ripiegare su se stessa. Porta incise sopra uno dei margini una divisione in millim., e sull'altra faccia una divisione in pollici.

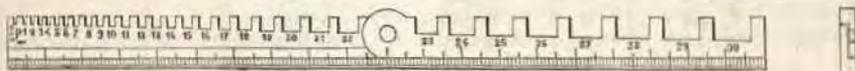


Fig. 755.

Per avere il numero di un dato filo si prova ad inserirlo entro a diverse intaccature finchè se ne trovi una, nella quale entri con una leggiera pressione. Il numero che vi si legge di contro sarà quello del filo.

Si hanno però anche altre staze più esatte, fra esse citeremo la staza angolare, quella a leva e quella a spirale. La prima consta di due regoli (fig. 756), uniti fra loro od invariabilmente o a cerniera, in modo però che

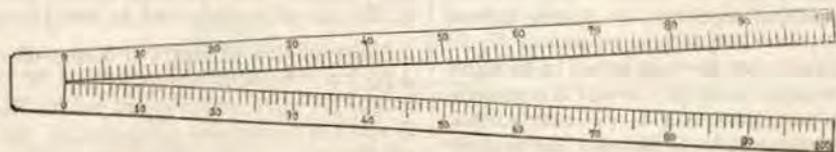


Fig. 756.

quando sono aperti, comprendano fra loro un angolo dato assai piccolo. I lati che formano l'angolo portano una graduazione che può rappresentare i diversi numeri dei fili, ovvero l'apertura della staza in quel punto

espressa in frazioni di millimetro. Per ottenere la grossezza od il numero di un filo con tale strumento s'introduce il filo fra i due regoli, e si legge il numero scritto sulla scala nel punto, ove il filo si arresta.

Un apparecchio di tal fatta che abbia l'apertura di 1° 8' 45", ossia sopra 0^m.15 di lunghezza abbia l'apertura di 0^{mm}.003 e colle scale divise in mezzi millimetri ci dà il centesimo di millimetro, quella segnata in figura darebbe il decimo di millimetro.

La staza a leva è formata da due aste unite fra loro a cerniera come una tenaglia, nella quale le branche, destinate a stringere dolcemente il filo, sono molto corte e le altre due braccia invece sono molto lunghe. Una di queste porta fisso ad un'estremità un arco, sul quale è segnata o la graduazione dei fili o le aperture in frazioni di millimetro. Su questo arco si leggerà contro l'altro braccio che serve da indice il numero o il diametro del filo.

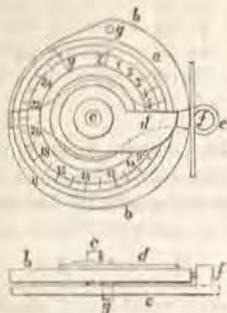


Fig. 757.

La staza a spirale (fig. 757) consta di un quadrante *aa* inciso sopra una lastra *bb* che è tagliata secondo una spirale. Assicurata al perno *c* si trova inferiormente l'asta *e* che porta alla estremità il cilindretto *f* e superiormente l'indice *d* che scorre sul quadrante *aa*. Questo può essere diviso in modo da darci in frazioni di millimetro la distanza di *f* dal disco *b* per ogni posizione dell'asta *e*, od il numero del filo che abbia il diametro eguale a tale distanza. Quando l'indice *d* si trova sulla linea *z*, ossia sullo 0, il braccio *e* posa contro il perno *g* ed il cilindretto *f* tocca la periferia del disco *b*. Quando l'indice è sopra la lineetta *y* si ha la massima apertura.

Una piccola molla a spirale tende sempre a portare l'indice allo zero. Tale piccola staza è comoda, esatta e serve bene tanto per i fili che per le lamiere.

Proprietà dei fili metallici. — Perchè un filo sia buono, deve possedere in tutti i punti la stessa sezione, la superficie ben levigata, non deve presentare scaglie o feuditure; inoltre è necessario che il metallo, di cui è costituito, sia non solo di buona qualità, ma adatto all'uso cui deve servire il filo.

Il filo, di diversi metalli, si trova in commercio *crudo* e *ricotto*. Dicesi *crudo* (*ungeglüth*) quando si usa quale esce dalle trafilie colla superficie indurita e levigata e colla rigidità ed elasticità che egli acquista in tale operazione. *Ricotto* (*gegglüth*) quando per renderlo più pieghevole, più molle e più adatto a certi usi, lo si sottopone all'azione del calore prima di porlo in vendita.

Resistenza dei fili allo strappamento. — I fili metallici si trovano nel maggior numero dei casi sottoposti a sforzi che tendono a strapparli, perciò è necessario conoscere come si comportano sotto tali sforzi.

Sebbene numerose siano le esperienze fatte sulla resistenza alla trazione dei fili metallici, pure si hanno notevoli differenze ed anomalie che forse dipendono dalle diverse qualità del metallo, dal modo di lavorare delle officine, dalla lunghezza dei fili, dalla galvanizzazione, infine da cause incognite difficili da apprezzare.

Ha poi grande influenza tanto sulla resistenza alla rottura che sul limite di elasticità e sugli allungamenti che prende il filo sotto dati pesi l'essere il ferro crudo o ricotto. Ciò vedrassi da questa tabella, nella quale sono inseriti i risultati ottenuti da Ardant su filo di ferro dolce o ricotto e su filo di ferro duro o non ricotto.

FILI DI FERRO		
Carico per mmq	Allungamento per m. lineare	
	Ferro dolce ricotto	Ferro duro non ricotto
Ch.	mill.	mill.
5	0.294	0.260
10	0.588	0.520
12	0.882	0.780
15	1.176	1.040
20	1.470	1.300
25	2.500	1.569
30	13.000	»
32.5	14.100	2.220
35.0	18.000	2.400
40.0	20.500	»
42.5	Rottura	2.820
45.0	»	3.100
49.0	»	Rottura
50.0	»	»

Il coefficiente di resistenza alla rottura per trazione *R* varia molto a seconda della qualità, dello stato e del modo di lavorazione del metallo; così si sono ottenuti questi risultati:

INDICAZIONE DEI MATERIALI	Valore di R per 1 mill. quad. di sezione	
Filo di ferro non ricotto	Di Laigle per fare cardì di 0.23 mill. di diametro	90.00
	Forte da 0.5 a 1.00 mill. di diametro	80.00
	Debole, di grande diametro	50.00
	Medio da 1 a 3 mill. di diametro	60.00
Filo di rame non ricotto	Forte, di un diametro < 1 millimetro	70.00
	Medio, di diametro fra 1 e 2 millimetri	50.00
	Medio della peggiore qualità	40.00
Filo di ottone non ricotto	Forte di diametro minore di 1 mill. (Dufour)	85.00
	Medio di diametro > 1 mill. (Ardant e Dufour)	50.00
Filo di platino battuto a freddo non ricotto, di 0.127 mill. di diam. (Beaudrimont)	116.00	
Filo di platino ricotto, dalla misura diretta del diametro	34.00	
Filo di piombo di coppella, fuso, poi passato per trafilà di 4 mill. di diametro (Ardant)	1.35	

Come valori medii usati nella pratica riportiamo dal *Prontuario* del prof. Colombo, 1883, i seguenti (in chilogrammi per 1^{mmq} di sezione).

Materiale	Modulo di elasticità E	Carico di rottura per trazione R	Carico al limite di elasticità T	Carico di sicurezza K	
				macchine	costruzioni
Filo di ferro	20000	50-60	24-27	6-9	12-16
» acciaio	20-25000	75-90	37-45	10-15	20-25
» rame	12500	40	14	4-5	—
» ottone	10000	40	13	4-5	—

Confrontando questi numeri con quelli che si hanno per sbarre di sezione grande, formate della stessa materia, vediamo che i fili hanno sempre coefficienti di resistenza allo strappamento assai maggiori (si suole assumere pel ferro in sbarre chil. 40 per mmq., pel ferro in fili chil. 60).

Ciò dipende dall'essere stato sottoposto il metallo in fili ad una maggior lavorazione che ha prodotto nella massa una più intima mescolanza delle particelle; e dalla forte compressione contro le pareti del foro della trafila che ha fatto sì che tutta la massa si sia addensata ed alla superficie del filo si sia formata una specie di crosta indurita. Per queste ragioni non solo la resistenza dei fili sarà in generale maggiore di quella delle sbarre ma anche tra fili della stessa qualità sarà maggiore nei più sottili che non nei più grossi, poichè quelli richiedono una maggiore lavorazione, un maggior numero di passaggi e poi mentre in essi la sezione decresce come i quadrati dei diametri, la crosta indurita diminuisce soltanto come il diametro. Le esperienze fatte dall'ingegnere C. Jünger impiegato alle officine di Königshütte, regno di Hannover, su fili di ferro fabbricati nello stesso stabilimento ci fanno appunto vedere come cresca la resistenza unitaria col diminuire del diametro del filo.

Diametro del filo in mm.	Carico di rottura R in Chilogr. per mmq.	Diametro del filo in mm.	Carico di rottura R in Chilogr. per mmq.
2.90	69.27	0.67	111.69
2.62	68.81	0.63	95.29
2.43	65.58	0.55	113.55
2.17	64.23	0.53	103.11
2.03	69.68	0.49	96.75
2.87	64.57	0.45	102.50
1.68	61.50	0.43	86.99
1.50	67.86	0.37	95.56
1.36	69.05	0.34	93.83
1.18	71.26	0.30	104.87
1.03	81.92	0.26	109.95
0.95	75.01		

Il Karmarsch ha pensato di esprimere la resistenza dei fili allo strappamento in funzione del diametro, mediante una formula composta di due termini, uno contenente il diametro al quadrato, l'altro alla prima potenza

$$R = \alpha d^2 + \beta d$$

nella quale α e β sono coefficienti che egli ha dedotti da esperienze. Si vede come gli sforzi calcolati con tale formula crescano con ragione meno rapida della sezione dei fili e decrescano pure meno rapidamente. Se si cercano pel filo di ferro i valori di R per diversi diametri si troverà molta rispondenza coi dati della tabella superiore. Facendo $d = 1^{mm}$ si ha $R = \alpha + \beta$ resistenza alla rottura per trazione di un filo di un millimetro di diametro. Riportiamo i dati del Karmarsch in questa tabella (1).

QUALITÀ DEI FILI	CRUDI (ungeglüth)			RICOTTI (gegglüth)		
	α	β	$\alpha + \beta$	α	β	$\alpha + \beta$
	Chil.	Chil.	Resistenza di un filo di 1 millimetro di diametro Chil.	Chil.	Chil.	Resistenza di un filo di 1 millimetro di diametro Chil.
Oro (da 14 carati)	62.5	11.5	74	48	7	55
Acciajo	50	21	71	45	3	48
Ferro fili da pianoforte	50	18	68	34	5	39
» ordinario della migliore qualità	50	12.5	62.5	26	3	29
» buono	46	11.5	57.5	—	—	—
» ordinario	36	18	54	22.5	5	27.5
Packfond	36.5	21	57.5	36.5	3.5	40
Argento	39.5	16.5	56	25.5	8	33.5
Ottone ordinario	43	8	51	22.5	5.5	28
» filo da pianoforte	39.5	5.5	45	27.5	2	29.5
Rame	27.5	7.5	35	18.5	0	18.5
Platino	17.5	9.5	27	14.5	7.5	22
Argento (fino)	19	7.5	26.5	13	1.5	14.5
Oro (fino)	14.5	5	19.5	12	1.5	13.5
Zinco	10	1.75	11.75	—	—	—
Piombo duro	1.75	0	1.75	—	—	—
» tenero	1.35	0	1.35	—	—	—

Si vede come il ricuocere il filo produca una diminuzione di α e di β ma influisca più su β che su α . Il rapporto fra le resistenze che presenta un filo prima e dopo essere ricotto non resta costante per una stessa qualità

di metallo, ma varia col diametro ed è maggiore nei diametri più grandi, minore nei più piccoli — e ciò è naturale, poichè col ricuocere un filo si viene quasi a togliere quello strato indurito che si era formato alla superficie.

(1) Questa tabella è tolta dal *Valemeum del meccanico* di Bernoulli, 1879. Si avverte che il *Tecnologista* nel volume 1859-60 e il prof. Elia

nel *Principi di tecnologia meccanica* riferiscono la stessa tabella con tutti i numeri doppi di quelli qui segnati.

Duttilità di un metallo diceasi il rapporto $K = \frac{R}{H}$ dove

R è il coefficiente alla rottura per trazione in chilg. per mmq. e H lo sforzo che si deve esercitare per tirare il metallo attraverso un foro di trafila in modo da ridurne la sezione di un mmq. Nel seguente prospetto si sono raccolti i valori di R e di H ricavati dietro esperienze e se ne è fatto il rapporto. Da esso vedrassi come la duttilità del ferro e dell'acciaio diminuiscono molto dall'essere questi metalli crudi o ricotti, da 4.1 a 2.4 e 2.6; quella dell'ottone scemi ben poco, da 3 a 2.5; quella del rame resti quasi costante, e così pure si troverebbe restare quasi costanti quelle dell'oro, dell'argento fino; da ciò apparisce la necessità di ricuocere durante la tiratura i fili di ferro, di acciaio e di ottone, poichè dopo un certo numero di passaggi alla trafila divengono crudi e presentano una troppo grande resistenza.

MATERIALE	H Resistenza alla trazione in chilgr. per mmq.	R Resistenza alla rottura in chilgr. per mmq.	K Quoziente o Duttilità
Ferro ricotto . . .	11	45	4.1
Acciajo » . . .	17	69	4.1
Ottone » . . .	12	36	3.0
Ferro tirato crudo . . .	23	60	2.6
Ottone » » . . .	20	51	2.5
Rame » » . . .	15	38	2.5
Acciajo » » . . .	26	63	2.4
Rame ricotto . . .	10	24	2.4
Platino » . . .	10	23	2.3
Oro fino » . . .	7	15	2.1
Argento fino ricotto . . .	9	19	2.1
Zinco	8.5	17.5	2.1
Piombo	1.125	2	1.8
Stagno	3	3.5	1.2

Fabbricazione dei fili metallici.

Il metallo destinato ad essere ridotto in fili deve essere tenace e duttile il più possibile, deve inoltre possedere quelle qualità speciali che meglio si confanno al lavoro che vuolsi ottenere; così il ferro deve a volte possedere una tessitura nervosa, a volte, come per la fabbricazione delle punte, non deve essere tale. Fatta la scelta del metallo, bisogna, prima di sottoporlo agli apparecchi stiratori, dargli una forma prossima per quanto è possibile a quella del filo. Ciò si può fare a) mediante foggatura col martello, pel ferro e per l'acciajo, ma si richiede troppo lavoro e non si usa guari. b) Gettando una verga e poi limandola o raschiandola come per l'ottone e pel tombacco. È un mezzo facile, ma costa pure troppo lavoro e non è molto praticato. c) Gettandolo e poi foggandolo come per l'oro e pel rame e per i metalli fusibili che si mazzicano a caldo. Questo metodo però si usa solo quando il metallo deve essere ricoperto da uno strato di un altro metallo prezioso. d) Colla laminazione, che è il metodo ora più generalmente usato. e) Ritagliando infine una lamiera in tante striscie di sezione pressochè quadrata, il che si ottiene mediante grandi cesoje parallele o più rapidamente mediante cilindri tagliatori che non sono altro che due cilindri A come quelli ordinari di laminazione provveduti di dischi taglienti a (fig. 758) che penetrano alquanto nei vani compresi fra i dischi corrispondenti dell'altro cilindro in modo che facendoli rotare nel senso delle frecce una lamiera L che è loro presentata viene attratta e divisa in tante striscie l, l' larghe come i dischi a. Questo metodo

ha sugli altri il vantaggio di richiedere poca spesa perchè si possono ottenere sbarre quadrate tanto sottili che con poco lavoro si riducono in fili fini, però presenta l'inconveniente che per il ripiegamento degli spigoli, come mostra la sezione S, si verificano quasi sempre sul filo delle screpolature e delle imperfezioni.

Per i fili di forma speciale si prende un filo a sezione circolare o quadrata o rettangolare od una lastra e si riducono colla trafila alla forma voluta.

I metalli si riducono in fili in due modi diversi, o mediante trafille, ossia costringendoli a passare attraverso fori di diametro decrescente praticati in robuste lastre di acciaio o laminandoli, facendoli cioè passare fra cilindri con apposite scanalature, dei quali parleremo più avanti. Coi cilindri per altro non si possono avere fili di diametro inferiore a un certo limite (4 mm. circa) nè si ha quella esattezza e precisione che si ottiene colla trafila.

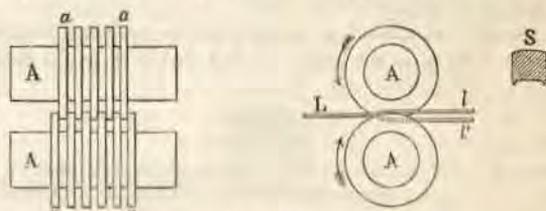


Fig. 758.

Pulitura del filo (Décapage). — Prima di fare passare il ferro alla trafila è necessario togliere dalla sua superficie la crosta di ossido che lo ricopre, perchè questa staccandosi allargherebbe prontamente i fori della filiera o produrrebbe delle strie sulla superficie del filo.

Questa operazione si fa immergendo il filo in un bagno di acido solforico diluito. Le vasche sono per lo più di legno rivestito di piombo per accrescerne la durata, o meglio ancora sono tini nei quali per lungo tempo si è conservato dell'olio, senza che vi siano chiodi per tenerli assieme; essi vanno coperti onde impedire che il vapore d'acqua carico di acido abbia a nuocere agli operai. — Per preparare il bagno si mette dapprima una certa quantità di acido in guisa che esso segni circa 3° o 4° al pesa-acidi: poi si va aggiungendo acido man mano che si mette ferro nel bagno e si arriva fino a fare segnare alla soluzione 15° o 16°. Si favorisce l'azione dell'acido riscaldando il bagno fino a un grado vicino alla ebullizione, mediante vapore di acqua che o si fa circolare entro un serpentino o meglio si inietta direttamente nel bagno già preparato sotto forma di un getto; il vapore così smuove tutta la massa di acqua, il che è vantaggioso poichè l'acido tenderebbe a raccogliersi sul fondo. La durata del bagno varia secondo l'aderenza più o meno grande dell'ossido; però si può ritenere che in media, con acqua calda, 600 chilg. di ferro richiedano 25 o 30 minuti di tempo. Si usano pure caldaje tutte di piombo scaldate a bagno maria, presso le quali sono disposti altri bacini contenenti acqua. I gas caldi dopo avere circolato attorno alle caldaje servono a riscaldare l'acqua contenuta nei bacini. Il ferro che ha subito l'azione dell'acido deve essere accuratamente lavato e per ottenere il distacco più completo dell'acido dal ferro, si lava nei bacini di acqua riscaldata a 50° e 60° almeno. Si toglie dopo qualche momento e si pone in vasche di acqua fredda nelle quali si lascia fino al momento di essere trafilato. Il filo così ben pulito e lavato può conservarsi per molto tempo sotto acqua senza irrugginire.

La perdita in peso per questa operazione di pulitura è da 0.9 a 1.5 % del peso del ferro.

Soprattutto pel filo di ferro che deve prendere una superficie perfettamente liscia e brillante, o come dicono i Francesi *tiré au clair*, è della massima importanza togliere tutta la ruggine e metterlo al sicuro da una ulteriore ossidazione.

Questo trattamento, lungi dal migliorare la qualità del ferro, tende anzi a indurirlo, poichè gli acidi rendono fragile il ferro, molto più se usati in eccesso, perciò la pulitura del ferro è una operazione molto delicata specialmente pei numeri più fini.

Si è perciò pensato di mitigare l'azione dell'acido immergendo il filo in acqua di calce, ovvero sostituendolo in tutto o in parte coi residui acidi della fabbricazione della birra; o con le acque di epurazione delle fabbriche d'olio, che è il liquido che si trova sul fondo dei tini dietro il trattamento dell'olio coll'acido solforico.

Il ferro può essere lasciato in questa soluzione per un tempo qualunque.

Secondo M. Boden, si ha una buona pulitura immergendo il ferro in un bagno di una parte di acido solfo-

rico, 20 parti di acqua, alle quali si aggiunga un poco di acido fenico per attenuare l'attacco ulteriore dell'acido sul metallo. L'ossido si distacca completamente e non occorre più che lavare il ferro coll'acqua pura e seccarlo con segatura di legno. Perchè il ferro prenda un bello splendore bianco metallico, che si conserva assai bene, basta metterlo un momento nell'acido azotico concentrato, come si fa per *décaper* l'ottone, poi lavarlo con acqua in differenti vasi, asciugarlo e fregarlo alla superficie.

Si è pure pensato ad ottenere questa pulitura per mezzo di azioni meccaniche facendo passare il filo fra due cilindri, ma succedono molte rotture, e le perdite sono superiori a quelle della pulitura cogli acidi.

Anche il tentativo di pulire il filo sopra smeriglio contenuto entro un piccolo cilindro animato da un rapido moto di oscillazione non ha avuto sorte migliore.

Un apparecchio ideato dal sig. W. Reid per la pulitura meccanica del filo di qualunque specie di metallo è rappresentato nella fig. 759. Le matasse di filo, gene-

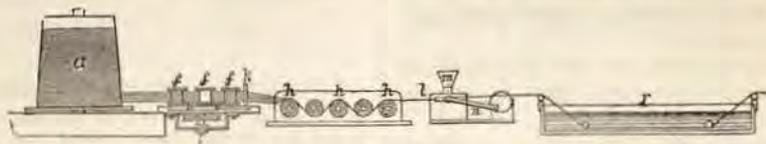


Fig. 759.

ralmente in numero di 6, stanno sopra i 6 aspi *a*, i fili passano sopra i 3 rocchetti verticali *f* sostenuti dalla lastra scorrevole *e*, poi sui 5 *h* ad asse orizzontale. Perchè tutta la superficie del filo venga a contatto coi rocchetti, la lastra scorrevole *e* riceve un moto alternativo normale alla direzione dei fili mediante un eccentrico calettato sull'albero *i*. Quando i fili sono grossi e si teme si possano accavalcare, si frapponne fra l'uno e l'altro delle sbarrette *k*. In seguito il filo si fa passare fra due lastre *l* ricoperte di legno dolce o di cuoio, sulle quali cade continuamente della sabbia *o* dello smeriglio od altro dalla tramoggia *m*. A tali lastre si imprime un movimento di va e vieni mediante la piccola biella *n*. Il filo quindi si fa passare nella vasca *r* contenente dell'ammoniaca. Alle lastre di fregamento si può sostituire una coppia di cilindri coperti di setole o di fili metallici, e che funzionano da forti spazzole. L'inferiore può farsi inoltre pescare in una vasca ripiena di sostanze atte a pulire il metallo che si trova allo stato secco o umido.

Si usa tale metodo principalmente per pulire i fili che vanno ricoperti con strati di altri metalli.

Già da alcuni anni il sig. Betz, fabbricante di ferro del Palatinato, dice di essere riuscito ad effettuare la pulitura del filo di ferro dallo strato di ossido che lo ricopre, senza esercitare una influenza dannosa sulla sua tenacità. La macchina da lui proposta a questo scopo esige un mezzo cavallo di forza e costa L. 3700 circa, deve essere servita da due uomini; in 10 ore di lavoro pulisce 6000 chilogrammi di filo di ferro da 7 ad 8 mill. di diametro.

In alcuni casi, cioè quando le trafilie abbiano un andamento celere e sia molto considerevole la riduzione di diametro che si vuole ottenere ad ogni passaggio, può ancora convenire di immergere il filo, dopo estratto dalla macchina Betz, in un bagno di acido solforico molto diluito. Allora però pel trattamento di 5000 chilogr. di ferro bastano 5 chilogr. di acido, mentre prima se ne usavano 100.

Ad ogni modo, comunque essa si effettui, dopo questa pulitura il filo è pronto ad essere trafilato. Ma non solo è necessario e seguire questa operazione al principio, in

certi casi debbesi ripetere anche più volte durante la tiratura.

Un banco da tirare si compone essenzialmente di tre parti: 1° la traflia; 2° la pinza per afferrare il filo; 3° i meccanismi per esercitare la trazione. Esaminiamole separatamente.

Traflia (*Ziehisen, Drahtziehisen; filière, filière à tirer; draw plate, drawing plate*). — La traflia è una lastra (fig. 760) resistente e dura più che sia possibile,

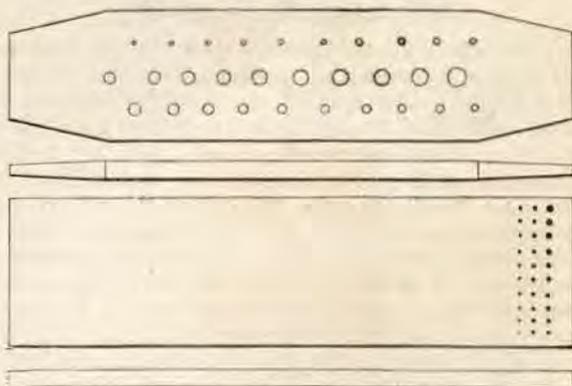


Fig. 760.

nella quale sono praticati tanti fori (*Ziehlöcher, drawing-holes*) di forma determinata e di grandezza decrescente, attraverso i quali facendo passare successivamente il filo, questo viene ad acquistare la forma voluta. La pressione che si esercita sulle pareti dei fori è grandissima, specialmente nelle grandi trafilie e pei metalli duri. D'altra parte è necessario che il foro non si allarghi, ma conservi esattamente la sua forma, perchè ogni sua imperfezione si riprodurrebbe sul filo e potrebbe anche mandare a male il prodotto. Perciò la fabbricazione di una traflia è di una grande difficoltà e richiede molta cura. Si prende un pezzo di ferro di m. 0.15 x 0.30 x 0.06, detto porta-traflia, vi si pratica una cavità rettangolare

di m. 0.025 di profondità che si riempie con pezzi di acciaio detto selvatico, si ricopre il tutto con uno strato di pasta argillosa e si pone in un fuoco di fucina. Dopo un'ora di fuoco sostenuto, si toglie, si levano accuratamente le scorie, e si batte prima con un martello, poi con un maglio tanto di piatto che di costa. — Si ripete questo riscaldamento e questo martellamento più volte finché siano ben saldate e riunite le diverse parti.

Per forare la trafile si comincia dal praticare un foro conico nella parte di ferro, riscaldando la trafile e servendosi di un punzone arrotondato alla sua estremità. Poi si dà una seconda calda per forare la lastra di acciaio e si ricorre a un punzone conico molto affilato, in modo che ne risulti un foro appena visibile. Gli si dà poi il diametro voluto mediante un punzone di diametro eguale a quello del filo che si vuole ottenere. In tal modo il metallo si addensa sempre più sulle pareti del foro. Questo ultimo ingrandimento si ottiene a freddo e facendo penetrare il punzone dalla parte esterna della lastra di acciaio. Per maggiore economia si è tentato di sostituire la ghisa bianca all'acciajo, ma le trafile così fatte si guastano prontamente.

Ciò vale per le grandi trafile. Le piccole si possono costruire anche totalmente di acciaio, altre temperate, altre no.

In fine per i fili finissimi si sono fatte trafile con pietre preziose. Il numero dei fori che può avere una trafile dipende da varie circostanze. A volte ne hanno fino da 60 a 100. Molti costruttori per altro preferiscono per diametri un po' grandi fare piccole lastre con un solo foro.

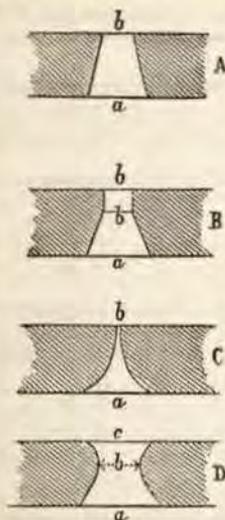


Fig. 761.

Quanto ai fori della trafile essi non sono a sezione costante, ma generalmente sono evasati o conici per facilitare l'entrata del filo. Si suole loro assegnare una di queste forme (fig. 761): la A conica colla base maggiore *a* rivolta verso il filo che entra e la minore *b* sulla faccia opposta della trafile; la B conica seguita da un breve tratto cilindrico; la C simile alla A se non che la generatrice della superficie del foro è una curva; infine la D che è molto allargata in *a*, presenta una sezione minima presso la faccia opposta in *b*, poi di nuovo si allarga alquanto su questa faccia in *c*. Questa è la migliore poichè non presenta come le altre uno spigolo vivo all'uscita del filo, e non si corre pericolo di produrre ammaccature sulla sua superficie se per caso devia alquanto dalla direzione dell'asse del foro. La parte più larga dicesi dai Francesi *perhuis*, quella più stretta *vil*.

La trafile deve agire sul metallo comprimendolo e stirandolo nel senso della lunghezza, un foro che raschiasse sarebbe difettoso. Però non solo è difficile da evitare, ma si procura invece di ottenere che la trafile stacchi dei trucioli quando si vogliono tirare dei fili di forme speciali, per es. a stella con parti molto sporgenti per abbreviare l'operazione, ma questi sono casi eccezionali. In generale il foro deve essere a pareti ben lisce e levigate.

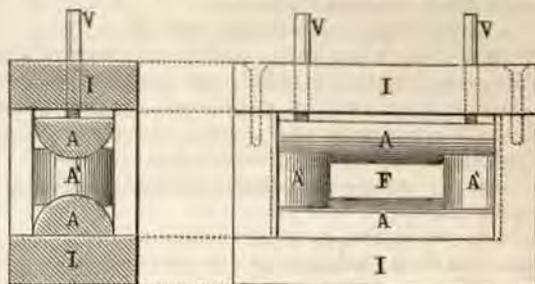


Fig. 762.

Si è poi tentato per i fili a sezione rettangolare di usare una *trafile meccanica* (fig. 762) formata da quattro asticcioline, due orizzontali A e due verticali A' arrotondate, di eccellente acciaio, contenute entro una intelajatura I di ferro, in modo da comprendere un'apertura rettangolare F, che forma il foro di trafile. Cambiando i cuscinetti A' e regolando la posizione degli altri colle viti V, si può ottenere un foro di trafile di quella grandezza che si desidera. Ma tale sistema non ha per la sua complicazione trovato grande diffusione, sebbene presenti qualche vantaggio, per es. di potere ripassare gli utensili sulla pietra all'olio quando, malgrado una forte tempera, si sia formata una depressione nelle asticcioline.

Coefficiente di assottigliamento. — I fori di una trafile vanno decrescendo di grandezza o in modo da darci ognuno una grossezza del filo commerciale seguendo cioè una delle numerazioni suesposte, come avviene il più delle volte, ovvero secondo altra legge suggerita dalla natura del metallo e dal genere di lavoro che vuoi ottenere. Il rapporto fra il diametro di un foro e quello che è immediatamente più grande dicesi coefficiente di assottigliamento. È naturale che per i metalli più duttili e di migliore qualità la riduzione può essere maggiore, però se ci si guadagna in tempo, il metallo ne scapita in bontà perdendo della sua elasticità e tenacità; perciò l'acciajo, il ferro e l'ottone si tirano attraverso ad una grande serie di fori poco diversi l'uno dall'altro, quando si voglia ottenere un materiale buono. Teoricamente l'assottigliamento potrebbesi spingere fino ad un grado molto forte, poichè detti D e *d* i diametri del filo in millim. prima e dopo esser passato, ossia di due fori consecutivi della

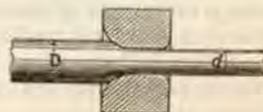


Fig. 763.

trafile (fig. 763), e H il coefficiente di resistenza alla trazione attraverso la trafile; R di resistenza allo strappamento, potrà essere al limite oltre il quale il filo si strapperà

$$\frac{\pi d^2}{4} R = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} H$$

da cui

$$\frac{R}{H} = \frac{D^2 - d^2}{d^2} = K \quad \frac{d}{D} = \sqrt{\frac{H}{R + H}}$$

Però per le ragioni suesposte si fa subire al metallo un assottigliamento di gran lunga minore ed assai lontano dal limite indicato da queste formole. Si vuole adottare un coefficiente non minore di 0.85 a 0.97. Come numero medio si può ritenere che il diametro di un foro sia solo 0.90 di quello che lo precede.

Per una serie di fori non si adotta per altro sempre lo stesso coefficiente di riduzione, ma uno maggiore pei fili grossi e minore pei fili sottili, così le riduzioni non risultano troppo grandi per quelli, nè troppo piccole per questi. Si può seguire questa regola. I diametri dei fori formano una serie di numeri, ognuno dei quali si è ottenuto moltiplicando il precedente per un fattore minore di 1. I successivi fattori formano una progressione geometrica, della quale il primo termine è il coefficiente di assottigliamento p e la ragione è z , un valore minore di uno, ma assai prossimo alla unità, così per n fori si ha questa serie di fattori

$$p \quad zp \quad z^2p \quad z^3p \dots z^{n-2}p$$

ed i diametri saranno

$$D; Dp; Dz p^2; Dz^2 p^3; Dz^3 p^4; \dots$$

$$Dz \left(\frac{n^2 - 3n}{2} + 1 \right) p^{n-1} = d,$$

dalla quale si ha

$$p = \sqrt[n-1]{\frac{d}{Dz \left(\frac{n^2 - 3n}{2} + 1 \right)}}$$

Dietro esperienze si è trovato essere conveniente assumere $z = 0.998$, ossia ogni fattore di assottigliamento più piccolo di quello che lo precede di $\frac{1}{500}$.

Avendo una serie di 40 fori, della quale il maggiore sia di millim. 11.53 ed il minore di 0.10 si trova

$$p = 0.9197 \text{ e } 0.998 \times p = 0.8523.$$

Per avere però un criterio sul coefficiente di assottigliamento di una serie di fori di trafile, è più spedito considerarli come disposti secondo una progressione geometrica, la cui ragione ci sarà data dalla formola

$$p_m = \sqrt[n-1]{\frac{d}{D}}$$

e dicesi coefficiente medio.

Ecco raccolti in una tabella questi valori di n , D , d e dedotto p_m pei fili usati in commercio.

QUALITÀ DEI FILI	Quantità dei numeri n	Diametro in millimetri pel		Coefficiente medio di assottigliamento
		numero più grosso D	numero più sottile d	
Fili di ferro comune	40	11.53	0.10	0.866
» »	25	7.00	0.40	0.888
» »	44	11.68	0.08	0.891
» »	36	6.60	0.13	0.894
» »	31	10.90	0.52	0.903
» per corde da cembalo	15	0.80	0.15	0.887
» per cardì	23	1.00	0.37	0.956
» per gomene	17	6.25	1.07	0.896
Filo d'acciajo comune	36	7.49	0.18	0.899
» per orologiai	114	12.55	0.33	0.968
» per corde da cembalo	20	1.47	0.38	0.931
» per aghi	24	1.22	0.10	0.898
Fili di ottone e di rame	26	5.60	0.40	0.900
» »	62	21.90	0.21	0.927
Fili cementati	25	0.59	0.12	0.935
Fili di rame argentato	21	2.89	0.12	0.853

Trafile in pietre dure (1). — Per la lavorazione dei sottili fili di metalli preziosi si è introdotto l'uso delle trafile di pietre dure con vantaggio sia per la perfezione, sia per l'economia del prodotto.

La lavorazione delle pietre dure per questo scopo è tutto affatto analoga alla lavorazione per l'orologeria. Se non che, invece di fori cilindrici, bisogna ottenere dei fori con due evasamenti di forma particolare.

Le migliori pietre sono quelle opache perchè le più dure, rifiutate dalla gioielleria, purchè però siano pure e non contengano ossidi metallici.

Il lavoro si fa mediante tornii di una estrema delicatezza; come mordente per tornire, forare e pulire le

pietre si usa il diamante o in piccole schegge come bulino, o in polvere di grossezza diversa secondo le diverse operazioni, fino alla pulitura che richiede una polvere impalpabile.

La prima operazione è l'*appiattimento*, che consiste nel ridurre le pietre ad avere due faccie parallele, lasciando fra di loro la maggiore grossezza comportata dalla forma della pietra. Le più piccole pietre servono alle filiere destinate a tirare i fili capillari e possono, dopo la ritornitura, avere uno spessore di 1.5 millimetri e 2 mill. di diametro.

La seconda operazione è la *ritornitura*, che si fa con bulini di diamante dopo aver fissata la pietra sul tornio mediante un cemento di gomma lacca. La pietra si fissa sopra una delle sue faccie, alla quale poi sempre dopo ci

(1) Queste notizie sono tratte dal *Dictionnaire* del C. Laboulaye.

si appoggia per perforarla e per incastonarla. Si ha così una regolarità di costruzione, senza la quale non si potrebbe arrivare al termine di una operazione tanto delicata.

La terza operazione è la *bucatura*. La si fa sopra tornii destinati a questo solo ufficio, e si può immaginare quanta mai sia la giustezza dei loro movimenti e la precisione della loro costruzione, pensando che non fanno meno di 5 o 6 mila giri al minuto. Portano essi in un foro praticato a bella posta una piccola asticciola di acciaio incollata col cemento dopo essere stata temperata. Questa asticciola serve di fioretto per bucare la pietra. L'esattezza dei tornii è tale che permette di ritornare tali punte con sottigliezza maggiore di quella di un capello fino, perfettamente cilindriche, della lunghezza anche di 2 o 3 millim.

Davanti all'albero del tornio, ben fissato sopra un'asta quadrata, si trova un piccolo carretto portante un pezzo di acciaio o di ottone, detto scorrevole, poichè può muoversi secondo una linea parallela all'asse del tornio. Su tale scorrevole precisamente in faccia all'albero del tornio si incolla la pietra. Dopo avere, mediante viti, centrata esattamente la pietra, vi si mette sopra una goccia di polvere di diamante impastata con olio fino, poi messo in movimento il tornio, colla velocità di 5 o 6 mila giri, si spinge col dito lo scorrevole in modo da far appoggiare leggermente la pietra contro il fioretto. Per la

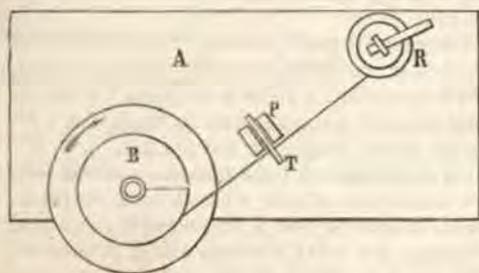


Fig. 763.

centrando il foro già fatto, si rivolge il disco ed attraverso l'apertura che esso possiede al centro si pratica nella pietra un foro conico *b*, B (fig. 764).

A questo allargamento si dà poi la forma definitiva mediante una serie di aste di acciaio aventi la punta foggiate a cono di differente grandezza ed apertura, che si passano successivamente, cominciando da quella che è più ottusa. Si usano esse pure come i fioretti per forare mediante la polvere di diamante coll'olio. L'ultima asta è cilindrica, di un diametro minore di quello del foro che essa traversa da parte a parte, e ne lavora l'interno dove i coni non hanno potuto arrivare, ed inclinandosi alquanto toglie gli spigoli rimasti fra le faccette lavorate dai successivi coni. Per tutto questo lavoro si usa polvere piuttosto grossa.

Terminato il foro C (fig. 764), si toglie questa polvere mediante sottilissime punte di legno, passate più volte da una parte e dall'altra. Poscia si ricomincia l'operazione, ma usando punte di ottone con polvere fina e si prosegue finchè si osservi colla lente essere il foro perfettamente pulito.

La forma della sezione della trafila varia secondo il metallo che si deve tirare. Si suole assegnare all'evasatura una forma parabolica, della quale ogni elemento ha per tangente i lati del cono che ha servito a produrla.

grande velocità che questo possiede, getta ben presto lontano la polvere di diamante, ma basta un breve contatto perchè il diamante stacchi qualche piccola particella della pietra.

Allora si allontana la pietra, vi si rimette una goccia d'olio e si spinge di nuovo contro al fioretto. Si seguita tale operazione finchè grado a grado si sia perforata la pietra per circa $\frac{1}{3}$ della sua grossezza A, *a* (fig. 764). Si può immaginare la delicatezza di tale operazione pensando alla piccolezza delle dimensioni dei corpi sui quali si opera. Si sono impiegati pure dei mezzi ingegnosi per ottenere meccanicamente il movimento dello scorrevole in modo che un solo operajo possa accudire più tornii in una volta.

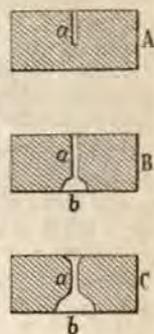


Fig. 764.

Fatto questo foro, si deve bucare la pietra dall'altra parte per rendere l'apertura passante. Ciò si fa mediante fine punte di diamante; la pietra si incolla sopra un piccolo disco di ottone forato nel suo centro, che può inserirsi e fermarsi esattamente in una piccola scatola, fissa all'albero di un tornio.

E lavorato in modo che si può rivoltare conservandosi esattamente centrato. Fissata a posto la pietra,

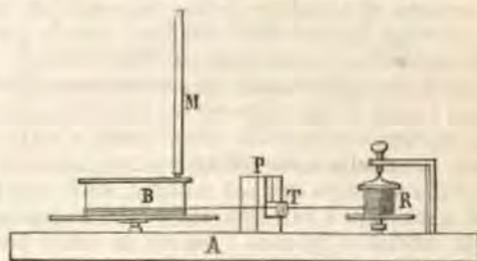


Fig. 765.

Per l'oro la forma della trafila deve essere molto più allungata che quella per l'argento. L'acciajo, invece di una curva molto pronunciata, richiede un cono quasi dritto. L'uscita del foro è pure alquanto arrotondata, ma l'evasamento è minore di quello per la entrata.

Si è ancora pensato di ricorrere al diamante per fare le trafille, ma per la sua estrema durezza non si è potuto raggiungere, nel lavorarlo, quel grado di perfezione che è necessario.

Se si consideri l'estrema finezza dei corpi che si lavorano, si comprenderà tosto la necessità dell'esattezza della trafila. L'oro infatti si riduce in fili non massiccio, ma ricoprendo un bastone di rame rosso o di argento di 30 millim. di diametro e di 80 centimetri circa di lunghezza, con foglie di oro dello spessore appena di un decimo di millimetro, poi stirandolo alla trafila in modo che si assottigli fino alla grossezza di un capello senza che la foglia d'oro si laceri e lasci vedere il rame o l'argento, sebbene sia ridotta a meno di un millesimo di millimetro di spessore. Così dicasi per i fili di acciaio che devono servire per spirali di orologi.

Per tirare i fili attraverso a queste trafille, si hanno dei banchi disposti come mostra la fig. 765. Il filo che si vuole ridurre sta avvolto sopra un rocchetto R di circa 6 cent. di diametro. La trafila T, costituita da una lastra di ottone nella quale si è incastonata la pietra

preparata come si è detto sopra, è sostenuta dal portatrafilla P ed assicurata con una molla.

Dall'altra parte, il tamburo B di circa 40 cent. di diametro, sul quale si raccoglie il filo man mano che passa alla trafilla. Gli si dà il moto rotatorio colla mano mediante un'asta di legno M che entra in un foro praticato sulla faccia superiore del cilindro e si eleva fino al soffitto, dove è ritenuto da un anello fatto espressamente per ciò.

Il filo non va direttamente dal rocchetto alla trafilla, ma passa prima sopra una bacchetta di legno che l'operajo tiene colla mano, e colla quale può dirigere il filo, e porlo al riparo dalle scosse del rocchetto, che lo spezzerebbero.

Pinze. — Le pinze sono quell'organo destinato ad afferrare il filo per tirarlo attraverso alla trafilla. In generale sono fatte in modo da stringere tanto più fortemente il filo, quanto maggiore è la resistenza che si offre alla tiratura, perciò o sono vere tenaglie, come si vede nella fig. 767, o sono costituite da due mezzi con *a* (fig. 766) riuniti da una molla *b* che penetra esattamente nel foro conico *c* praticato nella lastra *d* attaccata alla

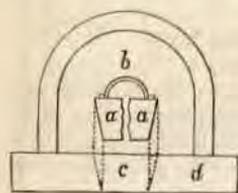


Fig. 766.

catena di trazione. Si vede come il filo, rinserrato fra le due parti *aa*, venga stretto tanto più forte, quanto più grande è la resistenza che esso presenta alla trazione.

Banco da tirare (Zieh-bank, Draht-zieh-bank). — Diversi sono i modi di fare passare un filo attraverso alla trafilla. Si hanno anzitutto le piccole trafille a mano, nelle quali la forza della mano è direttamente impiegata per tirare il filo afferrato con una tanaglia, ma si usano solo in casi eccezionali e per corti tratti. Più frequenti nelle piccole officine si trovano i banchi da tirare nei quali il filo è stretto da una tanaglia o da una pinzetta qualunque assicurata all'estremo di una catenella o di un nastro piano di ferro che si avvolge sopra un cilindro ad asse orizzontale. Imprimendo a questo, mediante braccia di cui è provvisto, un movimento rotatorio a mano, si forza il filo a passare alla trafilla. Questi banchi possono essere molto vari nella loro disposizione.

Ma la necessità di ottenere una produzione rapida e nello stesso tempo economica ha fatto sì che si è ricorso, nelle grandi officine, a vere macchine nelle quali la forza motrice non è più quella dell'operajo ma dell'acqua o del vapore. Questi sono i banchi da tirare a tanaglie (*Zauge, pinze, tenaille, pleyer*), che possono essere a scossa o continue e i banchi a subbio. Quelli a tanaglia non si adoperano che per i fili grossi o per i fili speciali. Gli altri a subbio invece per i fili sottili; poichè dovendosi il filo ripiegare in tondo sopra un subbio, richiederebbe troppo sforzo e si guasterebbe se fosse di diametro grande. Presentiamo qui la pianta di un' officina con *tenaglie a scosse* (fig. 767) (*Stoss-zaugen*), della quale ecco sommariamente la descrizione.

Sopra il banco A e su appositi cavalletti K, L, M, N si trovano 4 tanaglie disposte alternativamente per versi opposti. Esse possono muoversi orizzontalmente in modo da avvicinarsi ed allontanarsi dalle trafille *t* che si trovano assicurate davanti a loro per mezzo del portatrafilla *p*. Il movimento di va e vieni lo ricevono in questo modo. Le due braccia *mh* di ciascuna tanaglia sono unite mediante due pezzi *hn* al tirante *k* che ha una sua estremità scorrevole entro un occhiello *i* e l'altra unita a snodo colla estremità di un'asta verticale *a*, inferior-

mente fissata a snodo sul ceppo *f*. Una molla *l* tende continuamente a spingere questa asta verso l'albero motore B e la tanaglia contro la trafilla. Sull'albero B sono infisse in corrispondenza di ogni asta *a* due lunghe palmole segnate coi numeri 1, 2, 3, 4, le quali, girando l'albero, urtano ad ogni mezza rivoluzione contro l'asta e fanno allontanare rapidamente la tanaglia dalla trafilla. Per effetto di questi stessi movimenti e formando i quattro bracci *mh* e *hn* un quadrilatero articolato e però deformabile, si vede come la tanaglia quando si allontana dalla trafilla debba chiudersi e quando se ne avvicina debba spontaneamente aprirsi. In tal maniera è chiaro che girando l'albero B, tutte quattro le tanaglie si muoveranno alternativamente avanti e indietro e ciascuna, afferrato il filo davanti alla trafilla, lo trascinerà con sè allontanandosi, per tutta la lunghezza della corsa; al termine della quale abbandonatolo tornerà ad afferrarlo presso la trafilla.

I regoli *r* servono ad arrestare all'uopo una delle tanaglie. In questo disegno inoltre si vedono rappresentati due tiratoi a subbio C, D, il forno da ricuocere F alimentato dal mantice E. La botte *g* per pulire il filo dall'ossido, contenente una soluzione di acqua ed acido solforico o nitrico nella quale si immergono i fili, e presso a questa un apparecchio semplicissimo per pulire il filo meccanicamente senza ricorrere all'acido. Si dispongono le matasse di filo ben fermate sulle traverse *b*, che sollevate da palmole *d* fisse sull'albero G e lasciate ricadere, ricevono tali scosse da staccare l'ossido dalla superficie del filo.

Tutte queste parti ricevono il movimento dall'albero B che loro le comunica, come si vede dal disegno, mediante alberi secondari e ruote a lanterna e a corona. La corsa delle tanaglie a scossa varia da m. 0.15 a 1.00; è minore per i fili grossi, maggiore per i fini.

Gli inconvenienti delle tanaglie a scossa sono tanti che ora sono quasi affatto abbandonate. Anzitutto il movimento interrotto così di frequente cagiona grave perdita di tempo, poi tutte le scosse che si producono nel meccanismo ben presto lo deteriorano, ma sopra tutto il prodotto non riesce perfetto, poichè le bocche delle tanaglie lasciano una impressione sulla superficie del filo, il che può essere facile causa di rotture o di sfaldature. Così i fili tirati colle tanaglie non possono essere assoggettati con sicurezza a grandi sforzi nè servire, per es., per la fabbricazione delle corde.

Banco a tanaglie continue (Schlepp-zaugen) o banco da tirare continuo, dicevi un banco munito di un carrello portante le tanaglie o altro mezzo per afferrare, che può eseguire una corsa assai lunga, da m. 1.5 a 6 e più. Questo presenta sul precedente il vantaggio di non avere scosse, di afferrare il filo unicamente alle estremità ovvero soltanto in pochi punti e di dare un prodotto migliore. Non servirebbe peraltro, come quello a scosse, per metalli poco uniformi nell'interno, perchè stirati su lunga tratta si strapperebbero. E invece necessario per i fili muniti di un rivestimento, per es., di oro o di argento, per i fili sagomati e nei quali le impressioni della tanaglia rovinerebbero il prodotto, e per tutti quei fili che non potendosi tirare coi subbio, devono ricevere un finimento superiore a quello che si può ottenere cogli altri mezzi, per es., coi laminatoi. In generale però con questo banco non si tirano fili od aste di lunghezza superiore alla corsa del carrello. Riproduciamo qui il disegno di uno di questi banchi (figura 768).

Sopra una robusta intelajatura di legno scorre il carrello A con 4 ruote *c* portante la tanaglia *f* destinata a trarre il filo F attraverso alla trafilla che trovasi in G.

Una robusta fune B si fissa al gancio L si accavalca sulla puleggia *q* unita al carretto A e va ad avvolgersi sull'albero scannellato P; questo riceve il movimento mediante le ruote D ed E dalle manovelle C. Il carretto e la tanaglia sono fatti in modo che quanto maggiore è la resistenza opposta dal filo, tanto più fortemente questa lo

stringe. Terminata la corsa, si riconduce il carretto contro la trafile mediante la piccola fune *d* che si avvolge sul cilindro H ed è fermata al carretto in modo da far aprire la tanaglia quando venga tesa. Tutto ciò appare assai chiaramente dalla figura perchè faccia d'uopo di dare spiegazioni più minute.

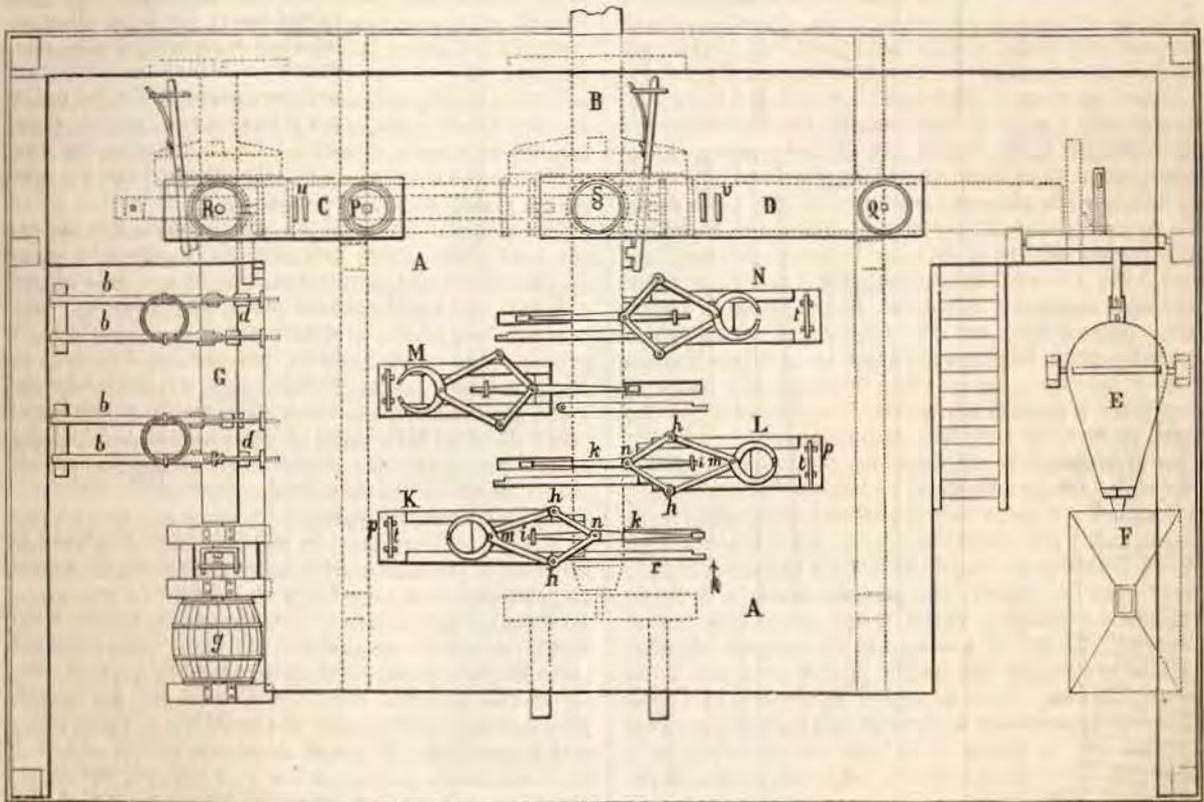
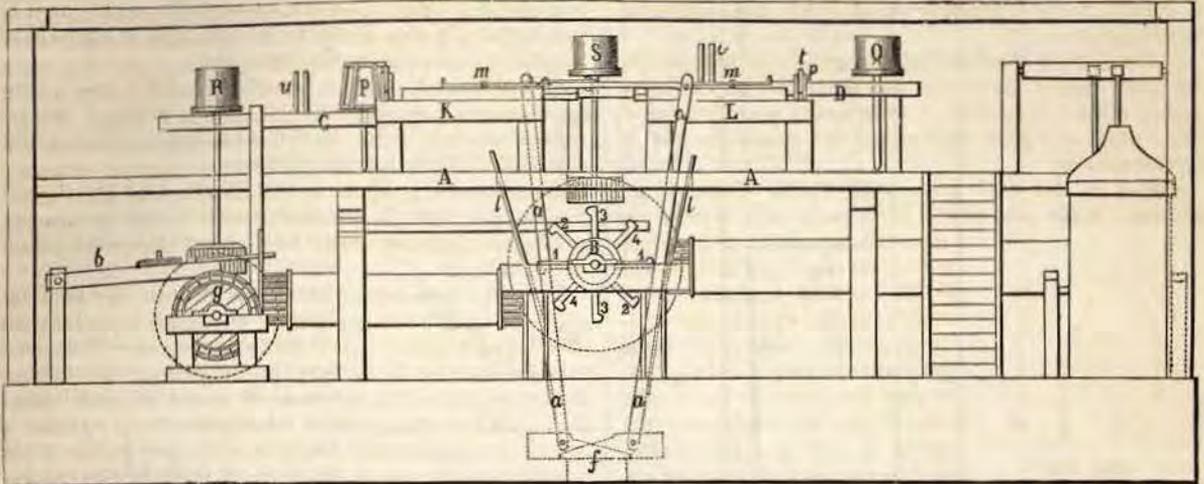


Fig 767

Rappresentiamo qui schematicamente (fig. 769) un altro banco da tirare, continuo, assai più robusto, esistente in Torino nella officina del sig. Way, fabbricante di viti e di pezzi speciali trafileati. Alla fune si è sostituito la robusta catena senza fine *a b* rappresentata a parte in A. Questa si avvolge alle sue estremità su due cilindri, dei quali quello in *b* provveduto di denti che penetrano nelle

maglie della catena e la forzano a muoversi col cilindro. Il movimento viene trasmesso dall'albero dell'officina al cono di puleggia *c* e da questo per mezzo degli ingranaggi segnati in figura al cilindro *b*. Il carretto *d* è provveduto di 4 ruote, ha nella sua faccia anteriore un foro rettangolare nel quale si cacciano a forza due cunei *e* che stringono il filo. Nella parte posteriore ha un pezzo snodato *f*

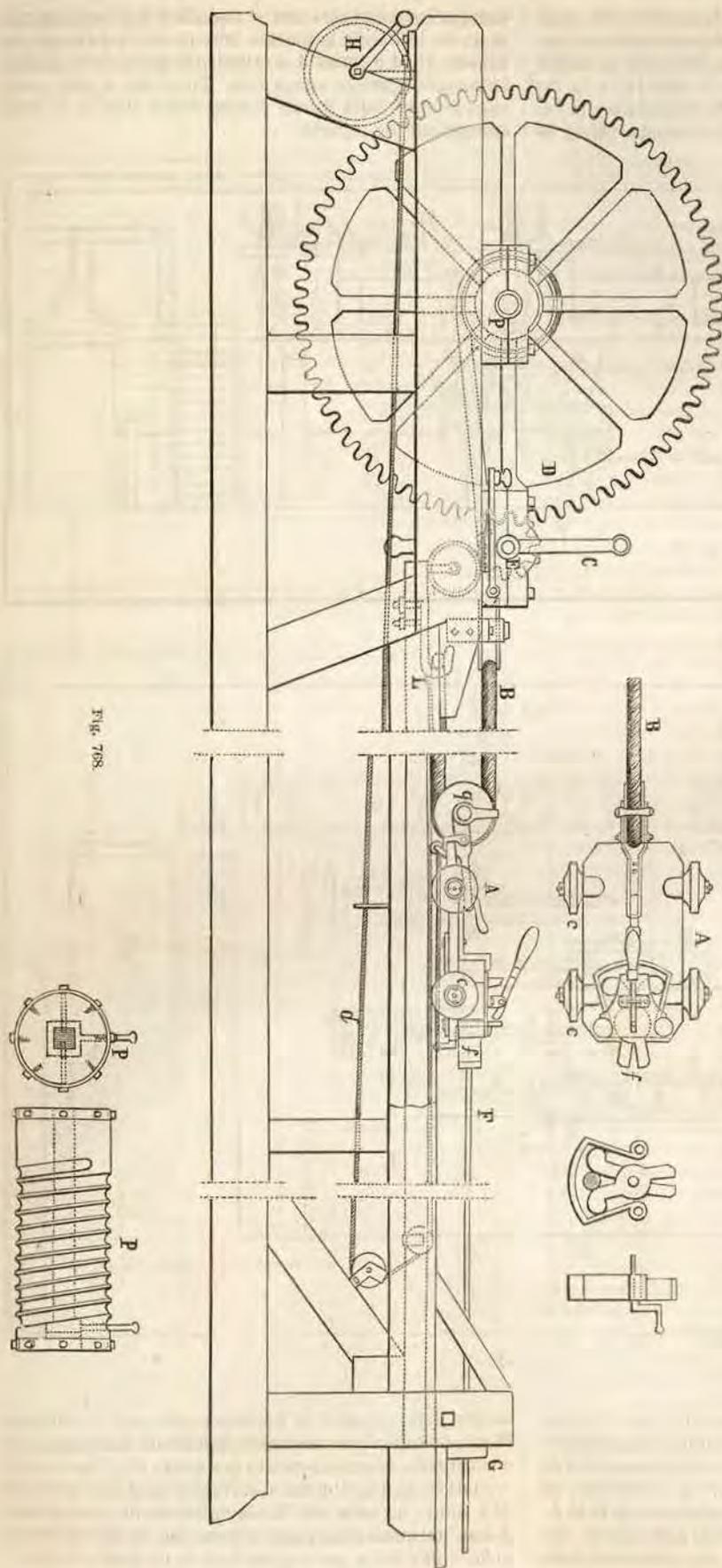


Fig. 768.

munito di tre denti *g* distanti quanto i traversini della catena, mercè i quali si rende solidale colla catena stessa e partecipa al suo moto tirando il filo attraverso alla trafla *t*. In altri banchi le rotaje che portano il carretto sono inclinate in modo che il ritorno del carretto si opera automaticamente.

La velocità colla quale camminano questi banchi è sempre piccola, di 1.00 per minuto primo in circa.

Tiratoi a subbio (*Zieh-scheiben, Scheiben-leiern, Leierwerke*). — In questi tiratoi il filo assottigliato e fatto passare attraverso il foro di trafla, viene fermato alla superficie di un subbio (*der Scheibe*) cilindrico che si muove attorno al proprio asse e che, girando, mentre costringe il filo ad allungarsi, lo avvolge a matassa. Per questa ragione richiedendosi troppa forza per piegare i fili grossi, si tirano coi subbii solo i fili di un diametro inferiore a un certo limite, che è di circa 5 millim. pel ferro e può arrivare anche a 8 o 10 millim. per il rame e per l'ottone. Perciò tutti i fili di diametro inferiore ai detti limiti sono tirati coi subbii anzichè cogli altri banchi, perchè si ha un prodotto più buono e più abbondante, essendo la loro azione continua e potendo essi muoversi con velocità anche grande, come lo comporta la fabbricazione dei fili sottili, il che non può ottenersi cogli altri banchi. I subbii danno generalmente un diametro da m. 0.40 a 0.60 e sono fatti un poco conici per facilitare l'uscita delle matasse di filo.

Il loro asse generalmente è disposto orizzontale pei fili grossi e verticale pei fili sottili.

Alla fig. 770 si ha una pianta di due tiratoi a subbio accoppiati ad asse orizzontale. La trafla è in *E* sostenuta dal portafiliera, che si compone di 4 montanti *K* fissi a un sopporto di ghisa *L*; questo è unito saldamente al banco per mezzo della chiave *H* che però gli permette di oscillare a destra e a sinistra per disporsi esattamente secondo la direzione del filo. Il subbio *A* consta di un tamburo di ghisa munito alle due estremità di razze, che si trova investito sull'albero *a*, sul quale però è folle. Sull'albero *a*, che riceve il movimento di rotazione mediante cinghia e ingra-

naggi dall'albero dell'officina, è calettato il disco C. L'innesto del subbio con questo disco si ottiene mediante l'asta B scorrevole entro due fori praticati

nelle razze e che penetra in uno dei fori *f* esistenti sul disco C. Una spirale *u v*, avvolta attorno all'asta B, che è fissa a questa in *u* e si appoggia contro la razza M

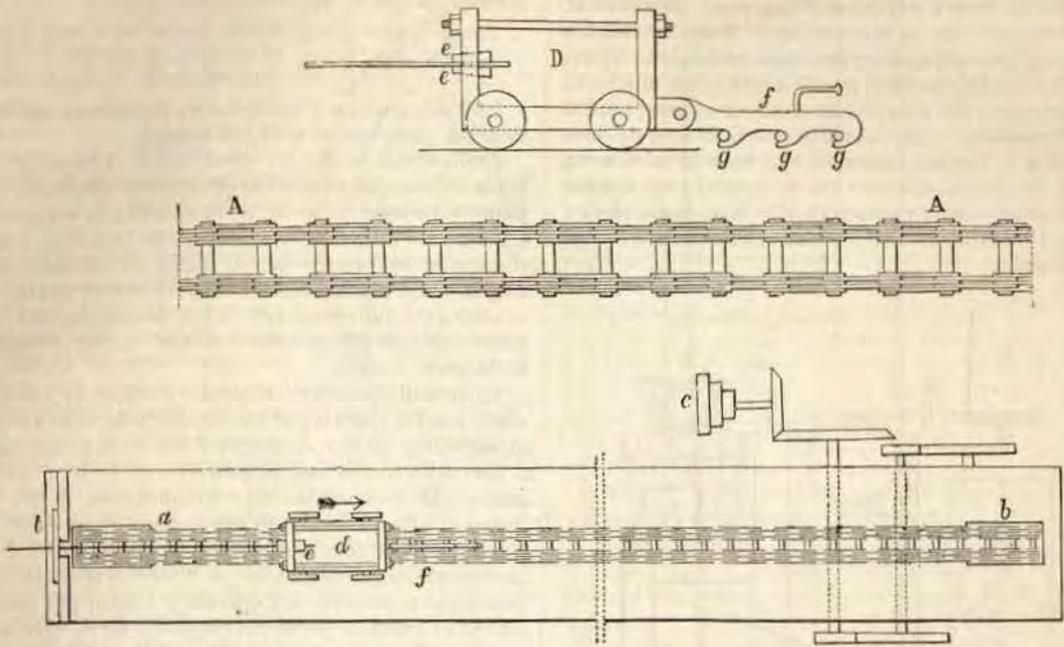


Fig 769

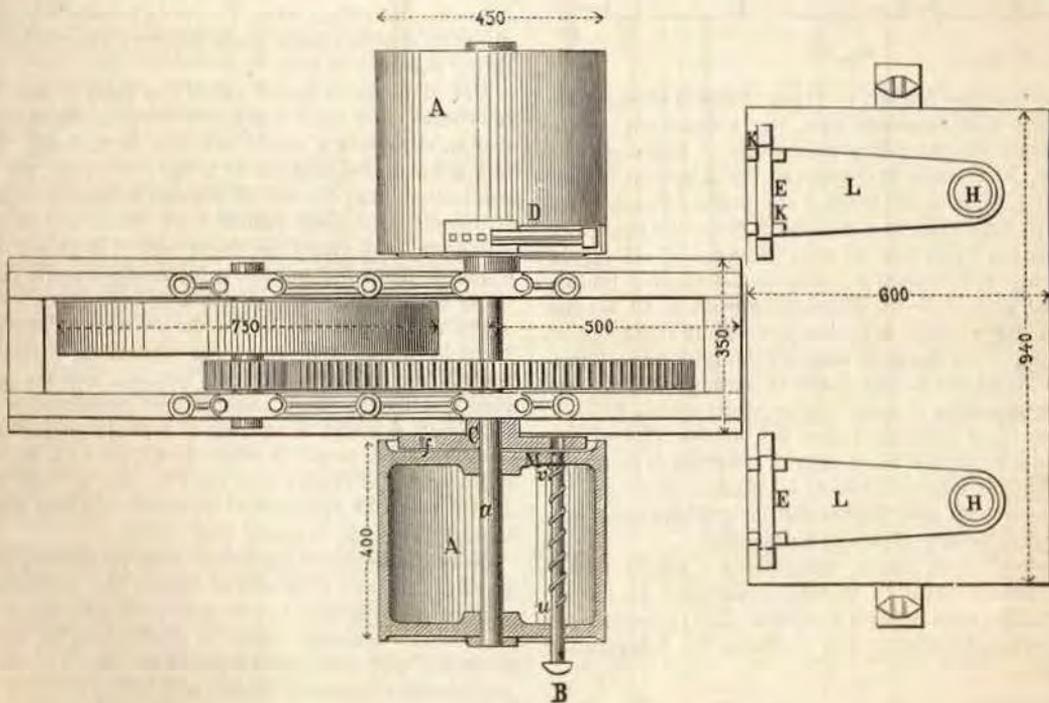


Fig 770.

in *v* tende sempre a farla uscire dal foro *f* e a togliere l'innesto, ma finchè il filo è intero la pressione esercitata da questo è tale da vincere quella della molla *u v* e il subbio ruota; quando il filo venga a spezzarsi o a terminare, la molla non essendo più contrastata nella sua azione allontana l'asta B dal disco C e il subbio si arresta

da sè, evitando di ingarbugliare tutta la matassa, come avverrebbe se seguitasse a girare.

Il filo viene assicurato al subbio mediante il pezzo articolato D che ne afferra l'estremità uscente dalla trafilatura, tanto più fortemente quanto maggiore è la resistenza che il filo oppone.

Una disposizione di subbii ad asse verticale si ha nella fig. 767 in C e D. Le trafilie sono in *u* e *v*, i subbii in R e S e i rochetti sui quali sta avvolto il filo da ridurre sono in P Q. Il movimento viene trasmesso ai subbii R, S per mezzo di ruote a corona e a lanterna dall'albero B.

Per ottenere che in tali subbii la direzione del filo coincida sempre coll'asse del foro della trafilie, che è fissa, si dà alla base del tamburo per 37 a 50 millim. di altezza un diametro un poco maggiore e si raccorda questa parte coll'altra mediante una superficie curva. L'asse del foro della trafilie si dispone tangente alla base di tale curva, perciò il filo per la tensione cui è soggetto vi striscia sopra e spinge costantemente in alto la matassa che gli sovrasta. Per tal modo la direzione del filo che si avvolge resta costante.

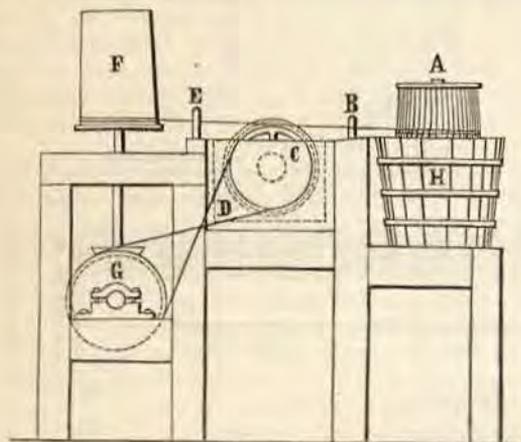


Fig. 771.

Subbio con due trafilie. — Il sig. Alfredo Glaçon, manifatturiere a Breteuil-sur-Itou, per aumentare il prodotto di una officina senza aumentare il numero delle macchine, ha pensato di frapporre fra il subbio di trazione F (fig. 771) e il rochetto A che porta il filo, due trafilie B ed E, delle quali la B col foro di diametro maggiore della E. In tal modo con un solo passaggio si ottengono due riduzioni di diametro con grande risparmio di tempo. Il filo per altro non va direttamente da B ad E, ma uscito da B si avvolge sul cilindro C che lo costringe ad immergersi in un bagno di acqua acidulata, per il ripulimento, contenuto in una vasca D, uscendo dalla quale passa per la trafilie E per avvolgersi sul subbio F.

Una coreggia riunisce l'asse del subbio di trazione coll'asse del cilindro C per mezzo di puleggie di diametro conveniente. Il risultato che si è ottenuto da diversi di questi apparecchi che funzionano da qualche anno nell'officina di Glaçon è molto soddisfacente.

La velocità colla quale camminano i subbii non è molto grande e varia da metallo a metallo, da un numero all'altro, e da officina a officina. Ecco i numeri che ci dà il signor Delalande per l'officina dei Lherminier a Laigle.

N° del filo (di Parigi)	Forza in cav. vap.	Velocità di giri al l'	Diametro del subbio m	Velocità per l' m
27-20	1.5-2.5	10-6	0.52	0.272-0.163
20-17	$\frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$	18-10	0.52	0.491-0.272
17-14	$\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}$	22-18	0.35	0.403-0.330
14-10	$\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}$	25-22	0.20	0.262-0.230
10-1	$\frac{1}{5}, \frac{1}{6}$	28-25	6.20	0.294-0.262

Invece alle officine di Gorcy si usano, secondo il Darcy, queste altre velocità:

Passaggio del numero del fil	Velocità al l'
Dal n. 30 al n. 20	0.170
» 20 » 16	0.280
» 16 » 13	0.458
» 13 » 0	0.650

I fili d'argento e d'oro possono sopportare anche una velocità maggiore di m. l per secondo.

Della tiratura dei fili metallici. — L'operajo, preso il filo che ha già subito l'operazione di ripulitura (*décapage*) ed è bene asciutto, ne assottiglia la estremità, se è grosso col martello, se è sottile con una lima, e fattala passare attraverso al foro di trafilie lo assicura alla tagaglia o alla pinza e mette in movimento il tiratojo. Terminato un primo passaggio, ne fa fare un secondo attraverso a un foro più piccolo e così via via finchè raggiunge il diametro voluto.

La tiratura può farsi al grasso o all'acqua, ciò che dicesi o per via secca o per via umida. Generalmente pei fili grossi dal n. 30 al n. 12 si tira il filo di ferro ingrassando il foro della trafilie con un pezzetto di sevo od altro, od anche più economicamente immergendo il filo in un bagno di olio contenuto in una cassa di lamiera di ferro. Dal n. 12 al n. 0 si immerge il filo in vasche (fig. 771, D, H) contenenti bagni per addolcire il ferro e renderlo atto al passaggio attraverso alla filiera. Il bagno più usato è il solfato di rame, soprattutto quando il ferro deve servire alla fabbricazione delle spille. Altri usano invece un bagno di birra acida sul quale galleggia un poco di olio d'oliva; questo dà al ferro un aspetto più bello e lo rende meno atto ad irrugginire. Uscito da questo bagno, prima di entrare nella trafilie passa sopra un cenciolino ingrassato o imbibito di olio.

Pei fili di ferro molto sottili che sono di una grande lunghezza e pei quali si allargherebbe molto il foro della trafilie, si ricorre a questo artificio. Si immerge il filo in una soluzione dilungata di solfato di rame, poi si lava con acqua pura; con ciò gli rimane aderente un leggiero strato di rame. Così quando il filo passa alla trafilie non è il ferro, ma il rame che frega contro le pareti del foro, e queste non sono più tanto intaccate e il filo conserva il suo diametro eguale per tutta la lunghezza. — Si prosegue a fare passare il filo da un foro all'altro finchè tutta la pellicola di rame sia esportata, e rimanga il filo col suo aspetto naturale. Quando non sia perfettamente scoperto si fa passare con precauzione ancora una volta a secco, e con ciò si esporta completamente ogni traccia di rame. Il rame quindi serve a facilitare il passaggio alla trafilie e a dare al filo un bell'aspetto. In tal modo si sono potuti tirare fili di ferro appena di mm. 0.0508 e di ottone di mm. 0.025.

Nonostante questi spedienti, dopo un certo numero di passaggi si deve ribattere la trafilie per impicciolire alquanto i fori che si sono allargati per il passaggio del filo. — Perciò è comodo avere le trafilie con un solo foro, perchè si può facilmente battere sui lati. Avviene pure che questo ribattere a freddo non basta, e allora si deve farlo a caldo.

Sotto l'azione della trafilie molti metalli divengono crudi e acquistano tale durezza che è necessario sottoporli all'azione del calore, per ridonare loro la duttilità e la mollezza naturale, bisogna ricocerli; così il ferro, l'acciaio, il rame, l'ottone, il tombacco, il pakfond, il platino, l'oro e l'argento.

Il numero delle cotte varia secondo la specie, la qualità del metallo e l'uso che se ne vuole fare. Così con

buon ferro affinato col carbone di legna si danno d'ordinario tre cotte per ridurlo dal diametro corrispondente al n. 27 al n. 12.

Pei numeri fini non è necessario ricuocerli in un forno perchè per la loro sottigliezza il gran calore che si sviluppa nel loro passaggio è sufficiente per ricuocerli. — Il filo di ferro che deve avere dopo la tiratura una superficie ben levigata, deve essere ripulito (*décapé*) dopo ogni cotta.

Riportiamo questi dati ricavati da un'officina di Vestfalia dove si lavora del buon ferro; una verga laminata a 5.3 millim. di diametro è trafilata in due passaggi al diametro di 3.5 millim., poi è ricotta. Il filo è in seguito trafilato in due passaggi a 2.4 millim., e ricotto di nuovo, poi trafilato a 2 millim. a 1.7 millim., a 1.45 millim., a 1.25 millim., ricotto per la terza ed ultima volta e infine trafilato a 1 millimetro.

Il ferro affinato col carbone di legno richiede un più dolce trattamento; la verga di 6 millim. è trafilata in tre passaggi a 3.85; poi ricotta, trafilato a 3.30 millim. a 2.90, e ricotto di nuovo, trafilato in seguito a 2.50 millimetri a 2.23, ricotto e trafilato in quattro passaggi a 1.35 millim.; ricotto per l'ultima volta e trafilato di nuovo. Il filo il più fino di 0.175 millim. ha subito in tutto 25 passaggi, 4 ricotte e 5 puliture (*décapages*).

Forni da ricuocere. — L'operazione del ricuocere richiede speciali avvertenze. La si eseguisce ponendo le matasse di filo entro marmitte di ghisa, che devono essere ermeticamente chiuse e lutate tutto attorno al coperchio con pasta argillosa, perchè i gas della combustione non penetrino nell'interno del vaso, che farebbero subire al ferro una modificazione per la quale diverrebbe duro e fragile.

Il ferro va ricotto al calore bianco, ma per arrivare a questa temperatura bisogna progredire lentamente e non spingere troppo il fuoco. La durata dell'operazione e la quantità di combustibile necessario, variano secondo la qualità del metallo. — Si possono usare per tale scopo forni nei quali si utilizzino i gas sfuggiti ad alti forni e questi servono per fili di grande diametro, ovvero scaldati direttamente mediante legna o carbon fossile per fili sottili, che richiedono minore calore; però la fiamma non deve toccare possibilmente il fondo della marmitta.

La durata del riscaldamento per marmitte di m. 1.00 di altezza per m. 0.80 di diametro senza tubo interno è di circa 11 o 12 ore, e la quantità di coke bruciato varia da 4.5 a 5 ettolitri per 1200 chilogr. di ferro dei nn. 17, 18, 19. Si giudica del grado di cottura del filo di ferro dal colore che ha dopo il raffreddamento, e si ritiene conveniente se ha un colore bleu scuro.

Il filo di ferro così ricotto viene di nuovo fatto passare per le trafilte, poi è messo in commercio sotto forma di matasse.

Citeremo alcune forme di forni più usati.

Nelle grandi officine si ricorre spesso a vasti forni a riverbero nei quali si dispongono diverse marmitte che possono contenere da 1000 a 2000 chilogr. di filo, e che si levano dopo che sono riscaldate per porvene delle altre. Questo metodo assai diffuso perchè rapido e spedito, presenta gravi inconvenienti, anzitutto il subito raffreddamento, oltre al deteriorare i vasi, influisce dannosamente sul filo che diviene duro e facilmente si spezza alla trafilta; in secondo luogo il riscaldamento non si fa regolarmente nell'interno, perciò si avranno delle parti più calde, delle altre meno. Per evitare questo inconveniente si sono fatti forni girevoli, ma il loro troppo costo e il rapido deterioramento hanno dimostrato non pratico questo sistema, buono in teoria.

In Belgio le marmitte contenenti da 1500 a 1800 chilogrammi di fili riposano sopra un vólto di m. 0.50 di spessore, al di sotto del quale di circa m. 0.45 sta la graticola quadrata. Le fiamme si elevano attraverso a un foro centrale di m. 0.25 di diametro e ad 8 perimetri praticati attraverso al vólto, lambiscono le pareti della marmitta e sono riverberati dalla muratura che si va restringendo verso l'alto. Sopra la marmitta avvi una specie di cappa con un camino centrale. Ogni cotta richiede da 200 a 250 chilogr. di carbon fossile. Il lavoro poi è intermittente e si ha molta perdita di combustibile e irregolarità nella cottura del filo.

Il forno Coeker ripara a tali inconvenienti. Esso è formato da un forte cilindro di ghisa posto orizzontalmente sul focolare. Ha le due estremità chiuse da porte. Alla parte superiore una catena senza fine scorre da un capo all'altro entro un'apposita scannellatura, e porta tanti uncini ai quali si assicurano le matasse di fili. All'estremità del forno vi sono due camere contigue separate dal resto mediante porta a saracinesca, nelle quali le matasse si raffreddano quando si sia interrotta la comunicazione fra loro.

Uno dei forni più in uso per ricuocere il filo di ferro è il forno Massigny a graticola circolare o diametrali perpendicolari. La marmitta è tubulare, ha cioè un tubo aperto che si eleva dal suo fondo (fig. 772), posa sopra un sostegno e riceve il calore da tutte le parti.

È un sistema conveniente per la utilizzazione del combustibile e per la buona cottura che si ottiene. Ma le marmitte si consumano rapidamente, e dopo poche cotte il fondo si distacca dal corpo, e allora bisogna ricorrere all'uso di falsi fondi, che permettono di servirsi ancora delle parti buone di ghisa. Con tali marmitte si può arrivare a ricuocere fino a 2000 o 2500 chilogr. di filo, però può essere più conveniente usare le marmitte piccole per 1000 a 1200 chilogr. perchè meno soggette ad avarie.

In tutti i forni a una sola marmitta si ha del resto sempre l'inconveniente della poca utilizzazione del calore, perciò sono preferibili quei forni nei quali si è applicato il principio delle fornaci circolari Hoffmann, nelle quali cioè il calore sfuggito di un forno serve a riscaldare il seguente, mentre il primo si può raffreddare lentamente. Con quattro forni se ne possono sempre avere due accesi, uno che si raffredda e l'altro che si riscalda.

Laminazione dei fili. — Un metodo molto celere per ridurre il metallo in fili di diametro non inferiore a un certo limite sono i laminatoi. L'azione dei laminatoi è essenzialmente diversa da quella della trafilta, tanto pel modo col quale attraggono e riducono il metallo, quanto perchè richiedono che questo sia caldo, perciò il meccanismo deve andare con grandissima velocità per approfittare del calore dato al metallo.

Un laminatoio da fili è molto simile a quello da sbarre o da lamiera, e consta di due robusti cilindri di ghisa A, B (fig. 773), coi loro assi posti in uno stesso piano verticale e coi perni contenuti nelle intelajature C. Mediante le viti D che premono sulle bronzine che abbracciano i perni, i due cilindri sono tenuti a contatto l'uno dell'altro. Essi ricevono un movimento rotatorio in direzioni opposte per mezzo dei manicotti E e delle ruote F ad essi collegate. Alla superficie i cilindri portano ognuno scolpite diverse scannellature a sezione semicircolare, come vedesi in figura, che si corrispondono, in modo che fra un cilindro e l'altro vengono a risultare tante aperture

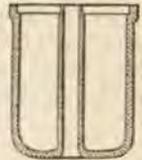


Fig. 772.

esattamente circolari *a*. Ora se mentre i cilindri girano si presenta davanti ad un'apertura una sbarra rovente di ferro, di sezione un poco maggiore, è naturale che venga attratta e forzata a passare dall'altra parte, allungandosi ed assumendo la forma circolare, che può ridursi sempre più piccola facendo passare la sbarra per i calibri minori. Questo è il principio sul quale è basato il lavoro del laminatojo.

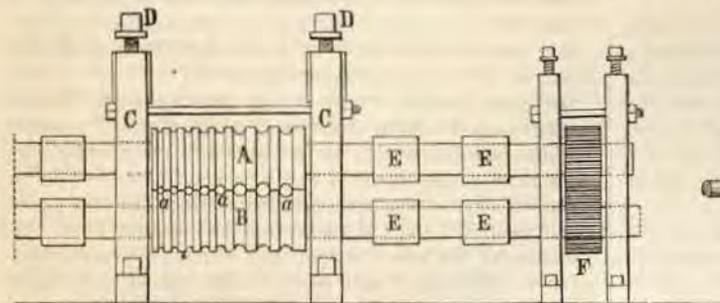


Fig. 773.

I calibri dei laminatoi per fili non sono però tutti circolari, anzi in generale non si dà la forma circolare che all'ultimo; al penultimo, detto preparatorio, la forma ovale e agli altri alternativamente la forma quadrata e ovale. In tal modo il metallo resta meglio lavorato e le sue qualità si migliorano.

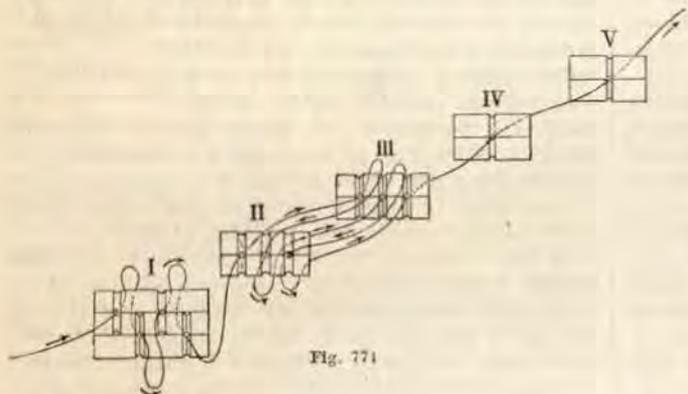


Fig. 774

Il numero, la forma e le dimensioni dei successivi calibri variano secondo le diverse qualità di metallo che si lavorano e le diverse officine. Ma sopra tutte esige

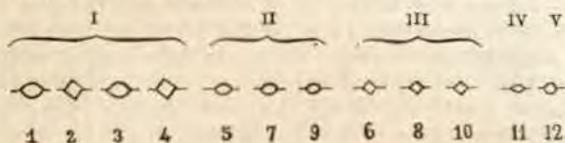


Fig. 775.

grande cura la determinazione dell'ovale preparatoria che precede la scannellatura circolare; poichè essa molto influisce sulla bontà del prodotto. In generale si può ritenere che un'ovale troppo profonda produca un filo che si spezza facilmente, invece un'ovale poco profonda dà luogo a una verga che non riempie esattamente il foro circolare successivo e perciò a un filo imperfetto.

(1) Si troveranno regole sulla costruzione della scannellatura ovale preparatoria per piccoli ferri rotondi nell'opera di M.M. DAELLEN, BOLLEMMER et DICKMANN, *Kaliber-runy der Eisens-itzzen*, Berlin 1869.

Il rapporto fra la sezione del calibro ovale e di quello circolare è in media 1.25:1. La larghezza dell'ovale è circa $1\frac{1}{2}$ volte l'altezza (1).

Ora i cilindri laminatoi hanno preso un tale sviluppo che hanno surrogato tutti gli altri mezzi di fabbricazione per i fili grossi. E si può ritenere che siano fabbricati con tale mezzo quasi tutti i fili di ferro superiori a mm. 4.5 o mm. 5, e siano tirati colle trafile solo quelli più sottili.

Alcuni hanno voluto spingere la laminazione dei fili anche a diametri inferiori, ma le grandi velocità che si richiedevano per i cilindri, producevano pericolo di rottura per le macchine e di disgrazie per gli operai, e poi il deterioramento degli apparecchi era troppo grande. Perciò arrivati a questo numero è più conveniente passare il filo alla trafile.

Un laminatojo accelerato (*schnell-walzwerk*, *laminoir accéléré*) come si costruisce oggidì consta di una serie di cinque laminatoi che agiscono tutti contemporaneamente a stirare lo stesso filo. Essi hanno calibri quadrati, ovali, e l'ultimo solo è circolare e si trovano disposti in questo modo. Si ha da prima un laminatojo I (fig. 774) con tre cilindri sovrapposti, esso ha quattro calibri la cui forma è rappresentata schematicamente dalla fig. 775 in 1, 2, 3, 4; i due ovali sono compresi fra il cilindro superiore e il medio, i due quadrati fra il medio e l'inferiore; questi sono i calibri abbozzatori. Gli altri quattro laminatoi hanno due soli cilindri, il II con tre calibri ovali, il III con tre quadrati, il IV con uno solo ovale, e il V con uno solo circolare. L'asta che si vuole ridurre in filo si fa passare rovente nel calibro ovale segnato 1, poi si ripiega su se stessa e si introduce nel calibro quadrato 2 fra i cilindri medio e inferiore, quindi si ripiega di nuovo e passa pel 3 e pel 4. Poi si guida al II laminatojo, e dopo averla introdotta nel calibro 5 la si fa passare nel 6 che esiste sul III laminatojo, quindi nel 7 che è sul II, e così via finchè uscita dal 10 passa negli ultimi due fori 11 e 12.

Il foro 11 è l'ovale preparatoria al foro 12 che è il finitore e serve di passaggio fra la forma quadrata e la circolare. La disposizione di questi cilindri è tale che una stessa sbarra si trova impegnata in più calibri nello stesso tempo e non di rado due o tre sbarre sono lavorate contemporaneamente in uno stesso treno di laminazione. Ciò però richiede molta abilità negli operai.

Il filo si avvolge man mano che si forma sopra specie di aspi di ferro.

Nella fig. 775 sono rappresentati schematicamente la forma, la disposizione dei calibri e l'ordine del passaggio del filo.

In una officina del mezzodì della Francia per filo di ferro da chiodi di 4 millim. di diametro si sono assegnate queste dimensioni in millimetri ai calibri: 1, corda 24, raggio 20; 2, lato del quadrato 10; 3, cor. 16.5, rag. 12.5; 4, lt. 7.25; 5, cor. 11.5, rag. 9; 6, lt. 5.5; 7, cor. 9.5,

Una traduzione della Memoria di DAELLEN è nella *Revue universelle des mines*, t. 31.

rag. 7.5; 8, lt. 4.25; 9, cor. 8, rag. 6; 10, lt. 3.5; 11, cor. 6, rag. 5; 12, diam. 4.

In un laminatojo di una officina di Vestfalia si hanno 16 calibri, dei quali 8 abbozzatori in un laminatojo a tre cilindri e gli altri disposti come si è detto sopra. Con questo si parte dal 1° calibro che ha 59 millim. di corda e 4 raggi di 45 millim., e si arriva all'ovale preparatoria che ha una corda di 7 millim. e un raggio di 6, e in fine all'ultimo che ha 4.5 millim. di diametro.

La velocità colla quale vanno tali cilindri ha un limite solo nell'abilità degli operai e nella resistenza degli apparecchi. In Austria i cilindri hanno da 0^m.17 a 0^m.22 di diametro, e fanno 280 a 380 giri per minuto primo. In Vestfalia essi fanno collo stesso diametro da 350 a 450 giri; in Francia con diametri da 0^m.16 a 0^m.21 fanno persino da 400 a 500 giri. Però è bene fare ruotare i cilindri abbozzatori con velocità non superiore a 150 o 180 giri per minuto.

La forza necessaria è di 65 a 100 cavalli-vapore. Una sbarra di m. 0.60 di lunghezza e di m. 0.025 di lato è ridotta in filo di mm. 4.5 a mm. 6 e della lunghezza di m. 50 o 60 appena in 40" di tempo. La produzione del filo nelle 24 ore può arrivare a 7500 o 9000 chilogr. per uno di tali apparecchi.

I forni per riscaldare i masselli devono essere disposti in modo da portare al più presto possibile il ferro al bianco sudante, perciò devono avere la graticola molto grande in rapporto alla superficie del forno. Ecco le dimensioni di un forno dell'officina di L'hermes presso St-Chamond (Francia). La suola del forno ha 2^m.30 di lunghezza per 1^m.30 di larghezza presso la porta di lavoro e 0^m.30 presso il camino; la graticola ha 0^m.88 di lunghezza per 0^m.75 di larghezza; la volta è presso l'altare alta 0^m.50 e presso il camino 0^m.28; l'apertura sopra l'altare è di 0^m.80 di larghezza per 0^m.33 di altezza. Ogni carico è di 500 chilogr. di metallo. Il consumo di carbone è da 60 a 70 chilogr. per 100 chilogr. di verghe.

In generale vi ha un solo forno per ogni treno o al più tre forni per due treni di laminazione.

Il calo per l'arroventamento del ferro è di circa il 10 al 12 p. %. Da 100 chilogr. di ferro se ne ottengono 90 a 92 di filo laminato, e da 100 chilogr. di filo laminato 85 o 90 chilogr. di filo passato alla trafilatura e commerciabile.

Il filo che esce dai laminatoj può essere messo direttamente in commercio quando non si richieda una esattezza troppo grande, ma per certi lavori di precisione deve essere ripassato alla trafilatura almeno una volta per levargli tutte quelle piccole irregolarità e sbavature che necessariamente il laminatojo gli lascia.

Filo di diversi metalli. — Il processo e gli apparecchi già descritti sono comuni alla riduzione in filo di quasi tutti i metalli. Però ognuno di essi richiede in qualche parte un trattamento speciale. Così il rame si presenta alla trafilatura sotto forma di striscie tagliate e laminate, e raramente si ricuocce.

L'ottone, il tombacco e il packfond si preparano per la trafilatura o sotto forma di aste gettate o di striscie. Dopo averli passati l'ultima volta si suole ricuocerli per rendere loro la mollezza naturale. I fili più sottili si bagnano con una soluzione di acido solforico, poi si fanno bollire con bitartrato di potassa e si raschiano (*licht weicher Draht*); alcuni dopo essere stati così puliti si tirano ancora più volte (*licht harter Draht*).

Lo zinco, il piombo, l'oro e l'argento si tirano pure o da aste gettate o da striscie tagliate da lamiera.

Il filo di ferro richiede pure trattamenti speciali se-

condo l'uso che se ne vuole fare. Il filo di ferro ricotto è fatto generalmente con qualità inferiore di ferro, perciò deve durante la tiratura subire diverse volte l'azione del calore. Si trafilatura fino al n. 6, e quando esce dall'ultimo foro è tanto crudo e fragile che è necessario ricuocerlo ancora una volta, il che gli dà quel colore scuro, perchè possa essere atto agli usi comuni. Non è necessario sottoporlo ai bagni acidi per ripulirlo dopo ogni cotta, perchè non si richiede che abbia una grande levigatezza.

Il filo per le molle elastiche e per le corde deve essere fatto con ferro di prima qualità proveniente da ghise affinate col carbone di legno. Col laminatojo si ottengono i diametri vicini a quelli che si vogliono produrre. Dopo la laminazione il filo si lascia raffreddare all'aria aperta senza metterlo nelle casse di ghisa, perchè il calore subito dal filo nelle casse altera la sua elasticità. Il filo, dopo essere appuntito e ripulito (*décapé*), passa alla trafilatura fino a prendere il diametro voluto. Questi passaggi gli aumentano la elasticità. In nessun caso poi si deve ricuocere, perchè se ne distruggerebbe la elasticità.

Il filo di acciaio si tira come gli altri fili, ma quando si voglia dotare di molta resistenza e tenacità, per es., per le corde dei pianoforti, si può sottoporre a questo trattamento. Primieramente si tempera con uno dei modi ordinarij, poi si mette in un bagno di metallo fuso contenuto in una vasca di ferro così composto: su 100 parti in peso se ne hanno 40 di piombo, 12 di zinco; 26 di antimonio, 21 di stagno, 1 di bismuto. Vi si lascia immerso finchè ha acquistato una conveniente temperatura, tempo che varia secondo la grossezza del filo ed è per es., di 10 minuti per un filo di diametro non superiore a 6 millim. E per altro meglio prolungare il bagno un poco di più. Si toglie quindi e gli si versa sopra dell'acqua fredda. Questo trattamento produce nel filo un notevole aumento di tenacità. Si suole temperare e ricuocere prima dell'ultimo passaggio.

La dose dei metalli costituenti il bagno può variare qualche poco senza che cambi l'azione di questo. La temperatura del bagno deve essere di poco superiore a quella necessaria per tenerlo liquido.

Galvanizzazione e stagnatura dei fili di ferro. — Per preservare i fili che devono essere esposti agli agenti atmosferici dalla ruggine, si ricoprono con uno strato di zinco o di stagno o di rame.

Oltre che per moltissimi altri usi, i fili galvanizzati si impiegano per le linee telegrafiche del diametro di circa mm. 4.5.

Il processo altra volta seguito era questo: si avevano matasse di filo di ferro di prima qualità, prima *décapé*, poi tuffate in bagno di acido cloridrico ed essiccate, che si immergevano in bagni di zinco fuso. Con tal metodo si aveva una perdita grandissima di zinco (calcolata al 1/10 della quantità impiegata), perchè bastava che si formasse una lega col 4 per 100 di ferro per avere un bagno non più atto alla galvanizzazione. Il filo immerso per troppo tempo diveniva fragile, restando compenetrato dal zinco. Lo strato di zinco troppo grosso ed irregolare facilmente si distaccava, esponendo il filo alla ossidazione, e poi non si potevano così galvanizzare fili di piccolo diametro.

Ora si procede in modo diverso. Il filo da 6 mm. fino a 0^m.1 si fa passare rapidamente entro un bagno contenente da 20 a 500 chilogr. di zinco, secondo la grossezza e la quantità del filo.

Il filo che esce dal bagno è avvolto su un subbio dopo essere passato attraverso un foro di trafilatura, il che serve a togliere l'eccesso di zinco dal ferro. La velocità

del filo nel suo passaggio nel bagno è in ragione inversa del suo diametro. Si tirano parecchi fili alla volta. Il filo così resta nel bagno soltanto il tempo appena necessario per ricoprirsì di un sottile strato di zinco e non vi ha pericolo che ne resti compenetrato.

Questo processo permette una notevole economia di tempo, di mano d'opera, e dà un prodotto migliore, ottenendosi una grande uniformità nello strato metallico.

Lo stesso processo è applicato per la stagnatura dei fili, in sostituzione di quello usato per l'addietro della immersione di matasse di filo entro bagni di stagno fuso, nel quale si formavano inevitabilmente delle gocce di stagno alla superficie del filo, che riusciva così ineguale e rugoso. Ora il filo passa in un bagno di stagno, poi per una filiera che lo spoglia dell'eccesso di stagno e lo egualgia; ma conservandosi lo stagno semiliquido per un certo tempo, viene solidificato facendo passare il filo in un tubo percorso da un filetto di acqua fredda, poi in un altro nel quale arrivano correnti di vapore per asciugarlo, in fine si avvolge su un subbio. Si possono così stagnare fili anche di 0^{mm}.05 di diametro.

Tiratura di fili speciali e di sbarre. — Le trafile, quali si sono descritte, vengono principalmente impiegate alla fabbricazione dei fili circolari, che sono quelli che più comunemente si trovano in commercio e di uso più frequente; però con processi analoghi si possono ottenere non solo fili di forme speciali (fig. 753), ovali, esagonali, a stella ecc., ma anche ridurre delle aste o striscie a sagome diverse.

In questi casi si deve alla trafile comune sostituirne una che presenti fuori della forma che si vuole dare alla sbarra, e si usa generalmente il banco da tirare continuo. La trafile o agisce sul metallo per semplice compressione come per i fili rotondi, ovvero presenta degli spigoli taglienti che esportano dei trucioli dal pezzo che si lavora. A questo spediente si ricorre quando la sagoma che si vuole ottenere presenta delle parti tanto sporgenti o tanto incavate da richiedere un numero troppo grande di passaggi per essere ottenute senza esportazione di materia.

Le sbarre a sezione esagonale o quadrata si fabbricano in gran copia trafileando sbarre a sezione circolare anche del diametro di 25 o 30 millimetri per ottenere chiodi o teste di chiavarda di ferro, di ottone o di altro metallo. Si ha così grande risparmio di tempo e di mano d'opera nella fabbricazione delle viti (1). La forma a stella si ottiene pure con sbarre circolari, ma si fa in modo che la trafile intacchi alquanto il metallo, e si è raggiunta nella trafileatura di queste aste a stella tale perfezione, che si impiegano sia di ottone, sia anche di acciaio per i rocchetti nella orologeria; si ottengono pure in tal modo quelle ruotine dentate che si trovano nelle gallerie delle lampade a petrolio per muovere lo stoppino, e molti altri pezzi simili.

La tiratura delle striscie sagomate può richiedere a volte delle trafile munite di veri coltelli od utensili taglienti che servono a ridurre la striscia alla forma voluta di cornice.

Questo modo di operare è un passaggio fra quello della trafile e delle macchine a piallare; si possono così ottenere delle cornici sagomate con esattezza, con celebrità ed economia, come non sarebbe possibile con altri metodi. Però essendo una operazione troppo diversa dalla fabbricazione dei fili, ci basterà averne qui fatto un cenno.

II. — TELE METALLICHE.

Uno dei prodotti nei quali l'industria moderna ha saputo fare maggior impiego dei fili metallici è la fabbricazione delle tele metalliche, che da non molti anni va assumendo uno sviluppo tanto grande da costituire veramente un ramo d'industria a sè. Ma essendo applicazione di recente data, i fabbricanti custodiscono ancora gelosamente i processi da loro seguiti, talchè nulla ho potuto trovare in diverse enciclopedie e periodici, e devo esporre solo alcune notizie generiche datemi dal cav. Silva e più ancora dal cav. Fornara, che ha presso Torino una grande fabbrica, oltrechè di tele metalliche con quasi 100 telai, anche di spille, di ganci e di stecche per busti. Un'altra fabbrica esistente pure in Torino, oltre le due summentovate, è quella del signor Ribba.

Le tele metalliche sono costituite da un intreccio di fili in tutto simile a quello delle tele ordinarie di fibre tessili. Si distinguono in commercio secondo che si ha riguardo: a) alla materia di cui sono formati i fili che le compongono; b) alla distanza che esiste fra un filo e l'altro nel tessuto; c) alla grossezza dei fili; d) alla loro forma; e) in fine al modo col quale questi sono intrecciati. Così si hanno anzitutto le tele fatte con fili di ottone o di ferro: questo può essere crudo, ricotto, zinco, stagno, ramato, o con tinte bianche, nere, azzurre; si hanno oltre queste, che sono le più generalmente usate, le tele di acciaio, di rame e qualche volta di argento, per uso specialmente dell'oreficeria. Come prodotti eccezionali citeremo le tele formate con fili di diversi metalli od ancora quelle nelle quali si trovano frammisti ai fili metallici, fili di fibre tessili, come canapa, lino, cotone, seta, allo stesso modo che sulle stoffe di seta si sogliono alle volte formare dei disegni con fili d'oro o d'argento. Si capisce come si possano variare in modo indefinito queste combinazioni e come se ne possano ottenere tessuti eleganti; ma, come si è detto, non si fabbricano che dietro ordinazione e non possono considerarsi come prodotti giornalieri, ma eccezionali.

b) Sulla distanza che hanno i fili tra loro è basata la numerazione commerciale delle tele. Non si misura per altro tale distanza, ma bensì si conta il numero dei fili che si hanno su una data lunghezza presa come unità. Ne segue che dicesi numero di una tela il numero di fili contenuti in essa sulla lunghezza di un pollice francese (0^m.027). Così che la tela n. 20 avrà 20 fili su 27^{mm} di lunghezza, il n. 130 ne avrà 130, il n. 3 $\frac{1}{2}$ avrà 7 fili su 54^{mm}, e così via via.

Nei tessuti ordinari generalmente le maglie comprese fra i fili dell'ordito e quelli di trama sono quadrate, perciò si ha sul pollice lo stesso numero di fili tanto di ordito che di trama; quando per altro, per tessuti speciali, tali maglie risultano rettangolari, o i fili di trama siano di natura diversa di quelli di ordito, per es., questi siano a sezione rettangolare, mentre quelli siano circolari, si conta il numero dei fili tanto in un verso che nell'altro, e si dice, per es., che la tela della figura 785 è del numero 4 $\frac{1}{2}$ /₂₇, cioè ha sul pollice 4 $\frac{1}{2}$ fili di ordito e 27 di trama. La tela a catenella (fig. 787) ha il n. $\frac{2}{10}$, cioè conta 10 fili di trama sul pollice e 2 di ordito su un pollice. Per un filo di ordito si intende l'assieme dei tre piccoli fili formanti catenella. A volte, ma però imperfettamente, non si dà che il numero dei fili di maggiore importanza, e si direbbe che le tele suddette sono dei numeri 27 e 10; ma è migliore la notazione precedente.

Si fabbricano comunemente circa 100 numeri diversi di tele a partire dal N. 1, che ha un solo buco in un quadrato di 27^{mm} di lato, sino al numero più fino che è

(1) Esiste in Torino una bella fabbrica di tal genere, del sig. Way.

il 200, che ha 40,000 buchi su un'area eguale. Ecco i disegni di alcune delle principali tele fabbricate dalla ditta Fornara e C. (fig. 776), distinte coi rispettivi numeri.

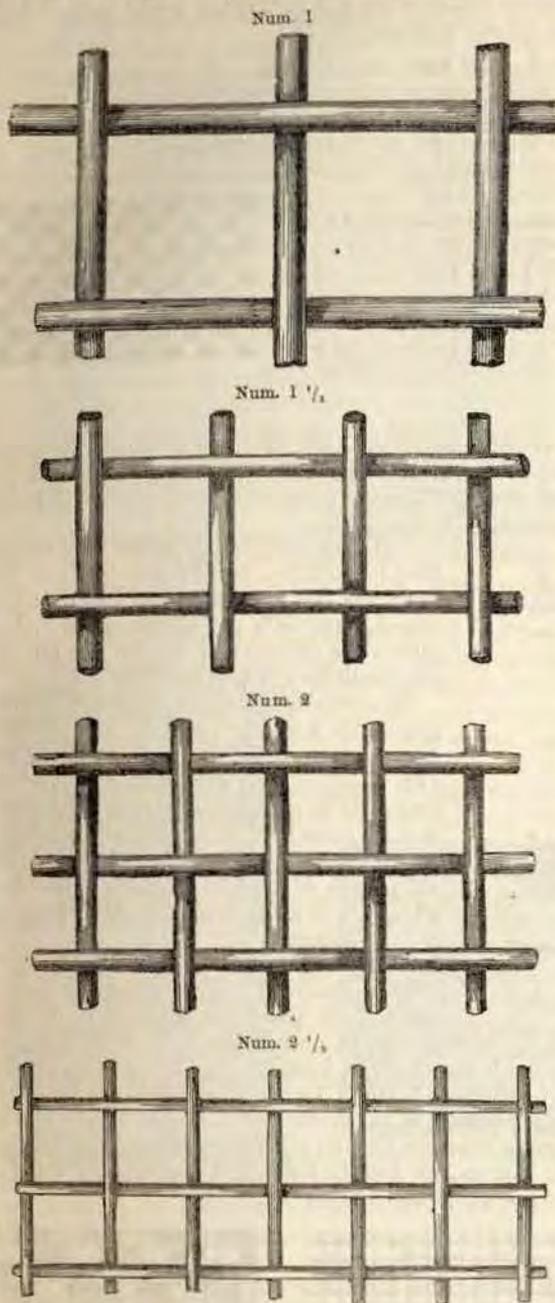


Fig. 775.

Però è ovvio che si possono interpolare fra i numeri 1 e 200 quanti altri si voglia sia interi, sia frazionari per soddisfare alle esigenze della meccanica: ma una serie di 100 numeri è generalmente abbastanza varia perchè non si senta il bisogno di aumentarla.

c) La cognizione del numero non è sufficiente per sé sola a darci una idea esatta della natura di una tela, perchè una tela di un dato numero può esser fabbricata con fili di diversa grossezza, e può quindi essere più o meno robusta, pesare più o meno, avere un prezzo più o meno grande, ed esser adatta a certi usi piuttosto che a certi altri.

Nei numeri alti si ha un limite superiore che non può essere sorpassato dalla grossezza del filo. Detto n il numero della tela e d il diametro del filo, possiamo ritenere questo limite essere

$$\alpha) \quad d = \frac{27 \text{mm}}{2n}$$

così per la tela di $n. 54$ non può il filo essere più grosso di $d = \frac{27 \text{mm}}{2 \times 54} = 0 \text{mm}.25$ un quarto di millimetro.

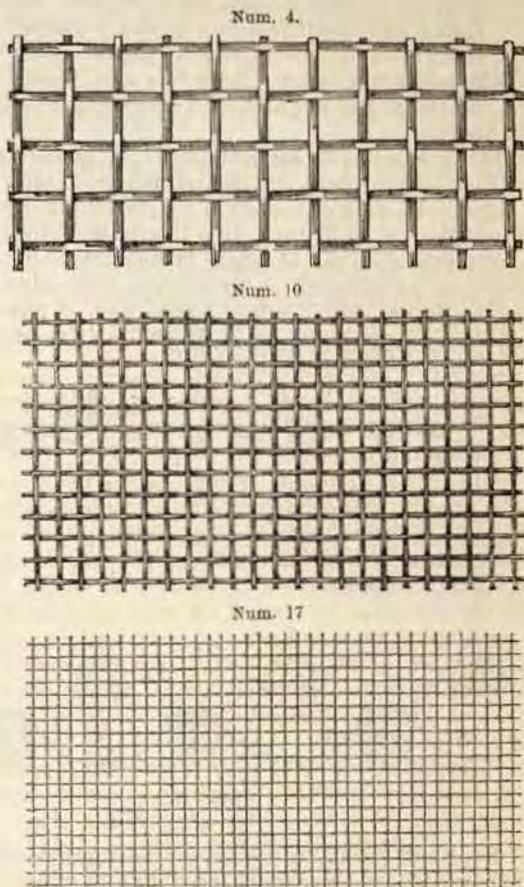


Fig. 776.

L'espressione esatta di tale limite sarebbe

$$\beta) \quad d = \frac{27}{n\sqrt{3}} = \frac{27}{1.73n}$$

poichè la distanza dei fili oo (fig. 777, M) da asse ad asse, proiettata sulla retta ox , è eguale ad $\frac{1}{n}$ di 27 millim., se si aumenta il loro diametro, aumenterà pure quello del filo interposto t ed al più potremo aumentarlo fino a che la distanza fra due fili, misurata secondo la linea dei centri, sia eguale alla loro grossezza come fa vedere la fig. 777, N. In tal caso si ha appunto $CB = \frac{27}{n} = d\sqrt{3}$

e ne risulta la relazione superiore, dalla quale si vede che, scemando n , cresce d ; ossia che quanto più basso è il numero della tela tanto più grande è il diametro del filo che possiamo usare a formarla; e perciò la varietà delle tele che si possono fabbricare rispetto alla grossezza del filo è tanto maggiore quanto più basso è il numero della tela stessa. Così, per questa sola conside-

razione il n. 2, per es., si potrebbe fare con tutta la grandissima serie dei fili da 10 millim. in poi, mentre il n. 200 non è possibile farlo che con fili del diametro inferiore a $d = \frac{27}{1.73.200} = 0\text{mm}.078$.

Quanto alla finezza del filo non ci sono imposti altri limiti che dalla consistenza o *robustezza* che deve avere la tela. Dalla fig. 777 si vede che i fili *oo* sono trattenuti alla distanza voluta soltanto in grazia della rigidità dei fili che con loro si intrecciano come il filo *t*; perciò quanto più i fili *oo* sono distanti, tanto più grossi devono essere i fili *t*, altrimenti non sarà possibile conservare la forma regolare della tela. Da ciò appare che v'ha una relazione fra il numero della tela e la finezza del filo, e che non si può per un dato numero eccedere una certa finezza.

Commercialmente si sogliono fare pei numeri più bassi 15 differenti *forze* per ciascun numero di tela; 10 per ognuno dei numeri medii e 4 o 5 pei più alti; cioè si fanno tele con fili di 4 o 5, 10 o 15 grossezze diverse, e questo secondo l'uso al quale la tela deve servire. Cosicché un assortimento completo delle tele potrebbe avere da 1000 a 1200 campioni, ossia, come si dice in commercio, si potrebbero avere da 1000 a 1200 dimen-

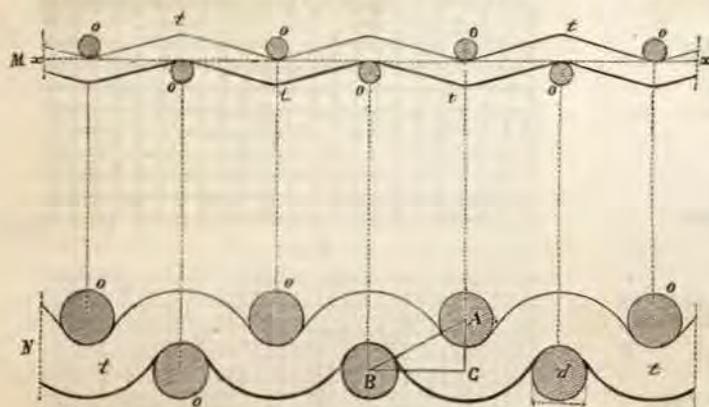


Fig. 777.

sioni diverse di buchi. La cognizione della grandezza e del numero dei fori che restano fra i fili è di utilità immediata, poichè per massima parte le tele si usano come stacci, cioè servono per lasciare passare attraverso di esse alcune sostanze ed a trattenerne alcune altre, e perciò per sapere se una tela è atta ad una tale ope-

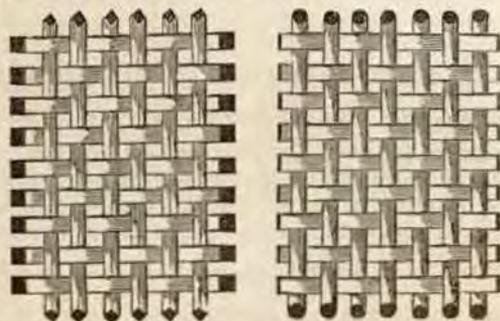


Fig. 778.

razione, è necessario conoscere le dimensioni dei fori che in essa esistono.

d) Non solo può variare la grossezza del filo, ma può variare anche la forma; così si hanno tele, che si

usano per la separazione dei cereali, che sono fatte con fili a sezione quadrata, altre tele dette Reps (fig. 778) hanno i fili di trama circolari e quelli di ordito sono a sezione rettangolare e si avvolgono come tante fettucce attorno agli altri.

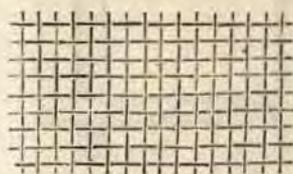


Fig. 779.

Si hanno anche delle tele fatte con fili mezzi tondi che presentano tutte le faccie piane da una parte e formano così una superficie più unita, ed in simil modo si possono usare altre forme di fili.

e) Non tutte le tele hanno però le loro maglie quadrate, nè i fili sono sempre disposti alla stessa distanza nell'ordito e nella trama, come nelle precedenti, ma si hanno altre volte disposizioni diverse nei fili, ciò che costituisce le tele speciali.

Ed anzitutto si devono annoverare tutte quelle tele a maglie quadrate che diversificano tra loro pel vario modo col quale i fili di ordito sono intrecciati con quelli di trama. Se ne potrebbe avere una serie grandissima come la si ha nei tessuti ordinarii, ma non essendo queste tele richieste dagli usi pratici ed essendo piuttosto riserbate ad oggetti di lusso, si sogliono fabbricare in piccolo numero.

Se in un reticolato noi intendiamo che i singoli quadretti rappresentino la proiezione della parte sovrapposta *a* di due

fili *ff'* e segniamo in nero il quadretto se in quell'incanto il filo di ordito è superiore, e lo lasciamo bianco se è superiore il filo di trama, è naturale che potremo rappresentare in tal modo tutti i tessuti diversi che si possono ottenere facendo le diverse combinazioni dei due fili. Per es., un tessuto liscio sarà pienamente rappresentato da questo schema (fig. 779).

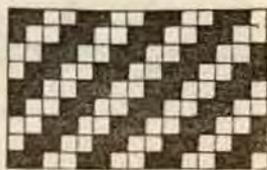
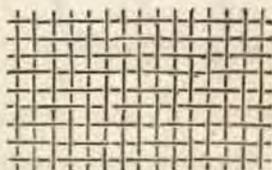


Fig. 780.

Una tela invece, come qualche volta si fa, nella quale ogni filo di trama passa alternativamente sopra e sotto a due fili di ordito quale si vede nella fig. 780, avrebbe lo schema segnato lì presso. Oltre questa e molte altre, nelle quali il tessuto riesce uniforme, se ne possono pure fare di quelle operate, cioè con disegni. Ne abbiamo un esempio nel parascintile (fig. 781), nel quale il disegno è ottenuto da tanti fili di trama che passano sopra a quelli di ordito, il suo schema potrebbe essere del genere di

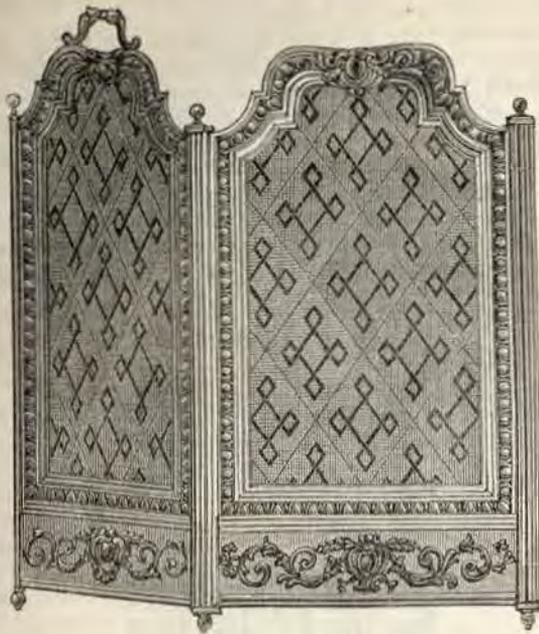


Fig. 781.

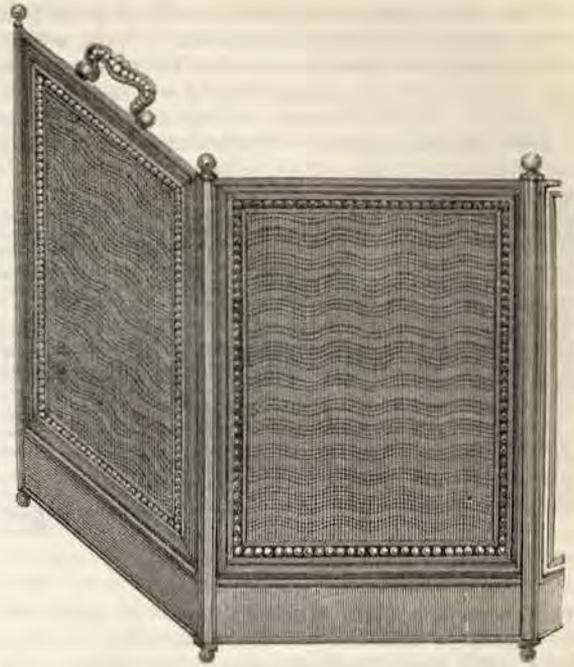


Fig. 783.



Fig. 785.

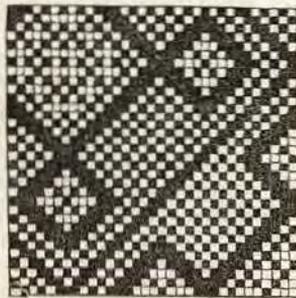


Fig. 782.

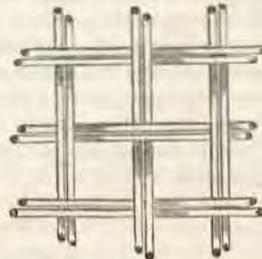


Fig. 781.

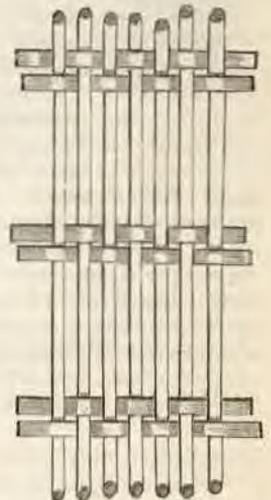


Fig. 786.

questo (fig. 782). Ma, come si è detto, queste tele, che si ottengono mediante apposite meccaniche per muovere i licci, non devono essere considerate che come prodotti eccezionali e di lusso.

Soventi, per dare un miglior aspetto al tessuto, si dispongono i fili di trama ondulati come si vede nel parascintille della fig. 783.

Si giunge a questo scopo con un artificio semplicissimo, usando cioè di un telajo col pettine che abbia i suoi denti disposti secondo la curva che si vuole dare ai fili di trama.

A volte i fili tanto di ordito che di trama si dispongono per coppie egualmente distanti, e ne risulta un tessuto come quello della fig. 784 con grandi maglie quadrate. Altre volte si pongono i fili di ordito ad una certa distanza, invece quelli di trama si serrano più che

sia possibile, e ne risulta un tessuto come si vede nella fig. 785, simile all'intreccio dei vimini che formano un canestro. Detto in francese *touraille*.

Per i brillatoi da riso si fa uso di un'altra forma di tela detta a *catenella*, come quella della fig. 786, nella quale cioè i fili di trama sono circolari e posti coi loro assi in uno stesso piano ed i fili di ordito sono a sezione rettangolare e disposti per coppie distanti fra loro, in modo da lasciare lunghe e strette feritoje fra i fili circolari. Un tessuto simile al precedente, ma formato con soli fili circolari è quello della fig. 787 che dicesi pure a *catenella*. A differenza del precedente, i fili di trama sono rilegati dai fili di ordito circolari e disposti tre a tre a catenella.

Per le macchine da fabbricare la carta, si fa uso di grandi tele continue alte fino a 1^m.80 o 2^m.00 e lunghe

10 o 12, esse possono essere lisce, o meglio si danno loro forme speciali. Una forma molto usata è simile affatto alla precedente e dicesi pure a *catenella* ne diversifica solo perchè le maglie sono quadrate e non rettangolari, poi perchè i fili di trama si mettono molto più grossi di quelli di ordito, in modo che tre di questi abbiano

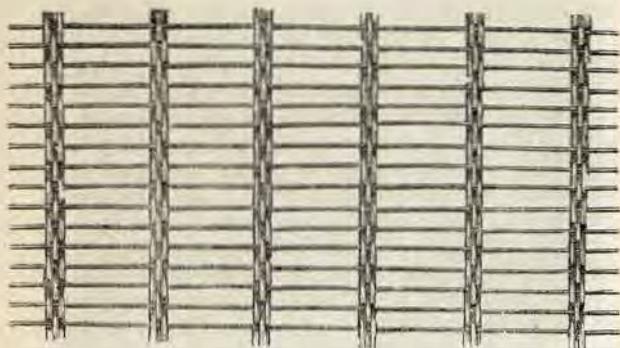


Fig. 787.

presso a poco la stessa grossezza di uno di quelli; talchè a primo aspetto la tela sembra semplice. Un'altra forma usata pure principalmente per le cartiere è la tela cordonata o ritorta (fig. 788); in essa ogni filo di ordito è formato da 3, 4 o 5 sottili fili ritorti assieme in modo che la loro grossezza complessiva risulti pressochè eguale o di poco superiore a quella di un solo filo di trama; le maglie devono risultare quadrate.

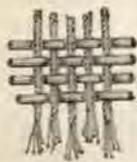


Fig. 788.

Queste due ultime tele a *catenella* e *cordinata* hanno il vantaggio sulle ordinarie di possedere una grande flessibilità ed una grande resistenza al tempo stesso, per cui, non ostante il loro costo elevato, sono preferite nelle macchine delle cartiere alle tele ordinarie, perchè si possono avvolgere sui cilindri e ripiegarsi anche con piccoli raggi senza restare danneggiate ed hanno perciò una durata molto maggiore. Più robuste sono per la loro stessa costituzione le *cordinate*, poi quelle a *catenella* e da ultimo le *semplici*.

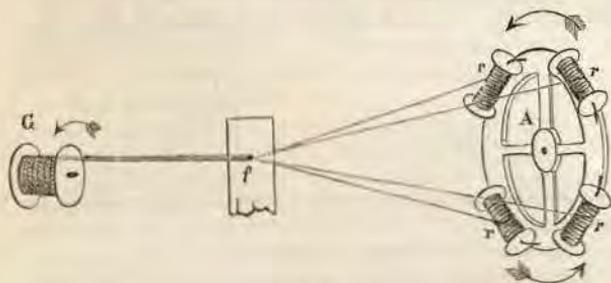


Fig. 789.

Per ritorcere assieme i fili che devono formare l'ordito, può servire una macchinetta che qui rappresentiamo schematicamente (fig. 789): sopra un disco A girevole in piano verticale si assicurano tanti rocchetti *r* quanti devono essere i fili che formano il torto, si fanno passare tutti questi fili attraverso un foro *f* e si vanno ad assicurare alla superficie del rocchetto G. Facendo girare il disco A ed il rocchetto G nel senso indicato dalle frecce e con velocità costanti e che stiano fra loro in un dato rapporto è naturale che sul rocchetto G si

raccoglierà un filo torto più o meno a seconda del rapporto delle velocità di A e di G.

Una cosa della massima importanza per le tele da cartiere è la cucitura. Questa operazione è resa necessaria dal dovere queste tele essere come suol dirsi senza fine, per avvolgersi e svolgersi continuamente su cilindri. La cucitura dev'essere tale da non ingrossare sensibilmente la tela e da non alterare almeno una delle sue faccie perchè la carta riporterebbe l'impronta della unione e ne sarebbe guasta. È una operazione tutta di pazienza che gli operai devono eseguire a mano. Accostati i due bordi *a a'* (fig. 790, A) che si vogliono unire, si

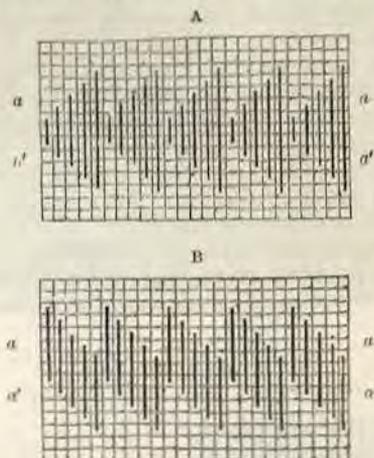


Fig. 790.

comincia a dare un primo punto con un ago ed un filo metallico prendendo un solo filo trasversale per parte, poi col secondo punto si prendono due fili trasversali per parte; col terzo, 3; col quarto, 4 e così via per un certo numero di punti tanto maggiore quanto più forte si vuole fare la cucitura. Quando si è dato il punto più lungo che si vuole dare, si ritorna col punto seguente a prendere un solo filo per parte in modo che la cucitura viene a prendere l'aspetto di una doppia serie di denti di sega rivolti per lo stesso verso. Un'altra disposizione di punti egualmente forte è quella della fig. 790 B, nella quale tutti i punti hanno la stessa lunghezza e le due serie di denti di sega sono rivolte per versi contrarii. Ad ogni modo, comunque si faccia la cucitura, è necessario avvertire che dalla parte, sulla quale va messa la pasta, il filo di ogni punto deve essere posto fra i due fili paralleli di ordito, senza accavallarsi ad alcuno, e deve avere una grossezza non maggiore di questi. In tal modo una cucitura, quando sia ben fatta, offre una resistenza non molto inferiore a quella propria della tela ed una lunga durata, senza produrre un sensibile ingrossamento nel tessuto.

Una operazione analoga alla precedente si deve eseguire sulle tele da carta, qualora si voglia ottenere la carta filigrana, ossia si vogliono imprimere sulla carta certi disegni speciali, come sarebbe per la carta da bollo, del lotto, per la carta-valore, ecc. Tutti quei disegni vanno fatti con sottilissima lastra o filo di ottone e cuciti poi sulla tela senza fine al posto voluto. In tal modo restando sopra tali disegni la pasta più sottile, la carta resterà più trasparente e ne conserverà la traccia.

Queste tele per cartiere, comunque esse siano o semplici o a *catenella* o *cordinate*, sono sempre fatte con filo di ottone di prima qualità e colla massima cura possibile. I numeri più grossi, per es., dal 15 al 25 servono

pei cartoni più ordinarii, pei cartoni più fini si usano numeri più fini fino al 45, dal 45 a 60 si usano già per la carta da imballaggio e per la bianca ordinaria, dal 60 al 65 per la carta da giornali, l'80, 85, 90, 100 per la carta da lettere, il 120 si usa per la pasta di legno. I numeri più fini ancora servono come stacci per la polvere di talco da porre nella carta da protocollo, come pure si usa per il solfo da viti e si ottiene una polvere impalpabile.

Il modo di fabbricare le tele metalliche non differisce essenzialmente da quello usato per le tele ordinarie; cioè si usano telai costituiti delle stesse parti essenziali, se non che in essi tutto è più robusto, più forte, come è il prodotto che si ottiene, e si è ancora, almeno da noi, ben lungi dalla perfezione raggiunta nei telai per le fibre tessili, anzi tutto è ancora grossolano e primitivo.

Nel suo assieme uno di questi telai (fig. 791) consta di una intelaiatura A che può essere di legno o di metallo; alla parte posteriore si trova il subbio O per l'ordito; sul davanti si trova l'altro subbio T, sul quale si avvolge la tela già fatta, dopo che è passata sul cilindro D. I fili di ordito che si svolgono da O passano per la serie di telai a licci L, che nel caso ordinario non sono più di due, poi attraverso i denti del pettine che trovasi assicurato al battente B poco avanti al cilindro D.

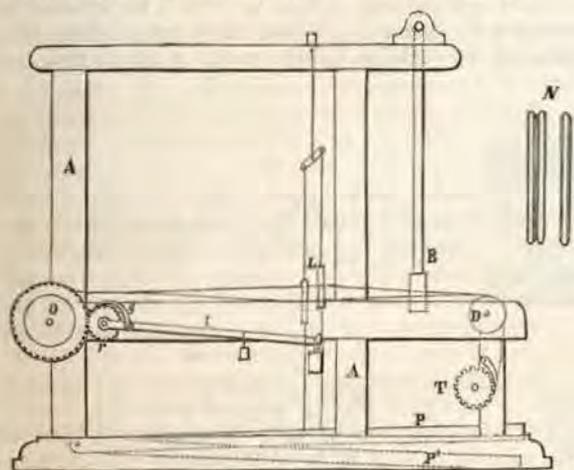


Fig. 791.

Il movimento dei telai a licci si fa dall'operaio mediante i due pedali P, P'; il battente B è pure mosso dalla mano dell'operaio. L'avvolgimento della tela sul subbio T o è fatto dall'operaio dopo un certo numero di colpi mediante una manovella, ovvero si fa automaticamente ad ogni colpo del battente, mediante una combinazione semplice di ruote dentate e di leve, l'ultima delle quali è assicurata al battente B. Questo si fa però solo per i telai da tele fine, non per quelli da tele forti.

La tensione nei fili di ordito è prodotta in questo modo. Al subbio O è assicurata una ruota piuttosto grande che imbocca con un rocchetto r sull'asse del quale è investita liberamente, per un foro praticato alla sua estremità, la leva l. Ad un punto di questa presso il rocchetto è assicurato un gancio g che è foggiato in modo da incastrare nei denti del rocchetto r, e così tenere orizzontale l'asta l, che si carica in punti diversi della sua lunghezza, secondo il caso, di pesi più o meno forti; di tali tenditori se ne hanno due, uno per parte, e così si può regolare la tensione dell'ordito. È naturale che col'avvolgersi della tela su T la leva l si abbassi, allora non si ha da fare altro che rialzarla, e di per sé

il gancio g scorrendo a ritroso sui denti del rocchetto andrà ad afferrarne altri in modo da tenere di nuovo la leva l orizzontale. Per impedire che durante tale operazione il subbio a tela o si svolga, in molti telai è esso provvisto di un freno a cinghia. Il subbio T è naturalmente provvisto di un nottolino di arresto che gli impedisce di girare. La navetta N è pure molto semplice, non consistendo che in una stecca di legno lunga e stretta avente sui due lati minori due incavature a gola per ricevere il filo. Nel movimento del battente, l'operaio non ha altra guida che la lunga pratica, per la quale sa regolare la intensità del colpo a seconda del bisogno in modo da conservare sempre la stessa distanza fra tutti i fili di trama anche quando essi sono molto distanti fra loro, per es., nelle tele del numero 3 o 4, ecc. Per le tele molto robuste, che si usano per es. nelle miniere, non è più sufficiente la mano dell'operaio a muovere il battente, ma si deve ricorrere a mezzi più potenti, costruendo anzitutto questo più pesante in modo da avere una intensità di urto proporzionale allo sforzo che si vuol vincere, poi munendolo di due robusti prolungamenti, uno per parte del telajo, ai quali si applicano due operai che determinano il movimento del battente.

Non tutti i telai per altro sono così grossolani; l'industria moderna, che ha portato ad un grado di tanta perfezione i telai per le stoffe, non ha potuto trascurare affatto questi per le tele metalliche. E già si fabbricano e si impiegano all'estero telai automatici o meccanici anche per la fabbricazione di tal genere di tessuti; telai cioè nei quali dando il moto, mediante una cinghia, all'albero principale della macchina, questo lo trasmette a tutte le altre parti e si produce da sé il movimento della navetta, del battente, dei licci, dei subbii, ecc. senza che l'operaio vi prenda direttamente parte, e non gli resta altro incarico che di sorvegliare l'andamento della macchina. È questo certamente un grande perfezionamento che speriamo presto si vedrà introdotto anche nelle nostre fabbriche, chè, superate le prime difficoltà, ne risulterà grande vantaggio.

Il prodotto che può fornirci uno dei telai a mano, quali si usano da noi, è molto vario a seconda della natura della tela che si fabbrica, a seconda della grossezza del filo e della finezza delle maglie, e non solo questo, ma anche a seconda dell'abilità dell'operaio, che può entrare nella determinazione del prodotto perfino con un coefficiente eguale a 2.

Così, per esempio, della tela del n. 3 alta 1^m.00 circa se ne possono fare in una giornata di lavoro di 10 ore da 15 a 30^m. a seconda della forza o della grossezza del filo; della tela più fina, cioè del n. 200 al più se ne può fare da 0^m.20 a 0^m.30 e pei numeri intermedi si hanno quantità intermedie; così del n. 25 o 30 alto 0^m.60 se ne fanno da 10 a 15^m.

È naturale che anche l'altezza della tela abbia influenza sulla quantità del prodotto, poichè per tele più basse più presto è fatto il passaggio della spola, minore è il numero di colpi di battente che si richiedono, minore insomma è il lavoro dell'operaio.

Ci sembra inutile tentare di accennare a tutti gli usi svariatissimi, nei quali si impiegano le tele metalliche, per le cartiere, per le miniere, per le fonderie, per i lavacri da lana, per la brillatura del riso e di altri cereali, per stacci, per buratti, ecc. ecc., e come se ne possano fare utensili domestici, come parascintille, copripiatti, moscoliere, ecc.

Si hanno pure altri prodotti simili alle tele e che occupano un posto intermedio fra queste e le griglie. Fra

questi noteremo anzitutto le tele fatte con fili ondulati (fig. 792) che riescono fortissime e si usano specialmente se le maglie sono grandi, perchè essendo i fili che vanno in un verso *a* contenuti nelle piccole insenature che offrono i fili che vanno per l'altro verso *b*, anche se la distanza fra gli uni e gli altri è piuttosto grande, essi sono trattenuti al loro posto e non vi ha pericolo che le

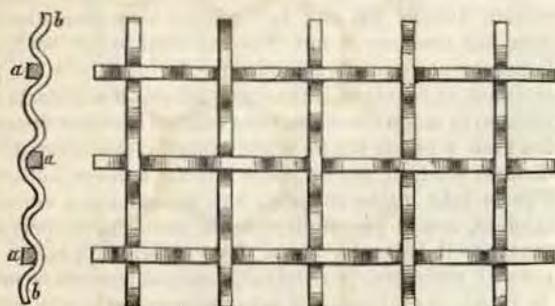


Fig. 792.

maglie si deformino. Se ne fanno grate da finestre, vestiboli da giardini, ecc. (1).

In gran copia e quasi per lo stesso uso si fabbricano le grate a maglia piatta. Esse sono costituite da tanti fili ripiegati a spirale appiattita che si intrecciano fra loro come si vede dalla fig. 793. Il modo di fabbricarle è molto semplice ed ingegnoso. Daremo qui uno schizzo

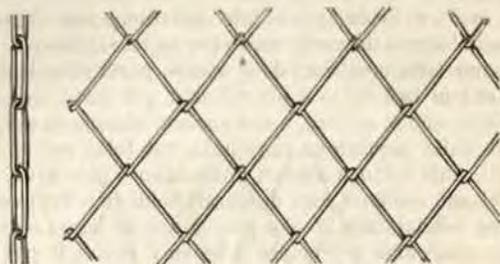


Fig. 793.

dell'apparecchio. L' utensile è un cortello *C* (fig. 794) che ha la sezione trasversale eguale alla proiezione *f'* di una delle spirali su un piano normale al suo asse, mediante il manicotto *M* e la vite *N* è assicurato all'albero di rotazione *A* che può ricevere il moto rotatorio o diretta-

mente da una manovella, ovvero mediante le ruote *R, R'* dal cono di puleggie multiple *P*. Sul cortello *C* si trova investita una robusta spirale di ferro *S* perfettamente cilindrica del diametro interno esattamente eguale alla larghezza del cortello. Questa spirale è tenuta fissa col

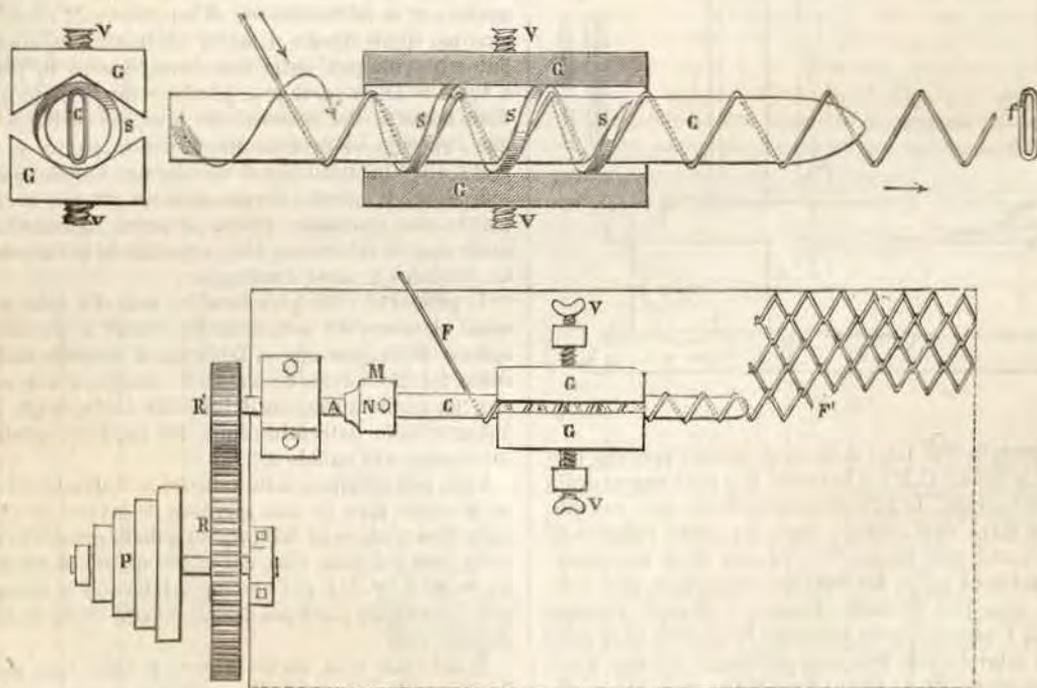


Fig. 794.

suo asse sul prolungamento di quello del cilindro *A* da due guancie *G* premute da due viti *V*. Se, avvolto un giro di filo *F* attorno al cortello, lo spingiamo entro le spire della spirale *S*, e facciamo girare l'apparecchio, è naturale che la spirale *S* costringerà il filo ad avanzare verso la punta del cortello, e ad ogni giro di questo il filo si avanzerà di una quantità eguale al passo della spirale *S* che è pure quello che determina l'apertura delle maglie.

Nello stesso tempo che si fabbrica una di queste spirali, lo si viene disponendo a posto da sè, poichè l'estremo *F'* del filo si introduce successivamente entro alle maglie della spirale precedente che fa già parte della graticola.

A seconda delle dimensioni delle maglie si devono usare coltelli *C* e spirali *S* diverse. Si usano questi tes-

(1) A Torino si ha una fabbrica di tale genere.

suti per ripari da finestre, per cancellate, per porte a vetri, per serre, ecc. ecc.

Un prodotto simile al precedente, ma che serve meglio per certi usi, è la graticola a maglia rotonda (fig. 795); in essa il filo è piegato secondo una spirale circolare e non più appiattita, e si fabbrica in modo analogo a quello indicato sopra, se non che il cortello è a sezione retta circolare. Il sig. Fornara la fabbrica con fili di acciaio per letti da manicomio. Si capisce come, per la disposizione stessa del filo, questo tessuto sia molto elastico tanto nel senso longitudinale che nel senso trasversale e sia molto adatto a servire da materasso elastico.

dezze di maglie molto diverse, ma qui non è il caso di enumerarle.

Parei piuttosto utile accennare al modo col quale si stabilisce in commercio il prezzo di questi prodotti. È naturale che il prezzo varii non solo col variare del numero dei fili sulla unità di superficie, ma anche col

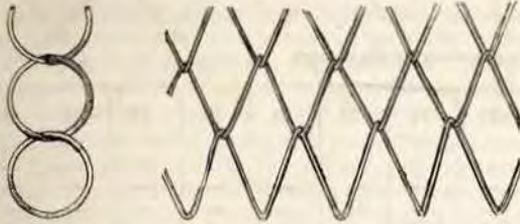


Fig. 795.

Noteremo infine le vere griglie con maglie di forme esagonale regolare come quella segnata nella fig. 796, che servono pure per ripari di finestre e simili e sono per la maggior parte fabbricate a mano. All'estero si fabbricano pure a macchina, ma gli esagoni riescono irregolari e l'insieme non è di bello aspetto; di tali macchine non ho potuto avere notizia alcuna.

Anche di queste griglie ottenute attorcigliando i fili fra loro, si possono avere forme svariatissime e gran-

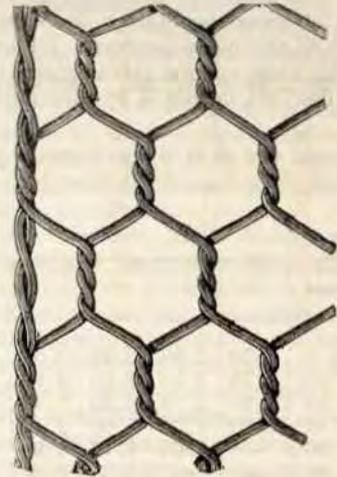


Fig. 796.

variare della grossezza del filo. Perciò per le tele, per esempio, si hanno per ogni numero tanti prezzi quanti sono i numeri dei fili (staza francese) che si usano per fabbricarle. Ecco, per es., la tabella dei prezzi delle tele di ferro ricotto e galvanizzato dalla fabbrica del signor *Magé Ainé* a Lione (maggio 1879).

Tela di fili di ferro ricotto e galvanizzato.

Prezzo del mq.		N° della tela	Numero dei fili															
Tela ferro cotto	Tela galvanizzata		1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.20	1.70	Numero dei fili	12	9	7	6	5	3	2 1/2	2	1	P 1/2						
1.30	1.90		13	10	8	7	6	4	3	2 1/2	1 1/2	1	P					
1.50	2.10		—	11	9	8	7	5	4	3	2	1 1/2	P 1/2	P				
1.60	2.40		14	12	10	9	8	6	5	4	2 1/2	2	1 1/2	P 1/2	P			
1.80	2.80		—	13	11	10	9	7	6	5	3	2 1/2	2	1 1/2	P 1/2	P		
2.00	3.20		15	14	12	11	—	8	7	6	4	3	2 1/2	2	1 1/2	P 1/2	P	
2.40	3.70		16	15	13	12	10	9	8	—	5	4	3	2 1/2	2	1 1/2	P 1/2	P
2.90	4.30		17	16	14	13	11	10	—	7	6	5	4	3	2 1/2	2	1 1/2	P 1/2
3.70	5.20		18	17	15	—	12	—	9	8	—	6	5	4	3	2 1/2	2	1 1/2
4.60	6.20		19	18	16	14	13	11	10	9	7	—	—	—	4	3	2 1/2	2

E simili a questa si hanno tante tabelle quante sono le specie diverse di tele che si fabbricano, di ferro crudo, di ottone, semplici a catena, cordonate, ecc. È inutile avvertire che i prezzi variano quasi giornalmente seguendo le vicende del mercato, perciò non può farsi assegnamento su quelli indicati sopra.

Così il sig. *Frederick Braby et C.* di Londra indica il prezzo di una delle tele ondulate (fig. 792) galvanizzata dopo la fabbricazione. Staza n. 20. Maglie di 12^{mm}. 5. Prezzo L. 0.42 per piede quadrato. Ed analogamente per la griglia nera, oppure galvanizzata, dopo la fabbricazione (fig. 796), maglie di 16 millimetri:

Numero del filo	Prezzo per m. quadrato L.	
	Nero	Galvanizzato
3	3.50	4.10
5	4.10	4.50
6	4.50	5.10
8	5.10	5.55

Ecco i prezzi che ci fa il sig. Fornara per le graticole a maglia piatta, in lire per metro quadrato:

Grandezza delle maglie misurate nel loro quadrato	Numeri che indicano la grossezza del filo di ferro														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Millimetri 8	2.70	3.00	3.20	3.50	4.10	4.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 10	2.75	2.50	2.60	2.90	3.30	3.95	4.28	—	—	—	—	—	—	—	—
» 12	1.90	2.10	2.25	2.45	2.80	3.30	3.65	4.10	4.55	—	—	—	—	—	—
» 14	1.80	1.90	2.00	2.10	2.50	2.90	3.15	3.60	3.95	4.30	—	—	—	—	—
» 16	—	1.65	1.75	1.90	2.25	2.65	2.80	3.10	3.60	3.95	—	—	—	—	—
» 18	—	—	1.55	1.80	2.00	2.25	2.50	2.80	3.10	3.50	3.80	4.15	—	—	—
» 20	—	—	—	1.50	1.70	2.00	2.25	2.45	2.75	3.10	3.30	3.65	3.90	4.30	—
» 24	—	—	—	—	1.14	1.70	1.85	2.00	2.25	2.50	2.80	3.10	3.30	3.65	3.90
» 28	—	—	—	—	—	1.45	1.60	1.80	2.00	2.15	2.35	2.60	2.85	3.10	3.65
» 32	—	—	—	—	—	1.30	1.40	1.55	1.80	1.95	2.10	2.30	2.55	2.85	3.10
» 36	—	—	—	—	—	1.15	1.30	1.40	1.55	1.75	1.90	2.10	2.30	2.50	2.85
» 40	—	—	—	—	—	1.00	1.10	1.25	1.45	1.55	1.70	1.85	2.10	2.25	2.60
» 50	—	—	—	—	—	0.85	0.95	1.10	1.20	1.40	1.55	1.75	1.95	2.10	2.35
» 60	—	—	—	—	—	0.75	0.90	0.95	1.10	1.30	1.50	1.65	1.75	1.90	2.10

Il poco che si è detto sulla fabbricazione delle tele, speriamo sia sufficiente per dare una idea generale dei processi seguiti in questo ramo d'industria, che va ora sempre più estendendosi.

BIBLIOGRAFIA. — *Technologische Encyclopädie* von Joh. Jos. Prechtl — *Le Technologiste*, dirigé par M. F. Malepeyre — *Principii di tecnologia meccanica* del prof. M. Elia — *Traité complet de Métallurgie* par le docteur J. Percy. — Vedasi, pei molti articoli inseriti nei principali periodici scientifici, il *Repertorium* del Kerl alla parola DRAHT.

Ing. ALFREDO GALASSINI.

FILIGRANA — Franc. *Filigrane*. Ingl. *Filigree*. Ted. *Filigran*. Spagn. *Filigrana*.

Generalità. — *Filigrana*, dal latino *filum* (filo) e *granum* (grano), è un nome che nell'arte dell'oreficeria si dà a certi leggeri e finissimi lavori imitanti l'arabesco, composti con sottilissimi fili d'argento, raramente d'oro, che presentano un'infinità di oggetti sotto diverse forme, come orecchini, collane, braccialetti, ciondoli, croci, spille, spilloni, bottoni, fiori, uccelli, piccoli vasi, canestrini, scatolette e simili gingilli d'ornamento tanto muliebri quanto da sala.

La fabbricazione degli oggetti in filigrana era conosciuta dagli antichi. Nell'opulenta Bisanzio erano alla moda come per tutto l'Oriente. Pare che gli inventori siano stati gli Arabi, perchè in tale industria furono sempre eccellenti, come attualmente lo sono i Turchi ed altri popoli orientali. Una ragione abbastanza buona che si ha della preferenza data da questi popoli a tale ramo

di oreficeria sta nella predilezione che ebbero ed hanno le donne loro per gli ornamenti leggeri, causa il caldo clima del paese in cui vivono e la mollezza stessa dei loro costumi.

Fin dall'epoca precedente la conquista spagnuola, i Mori ed i Messicani lavoravano a filigrana, i Cinesi poi perfezionarono quest'arte, ed infatti i lavori in filigrana sono le sole oreficerie che essi abbiano, come pure i medesimi formano il solo ornamento di parecchie tribù indiane.

In Italia si hanno dei saggi di antichi lavori in filigrana, e fra essi sono degni di studio croci e reliquiarii ed altri oggetti composti con intelligente e vago artificio.

I Genovesi tuttodì sono celebratissimi in tale ramo di industria, e con essi dividono l'onore alcuni fabbricanti di Torino, di Vercelli e di Malta, nella qual isola sono appunto dei figli della città *superba* che praticano tale ramo d'industria.

Fabbricazione degli oggetti in filigrana. — Nulla vi ha di più semplice, di più ordinato e quasi diremmo di più facile e nello stesso tempo di più artistico che il processo di fabbricazione in uso per gli oggetti di filigrana.

Basta fare una visita in una fabbrica di tali generi per farsene una idea netta e precisa e per convincersi che le mani delle donne sole basterebbero a fare quei delicati lavori, richiedendosi in essi molta abilità unita a buon gusto.

Noi abbiamo potuto visitare recentissimamente a Torino l'importante fabbrica del Beretta, nome noto nel mondo industriale per l'eccellenza dei suoi prodotti; e per la gentilezza del proprietario seguimmo passo passo la formazione dei leggeri gingilli d'ornamento.

Il lavoro è distribuito parte ad operai e parte ad operaie, la maggior parte delle quali ultime sono ragazze dagli otto ai dodici anni; e tutti lavorano si può dire meccanicamente procurando di imitare un *modello*. Questo appunto è la base dell'industria della filigrana, poichè dalla più o meno variata ed artistica combinazione dei disegni di foglie, di fiori, di pizzi, risultano lavori di maggiore o di minore pregio. Il *modello* è disegnato in nero a contorni, su carta semplice, e presenta tutte le diverse parti che devono comporre un dato oggetto col contorno e con tutti i contorcimenti e le piegature che si vogliono dare al filo di metallo per produrre l'ornato che si desidera.

Di *modelli* nelle fabbriche ve ne hanno di centinaia (il Beretta ne ha più di mille) per servire al vario gusto degli acquirenti, e continuamente se ne fanno per soddisfare la moda che, massime negli ornamenti muliebri, è la sola che regni e che guidi la mano del filigranatore.

Questi adunque opera col mezzo di *filii* d'argento, e la fabbricazione di essi è appunto la prima bisogna che occorre fare. Ad essa sono impiegati per lo più degli operai, perchè oltre all'abilità si richiede una forza bastante muscolare, che nelle donne sarebbe troppo il volere esigere.

L'argento che si adopera per formare i filii è di primo titolo ed è composto, su 1000 parti, di 980 di argento e 20 di rame. Esso è inviato nei laboratori di filigrana in piccole verghe lunghe 20 a 25 centimetri e grosse come il dito medio della mano di un uomo. Le verghe sono sottoposte alla *battitura*, che si eseguisce a mano con un martello abbastanza pesante sopra una forte incudine fissa ad un ceppo di legno. Con tale operazione l'argento prende una forma allungata e diminuisce in grossezza.

Allora lo si sottopone all'azione del *laminatojo*, congegno a tutti noto, il quale lo assottiglia, lo allunga e lo riduce in modo da poterlo con facilità assoggettare all'operazione della *filatura*.

La *filatura dell'argento* si fa, come per gli altri metalli, col *banco ad ingranaggi*, in cui un operaio col mezzo di una manovella esercita una potente trazione sull'argento, il quale poco alla volta e gradatamente è fatto passare per buchi praticati col mezzo di punzoni conici in una lastra d'acciaio, i quali buchi sono di forma determinata e di grandezza decrescente in modo da ridurre successivamente il filo ad avere un diametro relativamente piccolo. Però in tale condizione l'argento non serve ancora per i lavori in filigrana. Deve avere un diametro piccolissimo, perfettamente regolare, e per ciò ottenere lo si fa passare in una filiera i cui fori sono praticati in rubini od in altre pietre dure la cui resistenza è molto potente.

Le filiere in rubini sono dai nostri fabbricanti acquistate all'estero, costano in media cinque franchi caduna. Da noi non vi hanno lapidarii abbastanza pratici in tali generi di lavori.

Le filiere in rubini sono composti da un disco di ottone, grande quanto una nostra moneta da dieci centesimi, il quale nel mezzo porta un rubino bucato. Il disco si fissa ad una piastra d'acciaio e questa al banco filatore.

I rubini, gli zaffiri sani, duri ed opachi convengono benissimo per le filiere. Sono prima di tutto appiattiti da due faccie parallele poi bucati perfettamente col mezzo di un tornio apposito, il cui asse va con una velocità di cinque o sei mila giri al minuto primo, e che per essere costruito con precisione permette di far buchi col mezzo di un ago e di polvere di diamante, della finezza di un capello, perfettamente cilindrici, lunghi 2 o 3 millimetri.

Assoggettandoli alla filiera di rubini, secondo il diametro del foro che hanno questi, si ottengono diverse qualità di filo che per lo più sono distinte in tre: il *grosso*, il *mezzano* ed il *fino*.

Le qualità di filo grosso servono per lo più per fare il contorno degli oggetti che si fabbricano in filigrana. Esso è soltanto appiattito da due faccie per mezzo di un piccolo laminatojo comune.

Ma le qualità di filo mezzano e di filo fine, per poter presentare l'aspetto *granulato* che hanno gli oggetti in filigrana, sono disposti per coppie, indi attorcigliati rapidamente nello stesso modo che si pratica per fare le cordicelle di seta. Si ottiene così appunto una piccola cordicella in argento composta da due fili accavalcati che per essere appunto due soltanto, presentano l'aspetto di una sequela di piccole sfere.

Le corde così composte, prima di servire allo scopo per cui furono formate, sono ancora sottoposte all'azione del laminatojo, il quale appiattendole da due faccie fa sì che le cordicelle si possano più facilmente disporre come si vuole, senza contare il vantaggio che si ottiene per la maggior comodità della saldatura su faccie piane.

Fatto adunque il contorno dell'oggetto e delle parti dell'oggetto che si deve fabbricare colle laminette di filo più grosso seguendo il modello tracciato sulla carta, lo si *empie* per così dire dei piccoli filii a grana i quali sono accavalcati o disposti come una molla circolare ed in modo da riempire lo spazio libero. Perciò delle ragazze o delle donne non fanno altro che tagliare a pezzetti i filii mezzani ed i fini già stati attorcigliati e laminati e ne fanno delle piccole rotelle o delle spirali od un'altra combinazione qualsiasi di intreccio, secondo il capriccio del disegnatore del modello.

Si lavora sopra un banco e si dispongono i filii attorcigliati e le parti del contorno su una piccola lastra di metallo per maggiore comodità dell'operatore.

Le piegature e le accavalcature dei filii si fanno col mezzo di piccole pinzette a molla, il taglio con forbici comuni.

Disposte tutte le parti di un oggetto per farle restare unite e fissare il lavoro a pizzo fatto coi filii, li si asperge dal rovescio con una polvere prodotta dalla limatura di *saldatura* fatta espressamente con 66 parti di argento, 23 di rame e 10 di zinco. — Indi coll'ajuto del borace e col cannello ferruminatorio si procede alla fusione della saldatura.

L'abilità principale dell'operaio in questa bisogna delicata è di fare le saldature leggiere ed in modo che sieno impercettibili ad occhio nudo, giacchè bisogna aver cura che il borace abbia fatto il suo effetto e che non si stacchino i filii. — Questa abilità non si acquista che con una lunga pratica.

Finita la saldatura, si fa bollire l'oggetto per circa 20 minuti in un bagno acidulato per levare il borace e dare a quello quell'aspetto bianco che pare lanuggine.

Con una successiva lustratura in certe parti, se il bisogno lo richiede, o con una semplice strofinatura fatta con una fine spazzola l'oggetto resta finito e può essere posto in commercio.

Naturalmente si hanno un'infinità di operazioni accessorie per certi lavori, come ad esempio per una spilla, il mettervi l'uncinetto ed il gambo; per collane, il porre i diversi anelli che congiungono le parti di esse; per scatolette, le cerniere, le chiavette, le minuscole serrature, lavori di pazienza e di abilità; per orecchini, i gambi a cerniere, e via via tutte quelle operazioni di finitura per le quali necessita la mano di un uomo esperto.

Si noti che si lavora sempre *a piatto*, e che non si dà

la curvatura per es. alle foglie, o le diverse inclinazioni ed i rilievi a certe parti che dopo la saldatura.

Ai giorni nostri, principalmente per certe spille imitanti fiori e frutti, si sogliono unire ai gambi dei fiori e dei frutti in fine porcellana, i quali provengono dalla Germania massimamente e che sono assai ben fatti con tinte delicate e graziose. Ciò aggiunge vaghezza all'oggetto, ma non possiamo approvare l'innesto di certi smalti grossolani in certi oggetti di filigrana, come scatolette, orecchini e simili, i quali smalti se da soli in altre circostanze di luogo e di scopo farebbero forse la loro figura, qui stonano affatto col resto dell'oggetto che adornano, fatto delicatamente leggero come un pizzo.

Vi hanno oggetti in filigrana d'oro. Sono rarissimi perchè l'oro è meno docile dell'argento in tale genere, e poi l'oggetto che si fabbrica costerebbe molto di più e perderebbe assai nell'effetto. Comunemente certe parti in oro non sono altro che di argento dorato seguendo i metodi usati per i metalli.

Nelle provincie Liguri sono moltissimo in uso e di moda continuamente gli oggetti in filigrana, massime per ornamento muliebre.

Nell'alta Italia pure, secondo le costumanze di certe pettinature muliebri, si ha un bastante consumo di oggetti in filigrana.

Ma il vero utile che si ricava da tale industria si è dalla grande esportazione che si fa all'estero.

Così il Beretta di Torino, da noi più sopra citato come uno dei più rinomati fabbricanti di oggetti in filigrana, i cui lavori furono sempre degni di ammirazione e lodati e premiati alle pubbliche mostre tanto internazionali quanto nazionali, fa un esteso commercio colla Germania dei suoi prodotti e ne invia anche in copia nella lontana America.

L'industria della filigrana, ai giorni nostri, è in mano, si può dire, di noi Italiani, e, come già avvertimmo in principio di queste note, Genova, Torino e Vercelli ne sono i centri principali.

Dal nostro paese si esportano annualmente in Europa ed in America più di quattrocentocinquanta mila chilogrammi d'argento e più di centomila d'oro lavorati a filigrana.

Ove si pensi che pel genere di lavoro leggero e fino si richiede molta mano d'opera, si comprenderà facilmente l'importanza che ha l'industria della filigrana, e come questa debba essere continuamente coltivata per portarla se è possibile ad un maggior grado di perfezione, se non nella lavorazione, nella *composizione artistica*, e nel disegno corretto degli oggetti che si vogliono fabbricare.

Ing. V. BELTRANDI.

FILTRAZIONE, FILTRO. — Franc. *Filtration, filtre.*

Ingl. *Filtering, filter.* Ted. *Filtrirung, Filter.* Spagnuolo *Filtracion, Filtro.*

Nelle località dove l'acqua potabile non è abbondante si è obbligati di ricorrere, tanto per gli usi domestici che per gli usi industriali, ad acque di fiumi e di torrenti. L'acqua di questi fiumi o torrenti, sia essa prodotta da piogge, sia prodotta dallo scioglimento delle nevi, sia che provenga da sorgenti, in generale è pura; se non che, specialmente durante le piogge torrenziali, queste, nella loro corsa precipitata, si caricano di terre vegetali, di argilla, di sabbia, e di ogni qualità di detriti che asportano dal suolo. Le proporzioni delle materie tenute in sospensione nell'acqua dei fiumi durante le piene non sono le stesse per i differenti fiumi. Nella Senna, durante i forti temporali,

ciascun litro d'acqua tiene in sospensione un mezzo grammo di materie solide; nel Rodano la proporzione si eleva sino ad un grammo per ogni litro. Anche nelle condizioni normali abbiamo che le acque di alcuni fiumi sono limpide, mentre le acque di altri sono torbide: così, per es., le acque del Po ordinariamente si presentano limpide e riescono torbide per poco che si abbia un temporale nelle parti superiori del Piemonte; le acque della Senna e del Tamigi sono torbide in generale. La città di Ivrea non si alimenta che delle acque della Dora Baltea, provenienti dal Monte Bianco, ove sono rocce che si sfacciano, e quindi è un'acqua in generale torbida e specialmente nell'estate quando i ghiacciai si fondono.

Chiarificazione delle acque col riposo. — Affine di rendere queste acque limpide, e quindi atte a servire ai bisogni domestici ed industriali, il primo espediente che si presenta alla mente, e di cui l'applicazione sembra a prima vista di non presentare alcune difficoltà, è quello di abbandonarle al riposo per un lasso di tempo abbastanza lungo affine di permettere che le materie tenute in sospensione si possano depositare al fondo del vaso o del serbatoio. Nella città di Ivrea le acque della Dora Baltea si introducono in serbatoi, ed in 24 ore le materie più grosse si depositano, e l'acqua riesce discretamente limpida, non tuttavia limpidissima. Le acque della Senna si conducono torbide per mezzo di macchine entro grandi bacini, che sono stabiliti in una parte elevata della città ed ivi si abbandonano a sé; esse vi depongono le materie più grosse, e così alquanto rischiarate si conducono alle fontane, che trovansi agli incroci delle vie, ed è questa l'acqua che si somministra ai consumatori.

Il riposo però non sempre basta per rendere limpida un'acqua, ed almeno vi si richiede un tempo troppo lungo. Dalle esperienze molto interessanti e dai calcoli fatti a Bordeaux dal signor Leupold si può dedurre che, dopo 10 giorni di riposo assoluto, l'acqua della Garonna, presa in tempo di piena, non avrebbe ancora acquistato la sua naturale limpidezza. E bensì vero che al principio le materie più grosse si precipitano facilmente, ma le più fine discendono con una lentezza sconsigliata.

Il signor Terme ha fatto eseguire a Lione, sopra le acque del Rodano, molto cariche di materie limacciose, delle esperienze simili a quelle che noi abbiamo citate, ed è arrivato ai seguenti risultati: Per una limpidezza approssimativa bastano cinque o sei giorni; ma non è che dopo nove o dieci giorni che il liquido è totalmente spogliato di tutte le materie che teneva in sospensione.

Si vede quindi da queste esperienze quale estensione bisognerebbe dare ed a che numero bisognerebbe portare i bacini affine di poter rendere limpida la quantità d'acqua sufficiente per alimentare una grande città.

Si osservi inoltre che l'immobilità di queste grandi masse d'acqua per la durata di otto o dieci giorni consecutivi, combinata col calore e coll'azione dell'aria, potrebbero produrne prontamente l'alterazione in seguito allo sviluppo dei vegetali, di cui la superficie non tarderebbe a divenire la sede ed anche in seguito alla putrefazione dei numerosi insetti che dentro vi cadrebbero dall'atmosfera.

Notiamo poi ancora che il riposo più prolungato non sarebbe sufficiente per spogliare completamente certe acque torbide e loro dare la limpidezza, come, per es., le acque bianche di Versailles, le quali debbono la loro tinta lattiginosa al loro contatto con gli strati di marna calcarea.

Da tutte queste osservazioni si può quindi concludere che il riposo può benissimo sbarazzare l'acqua da tutto ciò che essa contiene in sospensione di più pesante e di più grosso; ma non può esser adottato come mezzo

definitivo e pronto di chiarificazione delle acque in grande. Bisogna quindi ricorrere ad un altro metodo che sia più speditivo e soprattutto più sicuro.

Chiarificazione dell'acqua coll'uso dell'allume. — Verso la metà del secolo XVIII fu proposto di gettare una certa quantità di allume nell'acqua torbida affine di produrre quasi istantaneamente la precipitazione delle materie terrose tenute in sospensione. Questo metodo, adoperato in Francia dal sig. Darcet padre, per chiarificare l'acqua della Senna, riuscì perfettamente; ed il sig. Felice Darcet figlio ne fece, a suo dire, un uso molto soddisfacente in Egitto. Ecco il modo da lui indicato per chiarificare le acque del Nilo: Con grammi 0.50 d'allume per ogni litro d'acqua torbida si produceva in un'ora la chiarificazione completa e l'acqua diveniva completamente limpida; con gr. 0.25 di allume si produceva il medesimo effetto, ma occorreva un tempo un po' più lungo. L'uso dell'allume non poteva produrre alcuna inquietudine per la salute; poichè $\frac{1}{4}$ di grammo, od anche $\frac{1}{2}$ grammo d'allume per ogni litro d'acqua sono quantità così piccole che si può ritenere come nulla la loro azione sull'organismo. D'altronde, in questo metodo di chiarificazione l'allume non agisce che decomponendosi. L'eccesso di acido che contiene, è saturato dal carbonato o dal bicarbonato di calce che l'acqua contiene e non è che passando allo stato di *sottosolfato* o di *allume alluminato* insolubile che questo precipita e lascia meccanicamente le particelle terrose che sono in sospensione nell'acqua. In questo procedimento è preferibile di far uso dell'allume in grossi pezzi; ed ecco come si deve adoperare: Si prende un grosso cristallo di allume, lo si attacca alla estremità di un filo e lo si scuote in tutti i sensi dentro l'acqua immergendolo pochissimo e non lasciandovelo che sino all'apparizione di flocculi voluminosi; allora bisogna ritirare il pezzo d'allume affine di non adoperarne che la quantità puramente necessaria. La formazione del precipitato è una indicazione certa che è stata sciolta la dose di allume necessaria.

Se si vuole far uso di allume in polvere, affine di dosare con esattezza e molto facilmente, bisogna ridurlo in polvere molto fina, pesare la dose di cui si ha bisogno, e spanderla sulla superficie dell'acqua evitando di agitare fortemente il liquido dopo l'aggiunta di questo sale.

Si può ancora far sciogliere in un piccolo volume di acqua chiara la dose di allume che si vuole adoperare e versare questa soluzione sopra l'acqua torbida che si vuole chiarificare. Agitando leggermente la superficie di quest'acqua dopo la mescolanza e lasciandola riposare, essa si chiarifica prontamente ed acquista anche una grande limpidezza.

Il deposito che produce l'allume aumenta in peso molto al di là dei limiti indicati proporzionalmente alla quantità di sale adoperato. La dose indicata di $\frac{1}{4}$ ed anche di $\frac{1}{2}$ grammo d'allume per litro d'acqua potrebbe senza inconvenienti essere aumentata. In Egitto le esperienze furono fatte facendo uso di allume a base di potassa; ma il risultato sarebbe stato il medesimo se si fosse fatto uso di allume a base di ammoniaca.

La teoria di questa operazione, dice il signor Arago, non è tanto certa perchè si possa affermare che il medesimo effetto possa aver luogo indistintamente per il limo di tutti i fiumi. Il dubbio, a questo riguardo, è tanto più permesso in quanto che la chiarificazione, ottenuta coll'allume, non è sempre completa, poichè certe materie molto fine sfuggono all'azione di questo sale, restano in sospensione nel liquido, e lo rendono ancora torbido. Questo metodo di chiarificare l'acqua da bere,

che potrebbe esser utile in qualche caso speciale, è stato completamente abbandonato, poichè, oltre al necessitare una filtrazione ordinaria per poter bere acqua chiara, si ha che l'allume altera la purità chimica, e vi si oppone inoltre il costo dell'allume. Il metodo più spedito e più sicuro per chiarificare l'acqua è quello della filtrazione.

In che consiste la filtrazione. — L'invenzione o piuttosto il perfezionamento dei procedimenti di filtrazione consiste nel modo di costruire gli apparecchi, di scegliere e di disporre le materie filtranti già conosciute, affine di ottenere una filtrazione pronta, regolare, e soprattutto una grande economia di mano d'opera.

Se però noi ci domandiamo: per qual ragione le acque delle sorgenti, dei pozzi sono limpide e chiare quantunque siano torbide nei fiumi e nei torrenti, dai quali esse derivano, vediamo che queste acque, dovendo farsi una via attraverso agli strati di terreno per giungere alle sorgenti, lasciano indietro, ritenute, le sostanze che vi erano sospese. Quindi noi possiamo, per dare alle acque la limpidezza richiesta, imitare ciò che fa la natura e far passare queste acque attraverso a sostanze, le quali non essendo solubili e quindi non guastando la natura delle medesime, diano loro la richiesta limpidezza. La teoria della filtrazione è quindi delle più semplici: essa consiste nel far passare il liquido, di cui la limpidezza è alterata, attraverso a dei canali così stretti da esser capaci di arrestare le particelle solide tenute in sospensione, ma tali da non presentare ostacolo alcuno al passaggio del liquido stesso.

Doppia può essere l'applicazione di questa teoria: la prima, detta *filtrazione artificiale*, consiste nel far passare l'acqua sotto l'influenza di una pressione variabile attraverso a strati di materie disposte secondo un certo ordine, le quali abbiano la proprietà di lasciarsi attraversare dalle acque limpide e di trattenerne tutte le materie tenute in sospensione dal liquido; la seconda, detta *filtrazione naturale*, consiste nel far passare l'acqua di torrente o di fiume attraverso ai suoi propri strati di alluvione; l'acqua filtrata in questo modo la si raccoglie in una galleria scavata a questo scopo negli stessi strati di alluvione.

Filtrazione artificiale. — Nella filtrazione artificiale si distinguono due casi, o si ha da filtrare una piccola quantità di acqua, come sarebbe quella necessaria per una famiglia, per un albergo, per uno stabilimento industriale, ecc., ed allora si hanno i filtri domestici; oppure questa filtrazione si ha da fare in grande, come quando si ha da filtrare l'acqua necessaria per i bisogni di una città.

Materie filtranti. — Tanto nell'un caso come nell'altro, le materie adoperate per la filtrazione sono in generale: le pietre silicee, il gres, le ghiaie, le sabbie di natura silicea, la canapa, la lana, le spugne, la carta, la pasta di carta, il carbone, la segatura di legno.

Colla scorta del signor Tard, inventore di un filtro che descriveremo in seguito, esaminiamo partitamente la preparazione di queste materie adoperate negli apparecchi di filtrazione.

Il signor Tard dice nelle sue istruzioni che le materie filtranti debbono avere un'aderenza perfetta colle pareti del recipiente nel quale si eseguisce la filtrazione; il minimo interstizio esistente, lasciando un passaggio al liquido, produrrebbe una perturbazione nell'interno, e la chiarificazione riuscirebbe incompleta.

Preparazione della canapa. — Si taglia la canapa alla lunghezza di 8 centimetri circa; quindi la si lascia immersa nell'acqua per più giorni, cambiando più volte l'acqua; indi la si leva per adoperarla allorchando si è

constatato che ha perduto il suo odore ed il suo colore primitivo. Questa operazione può essere accelerata adoperando del cloruro o dell'acido solforico.

Quando la canapa è così manipolata la si mette dentro a nuova acqua, donde la si toglie man mano in quantità proporzionali alla grandezza dell'apparecchio detto dai Francesi *morses*. Queste *morses* sono messe ancora bagnate nel filtro mettendo sempre la parte più spessa sulla parte più sottile.

Preparazione della pasta di carta. — La pasta di carta preferibile è quella che non ha ancora servito alla fabbricazione e si trova in tutte le fabbriche di carta, o la si prepara appositamente riducendo i cenci in pasta e lasciandola qualche tempo immersa in un'acqua mista a cloro.

Questa pasta deve essere messa nell'acqua, e quando è divisa al punto di essere impalpabile la si cola in un setaccio per mescolarla con del carbone vegetale ridotto in piccoli pezzi; il carbone ha per iscopo di aprire ossia dividere le particelle filtranti della carta.

Allorquando la canapa che serve come disgrassatore pare che sia divenuta troppo vecchia per quest'uso, si può facilmente convertirla in pasta facendola prima seccare, tagliandola quindi in pezzi della lunghezza di un centimetro; allora la si lascia stare qualche tempo nell'acqua e si ottiene così una materia eccellente per la composizione del filtro.

Preparazione delle polveri. — Il punto di partenza è di $\frac{1}{3}$ pasta sopra $\frac{2}{3}$ di carbone di legna o nero vegetale; ma questo deve essere roto in modo da non avere la grossezza maggiore di una lenticchia. Si separerà la polvere fina per mezzo di un setaccio ed in seguito vi si getterà sopra dell'acqua fino a tanto che questa scoli chiara. Se si vuole avere un filtro meno denso e più poroso, si aumenta la quantità di carbone di legna. Al contrario se si vuole avere un filtro più denso e più compatto si diminuisce la quantità di carbone e si aumenta la quantità di pasta di carta. Si comprimono così i pori della carta secondo la natura o la difficoltà del liquido da filtrare.

Montatura esterna dell'apparecchio. — Le materie filtranti essendo così preparate ed il filtro messo in comunicazione con il serbatoio o la pompa, si pone il falso fondo nell'apparecchio e vi si mette sopra uno strato di canapa dello spessore di 6 ad 8 centimetri disposta come fu detto più sopra. Sopra questo primo strato si pone un secondo falso fondo che si ricopre con un altro strato di canapa del medesimo spessore; questo secondo strato riceve un altro falso fondo, indi la materia filtrante che si ha colato, dopo di aver ben rimossa la mescolanza con una spatola.

Quando la materia filtrante è quasi asciutta la si egualizza colla mano, o col mezzo di spatola circolare, affine di ottenere uno spessore uniforme e di ottenere un'aderenza perfetta degli stracci con il cilindro. Si deve osservare che la materia filtrante non deve giammai eccedere lo spessore di 5 centim., qualunque sia il diametro dell'apparecchio.

Se il liquido filtrato non sembrasse sufficientemente chiaro si aggiunge un po' di pasta di stracci per aumentare la densità della mescolanza. Questa quantità non può essere indicata in modo preciso; l'esperienza e l'intelligenza dell'operajo glie la indicheranno sufficientemente.

Preparazione delle spugne. — Le spugne bisogna sceglierle ben sane, di una grana molto fina, regolare e serrata. Si lavano a più acque per sbarazzarle delle materie terrose ed animali fino a quando l'ultima acqua scoli limpida. In seguito si comprimono fortemente in

un pezzo di tela di cui si torcono le estremità in senso inverso per poterne cacciar via tutta l'acqua. Se si lasciassero le spugne pregne d'acqua, esse prenderebbero senza dubbio un gusto di muffa asciugando all'aria, che comunicherebbe in seguito all'acqua. Questo inconveniente si riproduce sovente nella pratica della filtrazione, allorquando non si ha la cura di tenere le spugne immerse nella massa d'acqua. Se ciò succede si fanno macerare le spugne per qualche tempo nell'acqua contenente un po' di ammoniaca liquida; e si lavano in seguito a più acque. Quando le spugne sono divenute inseribili per l'uso, bisogna cambiarle.

Delle sabbie. — Per la filtrazione ordinariamente si fa uso di sabbie silicee, prive di materie calcari; queste ultime si riconoscono facilmente, versando sulle sabbie un acido diluito nell'acqua. Il buon aceto può servire per questa prova; se vi ha effervescenza è segno che la sabbia contiene delle materie calcari. Si fa passare la sabbia attraverso a crivelli di ferro o di ottone a maglie di differenti grossezze per ottenere delle sabbie di differenti grossezze; si rigettano le sabbie troppo fine e quelle che non hanno potuto passare attraverso il crivello.

Ciascuna specie di sabbia così separata è raccolta e lavata separatamente in crivello a maglie ristrette, il quale è posto al disopra di una tinocia di legno che riceve l'acqua e le parti fangose. Il lavaggio deve essere prolungato fino a tanto che l'acqua esca molto chiara. Si fa seccare bene le sabbie prima di servirsene, quantunque alcuni pratici le adoperino ancora umide.

Delle lane e delle stoffe di lana. — Le lane e le stoffe di lana debbono essere perfettamente disgrassate ed imbianchite collo zolfo. Per togliere il cattivo gusto che può dare lo zolfo si può farle passare in un bagno di vapore secco od in un bagno contenente da 3 a 4 per 100 di sottocarbonato di soda, e lavarle in seguito con più acque.

Gres. — Si prende il gres bianco di cui la rottura presenta una grana molto fina. Questo gres è ora duro e solido ed ora talmente fragile che si disgrega sotto le dita. Il migliore è il gres filtrante del mineralogo; lo si pesta dentro a mortai, lo si passa al setaccio a maglie serrate affine di ottenere una polvere fina e regolare; indi si pesta nuovamente il gres che non ha potuto passare, lo si lava e lo si fa seccare.

Filtri domestici. — Già da lunghissimo tempo i Giapponesi e gli Egiziani hanno fatto uso di vasi di terra porosa o di gres per chiarificare l'acqua; i quali vennero poi sostituiti da vasi di rame stagnato pieni di sabbia. Nel 1745 il signor Amy presentò all'Accademia delle scienze di Parigi dei vasi per filtrare l'acqua nei quali delle spugne funzionavano da filtro. A questo metodo di filtrazione succedettero le fontane filtranti del medesimo autore. Per la loro costruzione l'inventore dapprima si serviva di casse di legno rivestite internamente di lamine di piombo e divise in scompartimenti nei quali l'acqua passava successivamente attraverso a sabbia ed a spugne. Egli adoprava inoltre dei vasi di terra, di vetro, di gres che riempiva di materie filtranti differenti; ed il celebre fisico Réaumur ne attestò la sua soddisfazione con un certificato rilasciatogli in data del 29 luglio 1749. Pare quindi che il signor Amy possa considerarsi come il primo inventore dei filtri domestici in Francia.

Filtro domestico in uso a Parigi. — La fig. 797 rappresenta uno dei filtri domestici che si trovano comunemente nelle abitazioni di Parigi, il quale può servire per famiglia o per un albergo dove si ha da somministrare l'acqua ad un piccolo numero di individui. Questo apparecchio consiste in una cassa che può avere la capacità

di 40 a 50 litri, fatta con pietre silicee, cementate con un cemento che all'azione dell'acqua non s'altera. Questa cassa è divisa in due scompartimenti da una parete inclinata *a, b* che è di una pietra silicea porosa; è un gres che può servire benissimo da filtro. Si riempie la cassa coll'acqua che si vuole filtrare, e questa attraversando la parete porosa scende nello scompartimento minore, dal quale si ricava limpida per mezzo di una chiavetta. Questo scompartimento minore ha anche un'apertura dalla quale parte un tubo esterno che sale all'alto della vasca; l'ufficio di questo tubo è di lasciare uscire l'aria dallo scompartimento minore, affinché questa non sia d'ostacolo all'entrata dell'acqua e quindi alla filtrazione. Verso il fondo dell'altro scompartimento vi ha un'altra chiavetta colla quale si può estrarre per uso ordinario l'acqua che non ha subito che l'effetto del riposo. È chiaro che dopo qualche tempo che il filtro funziona, la pietra che serve da filtro si ricopre di materie terrose e melmose le quali diminuiscono la porosità della medesima e rendono difficile un'ulteriore filtrazione. Affine di rimediare a questo inconveniente, con una spazzola un po' umida si pulisce la superficie della pietra; oppure si capovolge la pietra e l'acqua nel passare attraverso a questa la pulisce. È inutile avvertire che la prima acqua che esce dal filtro dopo questa inversione non è limpida e quindi va buttata via.

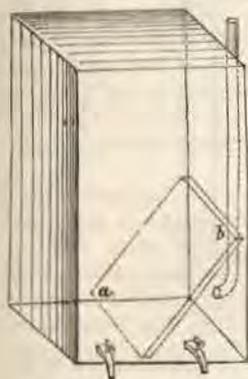


Fig. 797.

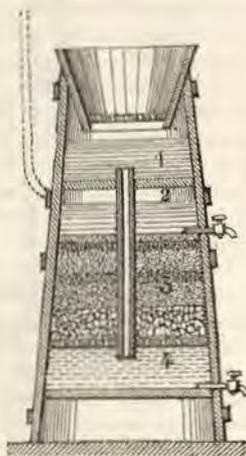


Fig. 798.

Altro filtro domestico. — La figura 798 rappresenta lo spaccato di un altro filtro domestico, il quale, come il precedente, occupa pochissimo spazio e che è giudicato molto conveniente. Questo filtro, come si vede dalla figura, è composto di quattro scompartimenti; l'acqua si versa di sopra dentro una secchia che ha il fondo forato per cui discende nello scompartimento superiore 1, da questo scomparto, che è diviso dallo scomparto 2 con una parete impermeabile, l'acqua entra nel tubo centrale e scende nell'ultimo scomparto inferiore 4, il quale è diviso dallo scompartimento 3 con una parete traforata. Quest'acqua, in virtù della pressione acquistata, attraversa le materie filtranti contenute nello scompartimento 3 e passa allo scompartimento 2, dal quale la si estrae depurata col mezzo di una chiavetta. La parete che separa lo scompartimento 2 dallo scompartimento 3 deve essere di materia porosa sì, ma abbastanza densa da impedire che passino nello scompartimento 2 le materie più fine contenute nello scompartimento 3. Il tubo che serve a guidare l'acqua dallo scompartimento 1 allo scompartimento 4 sorge al-

quanto dal fondo dello scompartimento 1 affinché le materie più grosse si depongano su questo e non passino nel filtro. Il tubo che si vede lateralmente serve per l'uscita dell'aria dello scompartimento 2. Una cannella applicata al fondo dello scompartimento 4 serve per vuotare il filtro. Quando il filtro è divenuto inservibile lo si ripristina cambiandovi le materie filtranti contenute nello scompartimento 3.

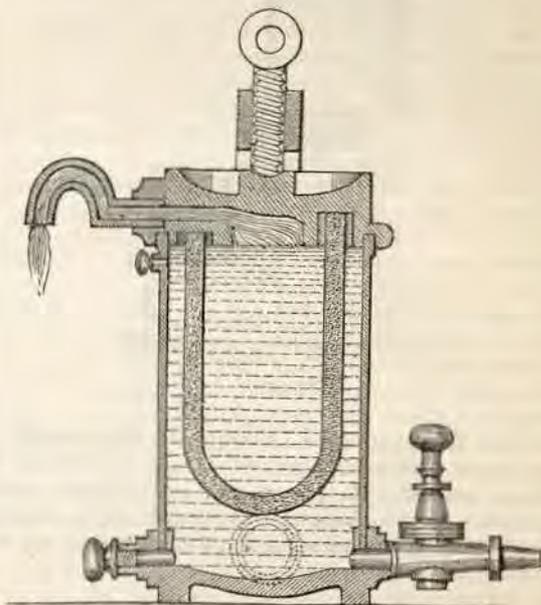


Fig. 799.

Filtro comune in Inghilterra. — La figura 799 rappresenta lo spaccato di un filtro domestico molto comune in Inghilterra. Lo strato depuratore è un effettivo vaso di pietra arenaria che occupa la parte centrale dell'apparecchio. Questo vaso di pietra è attaccato ad un pesante coperchio di ferraccio con cui è introdotto dentro di un secondo vaso di lamiera di ferro. L'acqua giunge al fondo del secondo vaso, ed elevandosi in virtù della pressione dovuta a 3 metri di colonna d'acqua, entra nel vaso di arenaria, attraversandone la parete, ed esce dall'apparecchio per via del tubo superiore. La vite di pressione che si vede di sopra serve per tenere a segno il coperchio. Il vantaggio capitale di questo filtro in confronto degli altri di pietra arenaria in uso, consiste nella facilità con cui si può smontare ed aprire l'apparecchio, il che rende agevole assai la nettatura del filtro.

Un altro filtro domestico è quello rappresentato colla figura 800, il quale è chiamato filtro Fonvielle dal nome del suo inventore. Questo apparecchio consiste in due recipienti messi l'uno sopra l'altro. Sul fondo di ciascuno havvi una specie di bottiglia di lamiera di ferro zincato; e queste bottiglie comunicano tra di loro mediante un tubo munito di chiave. Nella bottiglia superiore si mettono le materie porose che si vogliono adoperare per la filtrazione, e l'acqua penetrando in essa dal fondo buche-rellato, ne esce dal collo spinta dalla pressione dovuta all'altezza d'acqua nel vaso superiore, altezza che non è minore di metri 1.50. L'acqua arriva nell'asse della bottiglia inferiore ed entra in questa mediante un tubo, la cui parete è foracchiata; in questa bottiglia si pone della lana finissima, leggermente compressa, tra cui trapela l'acqua, e trapela dalla parete inferiore, traforata, di questa bottiglia ed invade il serbatoio inferiore. Ogni

qualvolta si adopera questo apparecchio, si volge la chiave posta nel tubo di comunicazione delle due bottiglie e così si purga la quantità d'acqua di cui si abbisogna. Il fondo di ciascun recipiente è provvisto di un robinetto scaricatore.

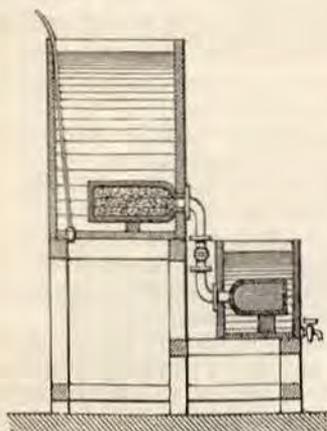


Fig. 800.

Filtro Ducommun. — La figura 801 rappresenta lo spaccato di un filtro che può servire per stabilimenti in grande, per ospedali, per officine ove vi siano molti operai che abbiano bisogno di servirsi di acqua limpida, e che dall'inventore prende il nome di filtro Ducommun.



Fig. 801.

Questo filtro consiste in una cassa che ordinariamente ha sezione orizzontale di un metro quadrato e l'altezza di un metro, e sovente anche maggiore; la capacità di questa cassa è divisa in più scompartimenti. L'inferiore di questi scompartimenti deve ricevere l'acqua filtrata; esso è limitato inferiormente dal fondo della cassa, e superiormente da un falso fondo tutto bucherellato attraverso al quale deve passare l'acqua, ed a cui sovrastano le materie filtranti. Questo scompartimento ha alla sua parte superiore un'apertura munita di tubo ascendente per cui deve uscire l'aria. Lo scompartimento superiore è aperto in alto, e deve ricevere l'acqua da filtrarsi; esso è inferiormente munito di falso fondo bucherellato il quale sovrasta alle materie filtranti. Queste materie rimangono quindi comprese fra i due falsi fondi e sono disposte nel modo seguente: nel mezzo vi ha uno strato 0 di carbone vegetale, che è poroso e disinfettante; a questo strato tanto superiormente che inferiormente succedono due strati (1, 1) d'una sabbia silicea fina, poi gli strati (2, 2) di sabbia mezzana, poi finalmente gli strati (3, 3)

di sabbia grossa. Un tubo somministra l'acqua da filtrarsi allo scompartimento superiore, e perchè non sia necessario sorvegliare l'andamento della filtrazione, per evitare che l'acqua scarseggi o strabocchi, alla chiave che modera l'efflusso dell'acqua è annesso un galleggiante, il quale si solleva quando il livello dell'acqua sale; e quando l'acqua è giunta a poca distanza dall'orlo e sta per traboccare, chiude la chiave. Quando penetrando l'acqua nel filtro si abbassa il livello, la chiave si apre di nuovo e così l'efflusso si rinnova e si mantiene proporzionato ai bisogni del filtro. Lo spazio inferiore che riceve l'acqua filtrata è provveduto di una chiave per cui si spilla l'acqua limpida. Le materie del filtro sono scelte in modo che non somministrino sostanze solubili; frattanto le materie sospese si arrestano, le più grosse nella sabbia grossa, le meno nella mezzana, le più sottili nella più fina; e quando oltrepassati questi tre strati vi fossero ancora materie sospese, l'acqua trova il carbone che le ritiene.

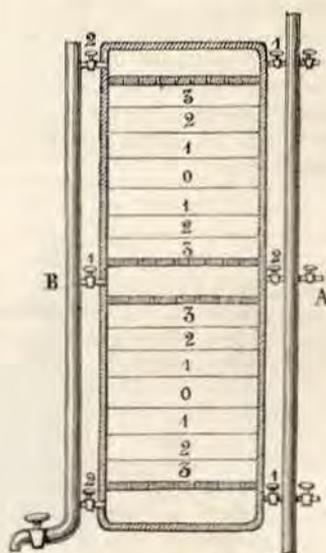


Fig. 802.

Un apparecchio così fatto filtra rapidamente in sul principio del suo funzionare; ma coll'andare del tempo smaltisce una quantità d'acqua sempre minore, perchè i pori delle materie filtranti vanno attenuandosi: quindi dopo un lasso di tempo più o meno lungo riesce indispensabile il cessare il lavoro, e rinnovare le materie filtranti; la qual cosa esige tempo e spesa e mano d'opera. A questo inconveniente ovviò il signor *Fonvielle* dando al suo filtro la disposizione rappresentata colla fig. 802 nella sua massima semplicità, perchè si possa comprendere soltanto la maniera d'operare come filtro. Questo apparecchio consiste in due filtri che sono identici a quelli di *Ducommun* e sono l'uno superiore e l'altro inferiore: si ha un tubo A che conduce l'acqua nel filtro, il quale può avere un'altezza di parecchi metri; anzi in talune fabbriche lo si fa di un'altezza da metri 6 a 7 perchè la filtrazione si faccia sotto una certa pressione che favorisce il passaggio dell'acqua attraverso le materie filtranti. Una cassa che può essere di lamiera di ferro, ma sufficientemente resistente per sopportare la pressione, è divisa in due scompartimenti, l'uno superiore, l'altro inferiore, e contiene quattro falsi fondi bucherellati pel passaggio dell'acqua e tre spazi vuoti che devono essere quelli ai quali giunge l'acqua da filtrarsi e donde alternativamente si raccoglie quella che è filtrata. Un tubo

laterale B porta tre chiavi comunicanti con quei tre spazi; come pure vi sono tre chiavi che comunicano coi medesimi spazi e col tubo A che deve fornire l'acqua, al quale tubo si vedono annesse tre altre chiavi che possono comunicare con un altro filtro, e così è possibile avere due o tre filtri diversi alimentati tutti da un medesimo tubo. Ecco come funziona il filtro; supponiamo che si aprano le chiavi 2 e si chiudano tutte le chiavi indicate col numero 1; allora l'acqua entra nello spazio intermedio, discende nel filtro inferiore e sale nel filtro superiore, e così si ha la filtrazione operata dai due filtri; l'acqua filtrata dagli scompartimenti superiore ed inferiore si versa nel tubo B, dal quale si raccoglie, e così si continua il lavoro finchè si tengono le chiavi in questo modo di apertura e di chiusura. Quando il movimento dell'acqua si fa più lento perchè si ostruiscono i pori delle materie filtranti, si chiudono le tre chiavi indicate col numero 2 e si aprono le 1; allora il movimento dell'acqua riesce inverso; mentre prima saliva nello scompartimento superiore, ora essa discende, e sposta davanti a sè tutte le materie che ostruiscono i pori delle materie filtranti; come l'acqua che nello scompartimento inferiore discendeva, ora va dal basso all'alto, e così le materie depositate vanno a raccogliersi nello spazio medio che somministrerà acqua torbida finchè vi saranno materie da eliminare, e quindi avremo un filtro nuovamente ricostituito il quale lavora finchè una nuova ostruzione succeda. Perciò questo filtro è molto più utile e più vantaggioso di quello di Ducommun suddescritto, perchè può nettarsi di per sè senza che si rinnovino le materie filtranti. Il sig. Ducommun stesso ha immaginato un filtro doppio nel quale si può ottenere la pulitura delle materie filtranti anche col semplice cambiamento di direzione dell'acqua che vi si deve introdurre.

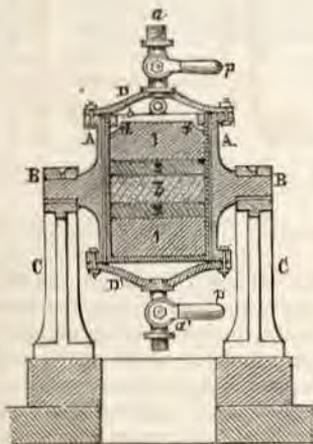


Fig. 803.

Questo apparecchio (fig. 803) si compone di un cilindro di ghisa A girante attorno agli assi B, B i quali sono sostenuti da cuscinetti uniti ai sostegni C; le due estremità del cilindro A sono chiuse coi due coperchi in ghisa D, D' che sono ad esse uniti con bulloni; a, a' sono due robinetti adattati sopra i coperchi D, D' e che si possono aprire e chiudere a volontà col mezzo dei manubri p, p; questi robinetti sono terminati a vite e possono venire uniti alternativamente sia col tubo superiore che comunica col serbatoio più elevato, sia con quello che conduce l'acqua filtrata in un recipiente inferiore.

Le materie filtranti sono poste in un secondo involuppo di latta o di rame di cui il fondo è munito di fori; sopra

questo fondo si è messo un primo strato di pietre porose indicato in figura con il numero 1, che vien ricoperto dallo strato 2 meno spesso di sabbia fina o di gres pestato. Al disopra di questo si estese uno strato più considerevole di carbone di legno pestato 3, poi uno strato di gres più piccolo 2 simile al primo, ed infine un ultimo strato di grossa sabbia 1.

Si ha messo il coperchio b in modo che gli arresti d, d comprimendo le materie filtranti entrino negli intagli praticati sulla circonferenza dell'involuppo e descrivano un mezzo giro per fissarlo.

Questo, propriamente parlando, è un filtro doppio che si può far girare a volontà sui suoi assi e che permette quindi di operare l'introduzione dell'acqua da filtrarsi sia col rubinetto posto in alto a sia col rubinetto di basso a'. Si può pulirlo togliendo il coperchio superiore D ed attaccando una corda all'anello fissato sul centro del coperchio b e che si tira con forza; oppure si può pulirlo capovolgendo lo strumento.

Filtro Lanay (più conosciuto sotto il nome di *filtro dei bagni cinesi*). — In luogo di disporre le materie filtranti in strati orizzontali e di farli attraversare dal liquido in una direzione verticale sia ascendente che discendente, in questo filtro le materie filtranti si dispongono in anelli cilindrici concentrici di cui le superficie curve sono verticali e mantenute in questa posizione per mezzo di lamine metalliche nelle quali siano praticati numerosi e piccoli fori. Si chiude quindi ermeticamente il filtro e si fa filtrare l'acqua sottoponendola ad una forte pressione sia spingendo l'acqua dalla periferia al centro, sia spingendola dal centro alla periferia affine di operare la pulitura del filtro. A questo scopo avvi nel centro del filtro uno spazio cilindrico non occupato dalle materie filtranti e si lascia similmente tra l'involuppo esterno dell'apparecchio e le materie filtranti un altro spazio anulare cilindrico il quale resta libero.

Questa disposizione offre due vantaggi; dapprima essa presenta all'acqua torbida che arriva nello spazio anulare una superficie filtrante più vasta di quella che a parità di peso di materie filtranti si possa ottenere colle altre disposizioni e con una medesima capacità dell'apparecchio. Abbiasi infatti un vaso cilindrico di un metro circa di diametro interno; nei filtri nei quali gli strati filtranti sono orizzontali e dove la filtrazione ha luogo nella direzione dell'altezza del vaso, la superficie filtrante è quella della sezione circolare del cilindro ossia a mq. 0.785; mentre che nel filtro dei bagni cinesi la superficie filtrante esterna differisce di poco da quella dell'involuppo cilindrico stesso del filtro e siccome l'altezza del filtro è in generale di un metro, questa superficie è di mq. 3.14, ossia quattro volte più grande.

Il secondo vantaggio che offre questa disposizione di filtro che presenta alla corrente orizzontale dell'acqua una parete verticale, consiste in ciò che la parte più considerevole e più grossa delle impurità che trattiene la superficie filtrante e che non penetra nei pori del filtro cade, quando è in grande quantità, al fondo dello spazio anulare cilindrico esistente fra la superficie filtrante e l'involuppo dell'apparecchio. Questa caduta libera alquanto la superficie filtrante e rende per conseguenza più facile la filtrazione.

Non fa bisogno certamente di fare osservare ai lettori che adoperando l'espressione *superficie filtrante* non si deve intendere che la filtrazione abbia luogo in maniera utile soltanto alla superficie. È evidente che la filtrazione ha luogo anche nell'interno della massa del filtro; ma è alla superficie che ha luogo la più grande separazione, il deposito più considerevole delle materie sospese nel-

l'acqua torbida; è dunque l'azione della superficie che bisogna principalmente considerare in ogni paragone di filtri.

Le materie filtranti adoperate in questo filtro erano il gres in polvere e il carbone pestato. Il gres era posto verso la circonferenza ed il carbone all'interno. Si pigliavano le due materie in modo da avere come due pietre aventi dei pori ristrettissimi. L'autore di questo filtro ha preferito il gres in polvere alla sabbia di riviera adoperata da Fonvielle, a causa delle asperità che questo gres così rotto presenta.

L'esperienza ha dimostrato che un filtro di questo genere avente un metro di diametro dava, sotto la pressione di 15 metri di altezza d'acqua, 160 litri d'acqua filtrata per minuto.

Filtro industriale sistema Tard. — L'inventore ha dato a questi filtri il nome di industriali perchè essi sono destinati a diverse fabbricazioni, come quelle dei *vinaires*, sciroppi, prodotti chimici, ecc. La materia filtrante adoperata in questi filtri è la carta mescolata con altre materie, come la segatura od il carbone di legna polverizzato, per formarne delle masse filtranti solide facili a maneggiarsi ed a trasportarsi.

La figura 804 rappresenta la sezione verticale di un filtro munito di pompa aspirante e premente come lo costruì il signor Tard. Questo filtro si compone di un cilindro di rame sottile A, posato sopra uno zoccolo del medesimo metallo; sul fondo di questo cilindro posa il corpo di tromba P. Sotto questo fondo è attaccato il tubo c che da una parte porta la valvola d'aspirazione b, e dall'altra

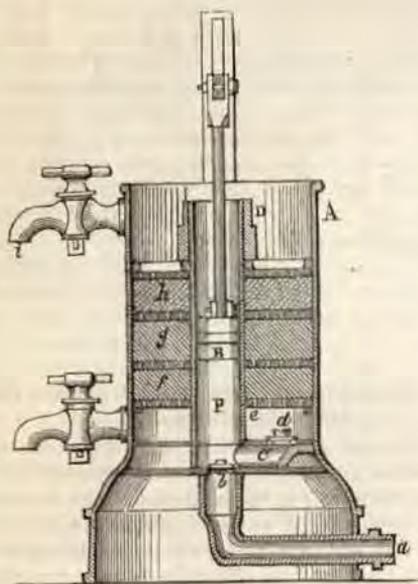


Fig. 804.

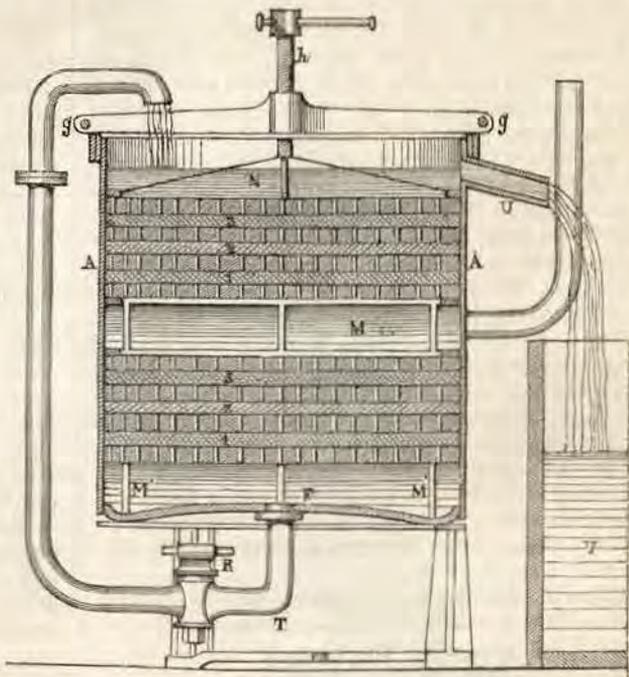


Fig. 805.

la valvola di compressione *d*; sopra lo zoccolo havvi adattato un robinetto per dare uscita all'aria confinata, senza di che la filtrazione non avrebbe luogo. La prima valvola *b* dà ingresso al liquido che arriva dal recipiente per mezzo del tubo ricurvo *a*, il che ha luogo quando questa si apre in virtù del vuoto prodotto dall'elevarsi dello stantuffo B. La seconda valvola *d* dà accesso al liquido nel cilindro e si apre allorché lo stantuffo discende.

Il corpo di pompa è in rame e posto concentricamente nell'interno del cilindro A; esso termina con un tratto filettato sul quale si avvita una grossa madrevite D pure in rame e destinata a premere sopra una traversa posta in croce, fusa con un anello per trattenere l'ultimo strato del filtro. Superiormente al fondo del corpo di tromba ed a qualche distanza dal medesimo fondo avvi un primo disco *e* che è sostenuto nell'interno dell'involuppo per mezzo di orecchie poste a conveniente altezza. Questo disco, ordinariamente di legno, è traforato, e può anche essere in rame od in ferro zincato, allorché si vuol filtrare dei liquidi sui quali i metalli non hanno alcuna influenza. Sopra questo primo disco si pone un anello *f* al quale il signor Tard dà il nome di *dégrossisseur*; esso

è generalmente composto di canapa tagliata e di grossa segatura di legno. Sopra questo primo anello che non ha più di 3 centimetri di spessore l'autore ne ha posto un secondo *g* della medesima natura e del medesimo spessore che egli separa dall'altro con un secondo disco traforato sul quale havvi un terzo anello *h* che è il vero filtro composto di pasta di carta e di carbone vegetale in pezzetti; questo è posto similmente fra due dischi traforati. E sopra l'ultimo di questi dischi che si chiude il braccio a croce per mezzo della vite D.

Così il liquido da filtrarsi condotto per mezzo del tubo *a* nel corpo di tromba è obbligato, allorché si mette in moto la pompa, di traversare successivamente i quattro dischi ed i tre anelli di materie filtranti, per uscire infine dal robinetto *i*.

Filtro di grandi dimensioni del signor Tard. — La figura 805 rappresenta la sezione di un grande apparecchio del medesimo autore per filtrare una considerevole massa d'acqua. A è un cilindro di metallo in un solo pezzo il quale è munito di un fondo F, che è leggermente ricurvo all'interno per meglio resistere alla pressione, e poggia sopra sostegni di ghisa. Alla destra di questo apparecchio havvi un tubo verticale che co-

munica con un grande serbatoio posto all'altezza di parecchi metri al disopra dell'apparecchio A. L'acqua a filtrarsi arriva nello spazio vuoto M, formato da due doppi fondi di legno muniti di fori e mantenuta alla dovuta distanza per mezzo di una intelajatura di ferro zincato. I pezzi M' formano un'intelajatura pure di ferro zincato la quale sostiene il fondo traforato inferiore sul quale si pongono le materie filtranti coll'ordine seguente. Lo strato 1 composto di ritagli di carta e di carbone pesto; lo strato 2 composto di canapa e di segatura di legno di faggio; lo strato 3 simile allo strato 1. Tutti questi strati sono separati l'uno dall'altro da dischi di legno traforato. Sopra la intelajatura M, che costituisce la parte centrale del filtro si pongono gli strati 1, 2, 3 composti delle medesime materie filtranti di cui sono costituiti gli strati indicati coi medesimi numeri nella parte inferiore del filtro. Al disopra di tutti questi strati si pone il ferro a croce N, che si comprime leggermente per mezzo della vite h, la quale è infissa nel ferro a croce che è unito all'orlo del recipiente nei punti gg.

Si ha così un filtro doppio nel quale la filtrazione ha luogo contemporaneamente dall'alto e dal basso all'alto. L'acqua che filtra dall'alto al basso risale nella parte superiore per mezzo del tubo ricurvo T munito di robinetto R che si apre e si chiude a volontà e scola quindi per mezzo del tubo inclinato U nel recipiente V unitamente a quella che si filtra dal basso all'alto. Un robinetto ad aria è fissato sulla periferia dell'apparecchio a metà dello spazio M; un altro robinetto è posto al disotto del primo discostato allo spazio M. I due robinetti servono inoltre a vuotare i depositi e le impurità che cadono nello spazio libero.

Pulitura dei filtri. — La pulitura giornaliera dei filtri del signor Tard s'effettua semplicemente aprendo i robinetti d'aria e di sgorgo per far colare il limo contenuto nella parte inferiore del filtro tra le materie filtranti ed il fondo del vaso; indi si introduce una certa quantità d'acqua chiara per lavare e distaccare le materie terrose. La pulitura generale ha luogo quando il filtro non fornisce più acqua molto chiara; l'operazione consiste allora nel togliere le materie, nel lavarle separatamente e nel riporle nell'ordine già indicato.

Nel filtro di un metro di diametro la pulitura non ha luogo che dopo che questo ha somministrato da 5000 a 6000 ettolitri d'acqua.

Filtri applicati alle cisterne. — Nelle località dove l'acqua è molto scarsa e che non si ha nessun fiume o torrente dove andare ad attingerla, come succede sulle colline del Monferrato, si usa raccogliere l'acqua piovana dai tetti e dalle adiacenze dell'edificio e conservarla dentro a cisterne. Affinchè però queste acque si possano conservare si usa di intercalare nel condotto che alimenta la cisterna un filtro. Ordinariamente questo filtro è un pozzo di muratura largo m. 0.50 lungo m. 1.50 e profondo m. 2.00, diviso in due scompartimenti con un muro centrale foracchiato alla base, per cui c'è una comunicazione tra il fondo dei due scomparti. Alla sommità di uno degli scomparti si introduce il condotto dell'acqua che affluisce al filtro; alla sommità dell'altro si dirama la continuazione del condotto che porta l'acqua alla ci-

sterna. L'acqua passa in questo pozzo come in un sifone ed attraversa diversi strati permeabili di ghiaja, sabbia, carbone, che vi si mettono dentro. Il filtro deve essere posto in posizione tale che si possa agevolmente spazzare e cambiarvi i materiali permeabili.

Una disposizione molto conveniente è indicata nella fig. 806. La cisterna è divisa in due parti A e B, una assai maggiore dell'altra, mediante un muro A' il quale per tutta la sua parte superiore deve essere costruito con buoni mattoni, ben cotti, murati col cemento; nella sua parte inferiore E invece stanno, tra mattone e mattone,

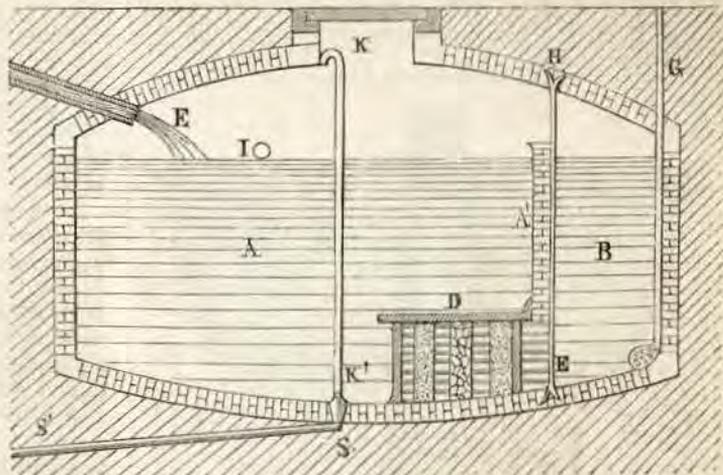


Fig. 806.

delle fessure attraverso alle quali possa trapelare l'acqua. Di contro a questa parte inferiore del muro A' sono disposti tre muri più piccoli dentro la parte A della cisterna, paralleli al primo muro e lontani l'uno dall'altro di m. 0.30; questi piccoli muri portano di sopra una lastra di pietra e sono in tutta la loro altezza foracchiati, per cui attraverso alle commessure dei mattoni può tra-

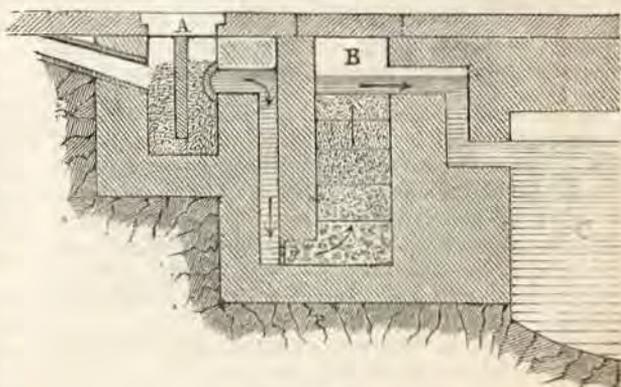


Fig. 807.

pelar l'acqua. I compartimenti compresi fra questi muri costituiscono il filtro, mettendosi nei tre compartimenti degli strati di materiali permeabili diversamente porosi.

Delle sbarre di ferro impiantate nel volto superiore, come si vede in H, e nel pavimento inferiore servono a fortificare il muro A'. Nella parte A affluisce l'acqua mediante il condotto E, e questa purgandosi attraverso al filtro D con una certa pressione penetra nello scomparto B dal quale si attinge per mezzo del tubo G e di una pompa. In I avvi lo sfilatore per impedire che

l'acqua nella cisterna si innalzi di troppo; S S' è il tubo che serve per vuotare la cisterna e questo si apre innalzando l'otturatore adattato al fondo del gambo K' K.

La figura 807 rappresenta un altro esempio di filtro applicato ad una cisterna; in questo caso però il filtro è tutto esterno alla cisterna per modo che lo si può nettare senza vuotare la cisterna. L'acqua passa dapprima nel pozzo A, dappoi passa nel pozzo B e quindi entra nella cisterna C purgandosi due volte. Davanti al primo filtro oppure fra il primo ed il secondo si potrebbe applicare la grande cisterna, ed al posto della cisterna C metterne una piccola. In questa maniera si otterrebbe il vantaggio di avere i filtri esterni di facile purgatura e sarebbe conseguito lo scopo indicato a proposito della disposizione rappresentata nella figura precedente.

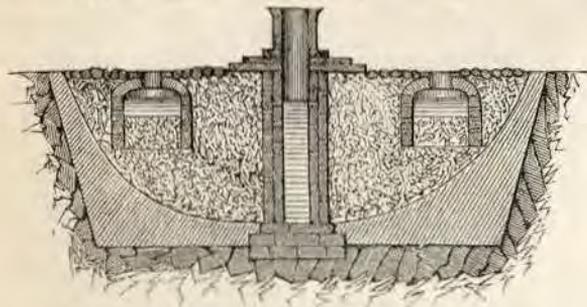


Fig. 808.

Filtrazione artificiale in grande. — La figura 808 ci dà lo spaccato di un ampio filtro artificiale che può anche servire a filtrare l'acqua necessaria per una piccola città. Questo filtro consiste in un grande recipiente di muratura fatto nell'interno del suolo. Al centro di questo recipiente si eleva una canna circolare di muratura munita tutto all'intorno di fori affinché l'acqua vi possa penetrare; questa canna simile a quella di un pozzo serve a raccogliere le acque filtrate di dove poi si attingono. Tutto il resto del recipiente è ripieno di ghiaia, sabbia ed altre materie filtranti. L'acqua da filtrarsi arriva al recipiente per mezzo di due condotti laterali aventi le parti verticali pure bucherellate, passa attraverso alle materie filtranti ed arriva al pozzo centrale.

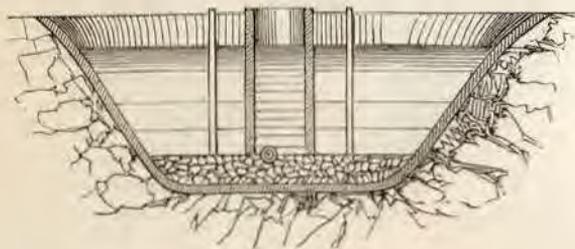


Fig. 809.

La fig. 809 rappresenta un abbozzo di disegno di filtro col quale nelle fabbriche di tele stampate d'Inghilterra si ottiene una grande quantità d'acqua del Tamigi chiarificata; è uno scavo simile a quello costituente il filtro precedente, praticato nel suolo. E esso vuole essere fatto in un terreno posto ad un livello alquanto più alto di quello dell'officina che vuolsi alimentare, ed al quale possa giungere l'acqua proveniente dal fiume. Se il terreno è argilloso, impermeabile, basta scavare il suolo, nè vuolsi altra preparazione; ma se il terreno è ghiaioso giova farvi un rivestimento in muratura, come nel-

l'esempio precedente. Basta in alcuni casi, come quando si può disporre di argilla, farne uno strato di parecchi centimetri sulla superficie interna dello scavo. Sulla parte inferiore del medesimo si pongono pietre silicee grossolane in modo da farne uno strato permeabilissimo, ed in mezzo con pietre silicee a secco si fa la base di un pozzo, e poi su questa fondazione di pietre a secco si fa il pozzo cementato per modo che l'acqua non vi possa penetrare dalla parte superiore, ma debba ridurvisi passando attraverso al piano stabilito con materiali non cementati; poi si collocano entro lo scavo medesimo strati successivi, uno inferiore di ghiaia, un altro di sabbia grossa, un altro di sabbia fina e su quest'ultimo giunge l'acqua che proviene da canali derivati da fiumi o da torrenti. Si osservi ancora che vi sono due tubi verticali aperti ai loro estremi che comunicano colla parte inferiore del filtro e sono destinati a dar esito all'aria interposta tra le materie filtranti affinché essa aria non venga a farsi strada attraverso alle medesime e dissestarle.

Ecco come succede la filtrazione: l'acqua passando attraverso a quella materia porosa non può che lasciarvi le sostanze sospese, e così al fondo del pozzo si raccoglie l'acqua limpida. Questo metodo di filtrazione ha l'inconveniente che quando dopo un certo tempo l'acqua ha abbandonato una certa quantità di materie che ostruiscono i pori della sabbia, necessariamente si deve procedere al suo rinnovamento.

Apparecchio di filtrazione delle acque della Garonna del signor Cordier. — Quanto alle disposizioni generali bisogna sapere dapprima, che per l'effetto del flusso le acque della Garonna provano a Bordeaux, immediatamente a valle del nuovo ponte, un rigonfiamento che le eleva a 6 metri al disopra del livello della bassa marea all'epoca degli equinozi, ed a 5 metri solamente al disopra di questo stesso livello all'epoca dei solstizii.

Il rigonfiamento delle acque della Garonna ha luogo perchè esse sono spinte avanti dalla corrente del flusso; allora la melma e le altre materie suscettibili di essere tenute in sospensione in questa corrente rimontano dalla foce di questo fiume verso Bordeaux intorbidando più o meno la limpidezza di queste acque, e siccome l'innalzamento di questo fiume a ciascuna marea si effettua in minor tempo che il suo abbassamento, succede che una parte della melma e delle altre materie condotte dal flusso, si depositano sulla riva della Garonna durante il riflusso, o continuano ad intorbidare l'acqua allorché la sua corrente verso il mare è ristabilita. Queste sono le acque torbide che si tratta di filtrare prima di distribuirle.

Bisogna sapere che il volume d'acqua da distribuire è di 7000 metri cubi in 24 ore.

Ciò posto, si concepisca al disopra del *quai* di Bacalan, formante la riva diritta a 3000 metri circa a valle del nuovo ponte, un serbatoio quadrangolare di 100 metri di lunghezza, di 60 metri di larghezza e di 2 metri di profondità, avente il suo fondo e le pareti verticali rivestite di muratura. Il fondo di questo serbatoio destinato a ricevere l'apparecchio di filtrazione che descriveremo, deve essere posto a due metri al disopra delle più basse acque della Garonna.

Si concepisca ancora il recipiente attorniato secondo la sua lunghezza ed a quattro metri all'esterno delle sue pareti di due canali, ciascuno della larghezza di 25 metri, i quali si riuniscono nella presa d'acqua del fiume per mezzo di due bracci aventi sei metri soltanto di larghezza. Il fondo di questi due canali è al medesimo livello che quello del recipiente rettangolare di cui abbiamo parlato.

A ciascuna delle estremità dei due rami e vicino al loro confluenza nella presa d'acqua sono collocate due porte o saracinesche per mezzo delle quali si può ristabilire o intercettare, secondo i bisogni del servizio, la comunicazione fra questa presa d'acqua ed i due canali laterali di cui il serbatoio è munito secondo la sua lunghezza.

Le cose essendo così disposte e la marea essendo arrivata a due metri di altezza al disopra delle più basse acque del fiume, si aprono le due porte indicate; l'acqua della Garonna comincia ad entrare nei due canali laterali e continua a salire sino a tanto che questa sia pervenuta all'altezza di due metri. Si chiudono tosto le due porte, l'acqua diviene allora stagnante nei canali e se si lasciasse passare un tempo sufficiente vi depositerebbe la poltiglia della quale è carica allorchando si introduce. È evidente che questo procedimento di chiarificazione potrebbe bastare, ma l'incertezza della durata di questa operazione, secondo le circostanze, non permette di adoperarlo. I canali laterali non possono quindi essere considerati che come recipienti di deposito dove l'acqua comincia a chiarificarsi per la precipitazione delle materie le più pesanti che teneva in sospensione.

Per fare arrivare l'acqua più prontamente e con più di sicurezza a quello stato di limpidezza perfetta che è una condizione necessaria, bisognò necessariamente adoperare qualche mezzo ausiliario oltre ai recipienti di deposito.

Ecco in che cosa consistono:

Si divide in due parti uguali, nel senso della sua lunghezza, il grande recipiente rettangolare per mezzo di una diga in muratura di metri 4.50 di spessore alla sua base e di tre metri di altezza. Così da una parte e dall'altra di questa diga si trovano due serbatoi eguali, di cui ciascuno è diviso in 10 scompartimenti, che l'autore del progetto indica col nome di *bacini filtranti*.

Questi filtri si compongono di uno strato di ghiaja e di sabbia fina avente il complessivo spessore di m. 1.75. Ciascun bacino filtrante funziona successivamente.

L'acqua che è stata filtrata in ciascun bacino è ricevuta in un grosso condotto posto in una galleria che è praticata nella parte inferiore della diga longitudinale che separa in due il grande serbatoio rettangolare.

L'acqua filtrata è portata in questo grosso condotto per mezzo di tubi secondarii che vi sono impiantati in numero eguale a quello dei bacini filtranti e che ricevono essi stessi quest'acqua da tubi più piccoli impiantati su di essi e muniti alle loro estremità inferiori di fori pei quali l'acqua si introduce. Quando il grosso condotto, di cui si tratta qui, è riempito, l'acqua passa in una tinozza, dalla quale essa è elevata con una macchina a vapore nella condotta d'ascensione destinata a portarla al punto culminante di Bordeaux, il quale si trova a 30 metri al disopra del punto più basso delle acque della Garonna.

Si tratta ora di sbarazzarsi delle materie che sono restate sia nei recipienti di deposito, sia nei filtri. A questo effetto, si aprono durante la bassa marea le porte per mezzo delle quali l'acqua torbida era entrata nei recipienti di deposito; si ha cura di agitare l'acqua che ancora contiene, e questa scola nella Garonna.

Quanto alle materie terrose che possono restare nei filtri, si fa entrare al disotto di questi filtri l'acqua della condotta d'ascensione, che potendo agire dal basso all'alto con una pressione di tre atmosfere fa salire al disopra della superficie di questi apparecchi tutte le materie terrose che li ostruirebbero e le cacciano nei recipienti di deposito donde la corrente le trascina nel fiume con quelle che contiene essa stessa.

Filtrazione naturale. — Si sa che i filtri naturali consistono nello stabilimento di gallerie permeabili in mezzo alle alluvioni della riviera o del fiume di cui si vuole chiarificare le acque. Queste gallerie, che si prolungano sufficientemente per ottenere la quantità d'acqua voluta, versano il loro prodotto nell'alimentatore delle macchine, donde esse sono estratte colle pompe.

La teoria di questi filtri è molto semplice ed il loro successo assicurato allorchando però le alluvioni non sono melmose e che la velocità del fluido nel letto naturale è tale da asportare le materie che si depositano sopra le pareti del letto od anche da rinnovare lo strato di sabbia. Si ha visto infatti nei filtri artificiali che i depositi restano sempre alla superficie.

Un solo elemento è incerto, è la lunghezza della galleria a stabilirsi per una profondità data, poichè questa lunghezza dipende evidentemente dalla natura delle alluvioni.

Ecco alcuni esempi di filtri naturali:

Filtro naturale di Nottingham (Inghilterra). — Questo filtro, chiamato il *Serbatoio*, è così costruito: sulla sponda del fiume Trento, a circa 1600 metri dalla città, è stato scavato in un grande deposito di sabbia un vasto serbatoio, di cui i muri di rivestimento sono in pietra a secco. La distanza fra la parete più vicina ed il fiume è di circa 45 metri. L'acqua attraversando questo strato arriva perfettamente pura al serbatoio passando fra i giunti privi di calce dei muri di rivestimento.

Questo serbatoio essendo privo di volto è soggetto all'influenza dei raggi solari; per modo che in estate si sviluppa talvolta la vegetazione e la vita animale. In questa stagione si fa un nettamento ogni tre settimane ed in inverno una volta ogni due mesi e si procede a questa operazione pompando l'acqua fuori del serbatoio e spazzandone accuratamente il fondo ed i lati.

Oltre il filtro serbatoio è stato praticato nel medesimo banco di ghiaja un filtro cilindrico sotterraneo che rimonta il fiume per una grande lunghezza e fa capo al serbatoio. Questo filtro cilindrico in mattoni posato a secco ha metri 1.20 di diametro collo spessore di due mattoni.

Filtro di Perth (Scozia). — Nel letto del Tay a monte della città di Perth si trova un'isola avente circa m. 151 di lunghezza ed 80 m. circa di larghezza. Una galleria è stata praticata in questa isola avente circa 90 metri di lunghezza con una larghezza di m. 1.25 ed un'altezza sotto l'intradosso di m. 2.70. La volta è ricoperta di uno strato di terra dello spessore di m. 1.50. Il fondo è circa m. 3.50 al disotto del livello medio delle acque nel Tay. Tutta la parte superiore della galleria è costrutta con malta di calce idraulica; la parte inferiore sola è in muratura di pietra a secco. Gli strati traversati per lo stabilimento della galleria sono formati: 1° d'argilla mescolata a sabbia; 2° di sabbia fina mescolata a ghiaja. La quantità d'acqua filtrata in 24 ore si eleva a 2700 metri cubi e corrisponde a 15 metri cubi per ogni metro quadrato in 24 ore. La qualità dell'acqua resta la stessa qualunque sia lo stato delle acque del fiume.

La figura 810 rappresenta schematicamente la galleria di filtrazione che secondo il progetto Dumont fu costrutta per dotare la città di Nimes di acqua potabile. Essa è posta sulla sponda sinistra del fiume Rodano alquanto a valle della rocca di Comps nella ripa che limita il braccio del Rodano detto braccio di San Romano, il fondo del quale è formato di uno strato per così dire indefinito di ghiaja e sabbia.

Benchè il braccio del Rodano sul quale è stabilita la galleria di filtrazione non sia il *gran braccio*, i più piccoli

accrescimenti producono delle correnti sufficienti per rigenerare lo strato filtrante, ed in simili condizioni la filtrazione deve operare con intero successo. Esistono lungo questa riva, che ha circa metri 1500 di sviluppo, due pozzi scavati nel banco d'alluvione del Rodano e

che devono dare delle indicazioni molto sicure sull'efficacia della filtrazione. Il livello dell'acqua in questi pozzi sale e discende con quello del Rodano; l'acqua vi è sempre fresca e limpida anche quando il fiume è in accrescimento e quando porta delle acque molto limacciose.

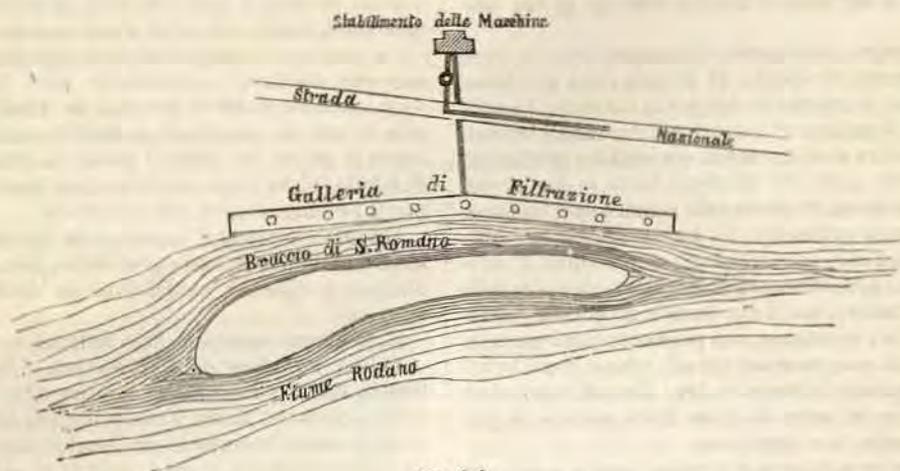


Fig. 80.

La galleria di filtrazione ha una lunghezza di m. 500.

Essa è rappresentata con una sezione trasversale nella fig. 811 e si compone di una volta ad arco di circolo in muratura ordinaria di calce idraulica del Theil. Il raggio della volta è di m. 5.75.

L'apertura interna è di 11 metri fra i piedritti. Lo spessore alla chiave è di m. 0.60; lo spessore ai nascenti dei vòltri è di m. 1.40. Questi piedritti sono fondati sulla ghiaja al livello delle massime magre. Il loro spessore è di m. 3 con un restringimento da 0.50 ad un metro

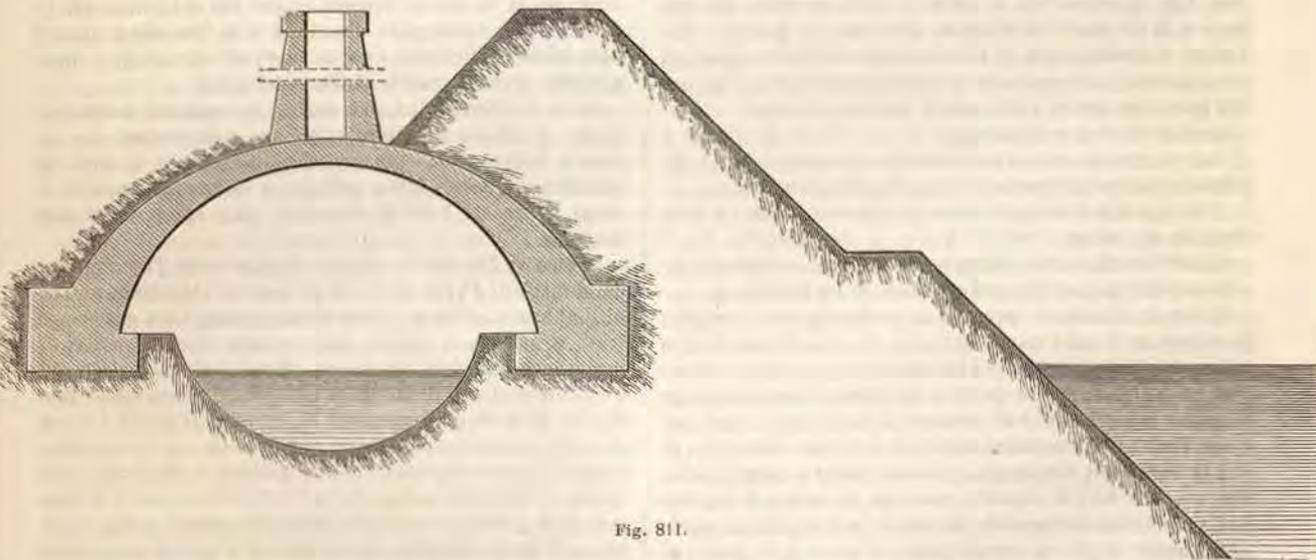


Fig. 811.

al disopra del livello delle massime magre. Questa galleria è protetta dalle piene del Rodano con argine molto robusti.

Lungo la galleria sono praticati dei pozzi i quali sono superiormente chiusi con dei chiusini di ghisa i quali servono per osservare l'andamento della filtrazione e per fare la pulitura della galleria.

La parte filtrante della galleria si compone di una mezza ellisse di cui l'asse maggiore è di 8 metri ed il semi-asse minore è di 3 metri, e di due ripe di ghiaja di un metro di larghezza ciascuno. La superficie filtrante della galleria è di 5500 metri quadrati. Nello stato ordinario delle cose non vi esiste alcuna comunicazione diretta fra il Rodano e l'interno della galleria. Le acque

non arrivano dunque in questa galleria che per filtrazione attraverso la massa di ghiaja e sabbia nella quale è scavata.

Allorquando le macchine funzionano ecco che cosa succede:

Le acque si abbassano dapprima nel bacino d'alimentazione delle macchine, e si stabilisce una corrente nella galleria di filtrazione che va a questo bacino.

Il livello delle acque nella galleria di filtrazione abbassandosi, si crea allora una pressione dal fiume Rodano all'interno della galleria.

Questa pressione dà luogo ad una filtrazione attraverso gli strati di sabbia e ghiaja e le acque chiare affluiscono nella galleria da tutte le parti della riva; in una parola

su tutta la superficie di questa ripa si stabiliscono delle sorgenti artificiali.

Allorquando l'equilibrio si è stabilito fra l'aspirazione delle macchine ed il prodotto delle sorgenti artificiali della galleria il livello di quest'ultima resta costante.

Il prodotto della filtrazione dipende allora da tre coefficienti:

1° La superficie dello strato filtrante;

2° La differenza di livello fra le acque del Rodano e quelle della galleria, differenza che è prodotta dall'aspirazione delle macchine;

3° Infine l'altezza delle acque del Rodano al disopra delle magre.

Affinchè questo lavoro di filtrazione sia permanente e si mantenga in uno stato soddisfacente deve soddisfare a certe condizioni:

1° Bisogna che la velocità colla quale le acque affluiscono nella galleria per il suo fondo non sia molto forte per non provocare scalzamenti ai piedritti che avrebbero per effetto di trascinare le sabbie e le ghiaie;

2° alcuna filtrazione non abbia luogo sul fondo dei serbatoi delle macchine nè in quello della galleria di condotta, poichè una tale filtrazione potrebbe alla lunga compromettere la solidità dei sostegni che sopportano le macchine e le pompe.

È a questo scopo che gli smaltitoi sono stati coperti con lastre di pietra e che la galleria di condotta è stata fatta con tubi in lamiera di ferro immersi in una massa di calcestruzzo fatto con malta idraulica completamente impermeabile per una lunghezza di m. 50, per cui nessuna filtrazione può aver luogo in prossimità delle macchine.

In ciò che concerne la proporzione che deve esistere fra l'aspirazione e la superficie filtrante affinché la velocità di filtrazione non possa compromettere la stabilità della galleria, l'esperienza del sistema stabilito a Lione l'ha fatta fissare da 5 a 6 metri cubi d'acqua per mq. di superficie filtrante e per ora.

Per modo che allorquando il Rodano è alle massime magre, cioè nelle circostanze le più sfavorevoli, è possibile di ottenere nella galleria almeno 30,000 metri cubi d'acqua per 24 ore.

Ma subito che il fiume cresce di qualche centimetro al disopra di questo livello, il prodotto della filtrazione aumenta in una proporzione enorme, e dopo qualche istante le macchine vengono impotenti a provocare il minimo abbassamento nel livello dell'acqua della galleria.

Relativamente alla ripulitura di questo filtro naturale, bisogna osservare che le materie che le acque del Rodano tengono in sospensione si depositano sul primo strato di sabbia che tappezza il suo letto con uno spessore da 20 a 30 centimetri solamente, e siccome questo strato è continuamente rinnovato e tolto negli accrescimenti delle acque, ne risulta che il fiume si incarica di pulire questo filtro naturale e d'assicurare così la sua durata.

Questo fatto spiega la permanenza dei filtri naturali stabiliti nel medesimo modo a Lione ed a Toulouse e quella di tutti i filtri naturali costruiti sopra delle rive analoghe.

Conviene osservare inoltre che le acque di filtrazione che affluiscono nella galleria vengono da tutte le parti, cioè tanto dalla parte del Rodano che dalla parte opposta, questa filtrazione producendosi nella massa intera di ghiaia nella quale la galleria è scavata.

Queste acque costituiscono una ben minima parte dell'acqua chiara e sotterranea che circola sotto il letto visibile del Rodano. Ne risulta che il braccio del Rodano lungo il quale la galleria di filtrazione è stata scavata,

detto *il braccio di SAINT-ROMANO*, venendosi ad annullare questo fatto non modificherebbe sensibilmente il prodotto della galleria.

Del resto per mettersi al sicuro da ogni eventualità si ha disposto alla coda della galleria un acquedotto di 2 metri di larghezza, di cui il fondo è a 0.75 al disotto delle più basse acque del Rodano, per potere al bisogno introdurre direttamente ed a volontà le acque del fiume nella galleria.

Questioni relative alle gallerie filtranti. — Lo stabilimento delle gallerie filtranti dà luogo all'esame delle seguenti questioni: Quale è sul loro prodotto l'influenza 1° del loro sviluppo; 2° della loro larghezza; 3° della loro profondità.

1° *Dello sviluppo.* — Supponiamo che si stabilisca lungo un fiume una galleria a fondo permeabile parallela alle sue sponde; supponiamo che gli strati sabbiosi posti fra questa galleria ed il fiume sieno quasi omogenei; per ciascun metro corrente di galleria sgorgherà dalle sue pareti un volume d'acqua dipendente dalla permeabilità della sabbia, dall'intervallo esistente tra la galleria ed il fiume, dalla profondità alla quale è stato posto il fondo ed anche dalla larghezza di quest'ultimo.

Per una certa profondità, data una certa distanza dal fiume ed una certa larghezza di fondo, egli è indiscutibile dapprima che a partire dal principio a monte della galleria filtrante i volumi d'acqua che per metro corrente s'introducono nella galleria vanno man mano diminuendo, poichè l'altezza d'acqua nel fondo sarà di più in più grande, in causa dei volumi che si sono successivamente aggiunti.

Quanto al volume d'acqua che vien fuori dal fondo della galleria per metro corrente, non potrebbe essere considerata come costante se non nel caso in cui la differenza esistente tra il livello del fiume e dell'acqua sul fondo della galleria potesse essa stessa essere considerata come costante a ragione della piccola pendenza della galleria e delle piccole differenze di altezza dell'acqua che con movimento permanente circola nella galleria.

Risulta subito dal suesposto, che allorquando si tratta di gallerie sufficientemente profonde affinché sia permesso di trascurare le differenze dell'altezza dell'acqua sul fondo della galleria avuto riguardo al dislivello dell'acqua del fiume in causa del suo passaggio attraverso le sabbie, si può considerare il volume che smaltiscono queste gallerie come proporzionale al loro sviluppo.

2° *Larghezza del fondo.* — Questa è ben lungi dall'aver la medesima azione sul prodotto delle gallerie ed è per un errore che si ha creduto talvolta di aumentare notabilmente l'alimentazione delle condotte aumentando la larghezza della galleria.

Man mano che il prodotto di una galleria filtrante aumenta, l'altezza di carica assorbita dagli attriti dell'acqua che si introduce nella galleria attraversando la massa filtrante cresce come il prodotto stesso. L'allargamento della galleria, comunque sia, non può diminuire questo risultato necessario, ed il solo vantaggio che questo allargamento può produrre dipende dall'accrescimento della carica risultante dall'abbassamento del livello dell'acqua nella galleria. Si vede immediatamente che l'influenza d'un allargamento di fondo della galleria sul prodotto di filtrazione aumenta colla permeabilità della sabbia e l'avvicinamento della galleria al corso del fiume. Infatti se questa permeabilità e questo avvicinamento fossero tali che la perdita di carica subita dalle acque che dal fiume entrano nella galleria filtrante potesse essere considerata come nulla per i differenti volumi corrispondenti alle diverse larghezze di fondo considerate, si com-

prende che qualunque fossero queste larghezze le altezze d'acqua sul fondo resterebbero costanti ed il prodotto per conseguenza crescerebbe approssimativamente come le larghezze del fondo.

Ma se la permeabilità della sabbia è piccola, se la galleria è ad una distanza notevole dal fiume, se, in una parola, la perdita di carica subita dalle acque al momento della loro penetrazione attraverso il fondo della galleria è grande, si comprende in questo caso che la diminuzione dell'altezza prodotta dall'allargamento del fondo all'acqua che vi sta sopra sarebbe quasi insignificante a paragone della perdita di carica necessaria all'introduzione del volume primitivo. Questa diminuzione di altezza non potrebbe quindi portare al prodotto della galleria alcun miglioramento sensibile.

Si può, del resto, rendersi approssimativamente conto dell'accrescimento del prodotto che un allargamento di galleria arrecherebbe; sarebbe per questo sufficiente di stabilire all'estremità a valle della galleria una traversa, e di determinare per mezzo dall'abbassamento successivo di questa traversa, la legge che lega gli accrescimenti di volume alle diminuzioni di altezza d'acqua sul fondo della galleria. E si dedurrà, dall'abbassamento probabile che risulterebbe dall'allargamento del fondo l'accrescimento di volume che questo abbassamento porterebbe.

È facile di ottenere immediatamente il caso limite, quello in cui la larghezza del fondo essendo infinita, l'altezza d'acqua sulla superficie potrebbe essere considerata come nulla; e se in questa ipotesi estrema non si arriva che ad un accrescimento molto piccolo sul prodotto non si dovrà cercare di aumentare più oltre la larghezza della galleria.

3° Profondità delle gallerie. — L'approfondimento delle gallerie influisce certamente sull'accrescimento del prodotto e questi aumenti che produce possono essere misurati in una maniera molto approssimata (supponendo sempre omogeneo lo strato da attraversare) col metodo indicato più sopra per determinare la legge che lega le diminuzioni di altezza d'acqua sul fondo agli accrescimenti di volume.

Filtrazione degli olii vegetali. — Questa operazione ha per iscopo di facilitare la depurazione od il deposito della materia extramucilaginosa e colorata che tolgono loro la trasparenza e li dispongono al deterioramento.

In certi paesi si fa ancora uso per questa operazione di un barile aperto in alto, avente un rubinetto verticale che attraversa tutto il barile nella sua parte inferiore ed un secondo rubinetto impiantato nelle doghe e più vicino per quanto si può al fondo.

Si mette sul fondo del barile una grossa treccia di paglia ben serrata e che si adatti esattamente alle pareti interne; al disopra si pone un doppio fondo di latta munito di fori di circa 5 millimetri di diametro; tutto all'intorno di questo doppio fondo si salda o si inchioda un cerchio di ferro piatto forato a certe distanze e sul quale si distende e si cuce una flanella incrociata molto forte che si ripiega al disotto.

Al disopra del falso fondo si mette: 1° uno strato molto serrato di reste di grano battuto, spogliate dei loro grani, dell'altezza di 8 centimetri; 2° uno strato di carbone pestato fino di 25 millimetri; 3° un altro strato di carbone rotto più grosso; 4° infine un terzo, un quarto ed un quinto strato di carbone aumentando sempre la grossezza del medesimo in modo da formare uno spessore totale da 15 a 20 centimetri.

Si pone in seguito un secondo falso fondo in legno munito di fori della grossezza di 5 millimetri, falso fondo che si fissa con delle viti di pressione.

Dopo che l'olio che si trova nei barili ha riposato il tempo necessario per fare il deposito delle materie più pesanti, lo si travasa per mezzo di una pompa e lo si versa in seguito sul filtro dal basso all'alto, ma si ha cura di aprire prima il rubinetto posto presso il fondo per dare dapprima un'uscita all'aria ed in seguito all'olio che si filtra attraversando gli strati di carbone e di paglia e cade in un barile posto al disotto.

In Inghilterra per la filtrazione dell'olio si adopera da lungo tempo il metodo per ascensione e per pressione d'acqua. Si prende l'olio che si vuol filtrare e lo si pone in un barile. Quasi al fondo di questo barile avvi un tubo munito di rubinetto il quale serve a mettere in comunicazione questo barile con un serbatoio d'acqua posto ad una certa altezza dal detto fondo. Sopra il barile è posto il filtro, il quale per mezzo di un tubo innestato alla sua parte inferiore comunica col barile. Quando si vuole eseguire la filtrazione si mette in comunicazione il barile pieno d'olio col serbatoio d'acqua per una parte e col filtro dall'altra. L'acqua entrando nel barile con la pressione dovuta all'altezza dalla quale discende, obbliga l'olio a passare attraverso al filtro e ad uscire dal rubinetto innestato nella parte superiore del medesimo.

Allorché il filtro è sporco lo si pulisce versandovi sopra acqua bollente in gran quantità ed aprendo il rubinetto di scarico di cui il filtro è munito, affine di lasciar colare le impurità; indi con una spugna si levano i corpi che sono rimasti alla parte superiore.

Ciò fatto si prende il filtro il quale è di metallo e lo si espone al fuoco sino a tanto che questo diventi rosso e che non mandi più fumo. Con questo mezzo si brucia e si calcina contemporaneamente il carbone e le materie mucilaginose che vi sono in esse contenute, ed il carbone riprende in seguito la sua proprietà depurativa.

Filtrazione dell'olio d'oliva per l'orologeria secondo Laresche. — La filtrazione si fa dapprima sopra uno staccio di erine, indi sopra un filtro di carta grigia guernito internamente con uno strato di cotone assai spesso, che si mantiene contro la carta per mezzo di tre o quattro piccoli cerchi molto sottili. La filtrazione si deve fare in luogo fresco e fuori del contatto dell'aria ponendo il filtro sopra una campana di vetro. L'olio così filtrato si pone poi dentro a bottiglie diligentemente chiuse che si pongono nella cantina coricata. L'autore propone di non procedere all'ultima filtrazione che dopo di avere lasciato l'olio in riposo per un mese nelle bottiglie che lo contengono. Quest'olio non essendo ancora molto fluido, egli ha immaginato di farlo passare attraverso a filtri di legno di tiglio. Per questo effetto egli fa tagliare in piccoli pezzi di 19 centimetri di altezza per 11 di diametro il legno di tiglio vecchio e ben secco; egli espone questi pezzi all'aria per più di un mese; indi prende quelli che non sono screpolati e fa fare al tornio dei bossoli conici, e chiude con la cera lacca i difetti che si trovano, indi li pone nei filtri di vetro. Occorrono ordinariamente da 60 a 64 ore affinché un mezzo chilogramma d'olio passi attraverso al filtro. Questo metodo è costoso poichè ciascun filtro non può servire che una sola volta. Il residuo che si trova al fondo dei bossoli è poco considerevole e rassomiglia perfettamente a dell'olio leggermente coagulato.

BIBLIOGRAFIA. — Laboulaye, *Dictionnaire des Arts et Manufactures*. — Sobrero, *Chimica docimastica*. — Sacchi, *Le abitazioni*. — Henry Darcy, *Les fontaines publiques de la Ville de Dijon*. — Aristide e Georges Dumont, *Les eaux de Nîmes, de Paris et de Londres*.

FIORI ARTIFICIALI — Franc. *Fleurs artificielles* —
Ingl. *Artificial flowers*. Ted. *Putzblumen*. Spagn.
Flores artificiales.

La fabbricazione dei fiori artificiali ebbe origine in Cina. Da tempo lontanissimo in questo paese se ne fabbricarono e se ne fabbricano dei magnifici modelli. In Europa siamo noi Italiani i primi che ci occupammo di tale gradevole ed artistico ramo di industria, la quale poco alla volta si estese in Svizzera, in Germania, in Spagna, in Francia, ed in quest'ultima raggiunse un bel grado di perfezione.

Per imitare i fiori e le foglie con quella precisione difficile a superare, come si fa oggidì, i fabbricanti impiegano una infinita e svariata quantità di materie: carta tinta a più colori; batista, mussola ed altre stoffe di cotone; garza, *taffetas*, lana, seta, nastri, borra di seta, veluti, bozzoli colorati, piume d'uccello delicatissime dalle mille gradazioni di colori, pellicole d'uova, carta-pecora, cera, paglia, cuojo, setole di animali, conchiglie, smalti e perfino fanoni di balena tagliati a fogli leggeri e rivestiti di brillanti colori.

In Cina si facevano e si fanno ancora dei fiori artificiali bellissimi con midollo di bambou, e di certe qualità di giunco e con una sorta di sambuco detto *tong-zao*.

I primi fiori artificiali fatti in Italia erano composti con stoffe di seta e con nastri pure di seta a diversi colori; poscia vi si impiegarono le piume tinte, ma con esse non si riuscì mai, come non si riesce ancora al giorno d'oggi, di imitare i fiori naturali come fanno i selvaggi dell'America meridionale che compongono dei mazzi stupendi per nulla affatto dissimili dai veri.

Dopo le piume si usò la garza detta propriamente d'Italia, ma i fiori fatti con essa riuscivano scoloriti, spessi, ed erano di poca durata.

Nell'impiego dei bozzoli a fine di fare fiori finti, la città di Genova si distinse sopra tutte. Non vi ha materia migliore del bozzolo per conservare la tintura datagli, resistendo quella lungo tempo all'azione del sole, come nessun'altra ha quella fine peluria e quella morbida trasparenza che imita così bene quel certo vellutato proprio di parecchi fiori.

Al fine del secolo scorso si impiegarono i *taffetas* per le foglie e la batista per i petali, ma il prodotto ottenuto doveva essere venduto a caro prezzo, pel costo delle materie prime.

Si ricorda che all'epoca citata fece *furore* una rosa offerta all'infelice Maria Antonietta, i cui petali avevano nell'interna disposizione le cifre reali; il fiore era fatto con pellicole d'uova; il fabbricante era un certo Wendzel.

La *Gentis* imitò così bene alcuni fiori da destare l'ammirazione dell'illustre Buffon.

Citiamo ancora fra i primi perfezionatori della fabbricazione dei fiori artificiali il *Sequin du Gevaudan*, che impiegò cartapeccora e setole di cinghiale.

Se volessimo seguire passo passo i perfezionamenti apportati in quest'industria non la finiremmo più e sarebbe cosa lunga e difficile il citare il nome di quei fabbricanti tanto nazionali che esteri i quali si acquistarono una certa riputazione. Tronchiamo quindi queste nozioni storiche per occuparci della fabbricazione dei fiori artificiali come si pratica oggidì.

PROCESSO DI FABBRICAZIONE DEI FIORI ARTIFICIALI.

Premettiamo che non possiamo descrivere il modo in cui si fabbricano tutte le sorta di fiori e di foglie. Dovremmo per ciò prendere alla mano un dizionario di botanica, e fatta la scelta dei fiori utili come ornamento

muliebre, o da sala, o da chiesa, od esotici, dire uno ad uno come siano formati e quali colori e quali materie convenga adoperare per imitarli. Noi invece descriveremo i procedimenti generalmente usati per fabbricare tutti i fiori artificiali, e da questi siamo certi che colui il quale vorrà dedicarsi all'arte di cui ci occupiamo, potrà trarre regole e metodi acconci a qualsiasi qualità di fiori o di foglie si tratti di imitare. Divideremo il processo di fabbricazione dei fiori artificiali in *due parti*. La *prima* riguarderà gli *utensili* ed i *materiali* necessari; nella *seconda* tratteremo del *modo di servirsi tanto degli utensili quanto dei materiali*. Non crediamo poi inutile aggiungere come necessaria appendice qualche esempio pratico.

UTENSILI E MATERIALI NECESSARI PER FABBRICARE I FIORI ARTIFICIALI.

Utensili.

Per lo più nei laboratori in cui si fabbricano fiori artificiali troviamo occupate in gran parte delle donne e delle giovanette, perchè non richiedendosi soverchia fatica, ma piuttosto leggerezza di mano, un certo qual gusto fine e delicato, molta pazienza, tale industria è adattissima al sesso gentile. È per questo motivo che vediamo frequentissimamente anche da private famiglie fabbricarsi fiori finti che possono fino ad un certo punto gareggiare con quelli dei più rinomati fabbricanti.

Tavole. — Si lavora su *tavole* lunghe in locali ben rischiarati. Le tavole portano diversi *cassetti* divisi a piccoli scompartimenti in cui si possono riporre le varie parti che devono poi comporre i fiori, cioè foglie, stami, pistilli, semi, calici, corolle, bottoni e via via, a fine di ripararle dalla polvere e dal contatto delle mani. Inoltre il tavolato è rivestito da una forte tela incerata per poter con facilità eseguire la lavatura con acqua, giacchè, come vedremo, va soggetto ad essere continuamente macchiato o dalla colla o dai colori.

Telai porta-fiori e porta-foglie. — Sul tavolo, nel mezzo quando le operaje sono dai due lati più lunghi paralleli, oppure all'orlo se quelle si trovano da una parte sola, sono disposti dei *telai porta-fiori* e *porta-foglie*. Sono a distanze uguali tra loro ed in faccia al posto in cui siede chi lavora, in corrispondenza quindi del cassetto in cui stanno riposti i materiali.

Sonvi diversi tipi di telai porta-fiori e porta-foglie, secondo il gusto dei fabbricanti o la comodità di chi li usa.

Noi nella fig. 812 ne presentiamo uno A usato comunemente, e lo abbiamo disegnato col tavolo T e collocato, come avvertimmo, nel punto in cui havvi il cassetto C.

Il telajo è formato da gambi *ggg...* in grosso filo di ferro, ricurvi a ferro di cavallo ed infissi in una tavoletta mobile. Nei gambi, a diverse altezze, sono praticati dei fori *fff....* in cui passano e sono tesi dei sottili fili di ferro o delle cordicelle, ai quali si appendono i fiori, le foglie o le parti degli uni e delle altre che si fanno e che hanno d'uopo di asciugare o richiedono altre appendici per essere finiti.

I gambi talvolta invece di ferro sono di legno. Spesso vengono direttamente fissi nel tavolato e fermati con madreviti al disotto. Il telajo può anche essere formato da due soli gambi in forma di T e tra essi si tendono i fili. A vece di base rettangolare può averla circolare ed in questo caso i gambi sono disposti e fissi al perimetro ad una certa distanza l'uno dall'altro; portano i fili tesi circolarmente.

Dalla figura descritta si scorge in qual maniera si sogliono appendere ai fili le foglie od i fiori. Il gambo

di questi è per lo più di finissimo filo di metallo, lo si ricurva leggermente all'estremo ad uncino e poi non si fa altro che appenderlo al telajo.

Per piccole parti di fiori, come stami, bottoni e simili, e per fiori piccolissimi, come viole, *non ti scordar di me*, ecc., che devono poi essere disposti a gruppi, a mazzetti, a vece di ricurvarne il loro esile gambo, si suole piantarli, per così dire, in vasi di latta o di terra pieni di sabbia. Così non si perde tempo pel ricurvamento del gambo e si hanno con maggior facilità alla mano per disporne come si vuole.

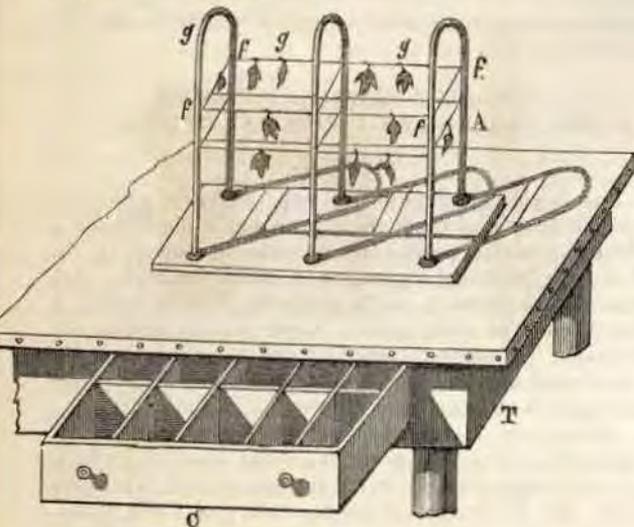


Fig. 812.

Porta-rocchetti. — Sul tavolo troviamo anche dei *porta-rocchetti*. Ve ne sono di diverso genere, tutti rispondono bene allo scopo. Uno semplicissimo è quello della fig. 813,

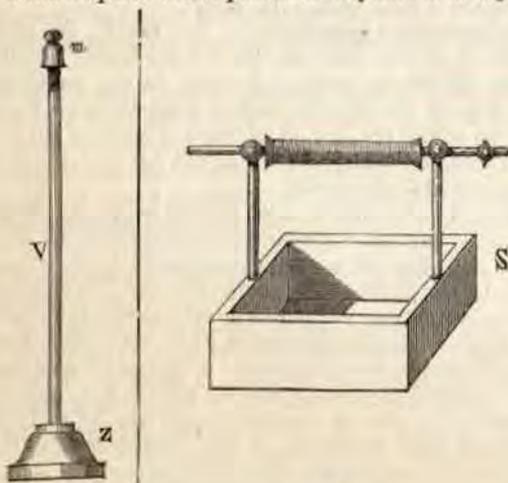


Fig. 813.

Fig. 814.

usato anche dai tessitori. Esso consiste in una verga V di ferro di 5 millim. di diametro, lunga circa 20 centim. ed infissa verticalmente in uno zoccolo Z di piombo o di legno per tenerla solidamente ritta. Nella verga si infilano i rocchetti che portano la seta od i finissimi fili di ferro, di rame o di ottone e così si possono dipanare con facilità. La parte m dello strumento è mobile e serve a ritenere fermo il rocchetto allorché gira pel dipanamento del filo che porta. Si suole ancora mettergli una fodera in forma di sacco molto allungato per

riparare la seta dalla polvere allorché si sospende il lavoro.

Un altro tipo molto usato di *porta-rocchetti* è quello della figura 814. Dall'ispezione di questa si comprende come esso consista in una scatola S a base rettangolare o quadrata, senza coperchio, di poca profondità, la quale al mezzo di due lati paralleli porta dei sostegni sui quali orizzontalmente è imperniato un asse in ferro, su cui a piacimento si può far girare un rocchetto o più rocchetti secondo il bisogno.

Pinzette. — Chi fabbrica i fiori artificiali non tocca mai colle mani gli oggetti che adopera, ma fa uso continuo di uno strumento molto noto e molto semplice, quale è la *pinzetta*. Ve ne sono di vario genere. Le ordinarie sono per lo più troppo aguzze e fanno male alle mani. Le più atte allo scopo sono dette *fine* e pari a quelle della fig. 815; sono forti ed a punte rotonde. Misurano



Fig. 815.

in lunghezza 15 centimetri e sono fatte da due branche lunghe, piatte ed elastiche, saldate assieme per un capo T detto *testa* e finienti dall'altro in due punte smusse PP.

Ve ne sono colle branche concave e convesse ma meno usate delle descritte.

Secondo la finezza del metallo, ferro od acciaio, e la loro pulitura, se ne trovano in commercio ad un prezzo che varia dai 50 centesimi alle due lire.

Colle pinzette non solo si dispongono come si vuole le varie parti dei fiori o delle foglie, le si contornano, piegano, rizzano, ma ancora servono, tenendo ben unite le branche, per segnare certe righe sui petali di certi fiori, ed inoltre la testa porta un prolungamento l il quale è sottile, e serve, intingendolo nella colla, per unire certe parti dei fiori.

Telai-tenditori. — Per le diverse qualità di stoffe, per le sete, per i fili che si devono usare, occorrono certe operazioni preparatorie, come l'apprettatura, l'incollatura, la tintura. Queste bisogna si eseguiscano stendendo le dette materie sopra *telai* appositi. Ve ne sono di tre specie, tutte e tre semplicissime nella costruzione loro.

Sono composti da due montanti lunghi dal metro ai due metri e da due traverse di dimensioni di poco inferiori alle precedenti, tutti in legno forte. Le traverse scorrono e si possono fissare a volontà con caviglie in fori praticati agli estremi dei montanti.

La prima specie di telai ha i montanti muniti di una lista di tela grossolana, fortissima, alla quale poi si può fermare mediante cucitura la stoffa da operare, e le traverse sono munite per la loro lunghezza di fori in cui si possono pure far passare delle cordicelle che tendono la stoffa.

La seconda specie di telai ha i montanti e le traverse muniti di uncinetti in metallo.

La terza specie porta delle piccole punte in metallo diritte ai montanti, ed alle traverse ha degli uncini o dei fori. Già lo dicemmo, i fori servono per stirare la stoffa passando in questa ed in quelli del filo fortissimo o delle cordicelle; gli uncini e le punte compiono lo stesso ufficio dei fori, soltanto la stoffa va appesa pel vivagno ad essi.

Nella figura 816, per maggior intelligenza del lettore, abbiamo rappresentato un *telajo montato*. Ivì i mon-

tanti *mm* portano scorrevoli le traverse *tt*, sicchè a piacimento si può disfare l'apparecchio e riporlo comodamente in qualunque angolo del laboratorio. Per tenere solido il telaio sonvi dei fori *ff*.... nei quali si fanno penetrare delle caviglie e così si può allungare od accorciare lo spazio fra i lati del rettangolo secondo le dimensioni delle stoffe da stirare. Nella nostra figura i montanti sono muniti della lista di tela. Abbiamo figurato in *m 1* un montante coi fori, in *m 2* uno munito di uncini ed in *m 3* uno colle punte.

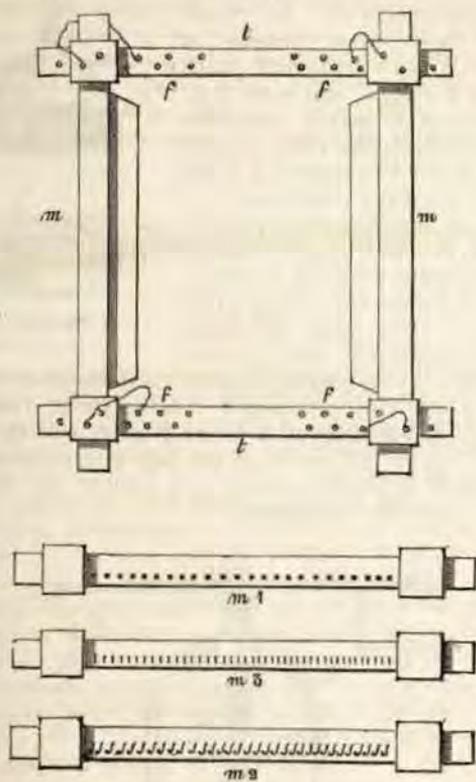


Fig. 816.

I telai descritti non posano su alcun piede loro proprio, sono invece *liberi* e possono perciò venir appesi alle pareti o posati sul tavolo o sopra cavalletti, secondo le circostanze.

Frastagliatori, ceppo e piombo. — Gli operai o le operaje addetti alla fabbricazione di fiori finti sogliono chiamare semplicemente col nome di *ferrì* certi strumenti cui meglio e più propriamente si addice il nome di *frastagliatori*. Sono necessarissimi nell'arte di cui ci occupiamo, perchè con essi si fabbricano con facilità le foglie e parecchie parti dei fiori.

Ve ne hanno di diverse dimensioni, motivo per cui sono classificati per via dei numeri 1, 2, 3, 4.... Consistono in una barra di ferro lunga un po' più dell'impugnatura della mano, di un diametro che varia in proporzione del modello che porta; finiente da una parte detta *testa* a faccia piatta a fine di potervi percuotere col martello, ed alla *base* ha incisi in incavo cogli orli sporgenti e taglientissimi il disegno di una foglia o di un petalo.

Nella fig. 817 rappresentiamo uno di questi strumenti. Nel punto *h* havvi un foro dal quale col mezzo di una punta in ottone si scacciano le foglie state frastagliate dal ferro senza punto doverle toccare colla mano.

Sonvi tanti frastagliatori non solo per ogni specie di fiori o di foglie, ma tanti altri secondo la grandezza delle foglie, giacchè è noto come quelle più vicine al bottone od al fiore sono più piccole e quelle del gambo hanno maggiori dimensioni.

Si comprenderà quindi l'importanza che hanno i *frastagliatori* non solo pel loro scopo, ma ancora per la grande quantità di cui devesi provvedere un fabbricante.

Per adoperare il frastagliatore occorre un *ceppo* od una *lastra di piombo* su cui poter percuotere fortemente le materie da modellare.



Fig. 817.



Fig. 818.

Il *ceppo* (fig. 818) è formato da un forte tronco d'albero *T*, alto circa 50 centimetri. Sulla faccia superiore posa una specie di cuscino alto poco meno di 20 centimetri, composto da due o tre ordini di trecce di paglia *P* ben bene serrate, legate fortemente con cordicelle rivestite da tela ben tesa ed alcune volte ancora cinte da un cerchio in legno per aumentarne la solidità. Sul cuscino, che ha per ufficio di ammortare i colpi del martello, posa una lastra di piombo di uno spessore che varia dai 5 agli 8 centimetri, detta dagli operai semplicemente *piombo*, fatto con una lega di 9 parti di piombo e 2 di stagno.

Sulla lastra si posa la stoffa od altra materia da modellare e poscia sovrapponendovi il frastagliatore vi si batte sopra col martello. Vi devono essere parecchi *piombi*, perchè questi dopo un uso continuo ritengono l'impronta dei contorni taglienti ed hanno bisogno di essere levigati, il che si ottiene o colla martellatura o colla fusione.

Alcuni a vece del ceppo usano una forte e solida panca su cui collocano il cuscino di paglia e poi la lastra di piombo, ma è sempre da preferirsi l'uso del primo.

Martelli. — Abbiamo di già accennato al *martello*. Se ne usano, nell'arte del fiorajo, di due sorta. Uno è a testa corta e grossa in ferro del diametro di cinque centimetri, lunga 15, colla penna uguale alla bocca cioè a semplici superficie un po' arrotondate.

Un altro martello più pesante è simile a quello usato dagli scalpellini. È alto 22 centimetri e finisce in due superficie piane del diametro di 15 centimetri. Con questo strumento, oltre al battere sui frastagliatori, si suole appianare la superficie della lastra di piombo. Naturalmente l'uso di questo martello richiede forza muscolare. È per questo motivo che per l'operazione della frastagliatura si impiegano degli uomini.

Si usano ancora dei martelli ordinari per certe occorrenze, come, ad esempio, per la riparazione degli utensili.

Improntatori. — Le foglie ed i petali allorchando sono modellati col frastagliatore risultano piatti e non hanno forma alcuna all'infuori del contorno.

Per dare loro la curvatura necessaria, il gonfiamento, ci si passi la parola, e tutte le venature e nervature che hanno, si sono adottati due metodi.

Cominciamo dal più semplice, che è quello detto delle *palle*, perchè in realtà si usano degli utensili a foggia di palle. Nella figura 819 abbiamo uno di questi. Esso è composto da un manico di legno *m* al quale è unito un gambo di ferro *g* finiente in una palla *P* pure di ferro e ben lucida. Lo strumento misura in lunghezza circa 30 centimetri.

Occorrono palle di diverso diametro secondo la larghezza dei petali ed il grado di incurvamento da dare ai medesimi. Dodici palle compongono il *giuoco*. Ogni palla di esso ha un nome speciale dagli operai, secondo che la palla è come la testa di un grosso spillo, oppure cresce dai 3 millimetri ai 3 centimetri in diametro, per servire pei calici, pei petali delle rose, delle camelle, delle dalie, fino alle grandi malvacee.

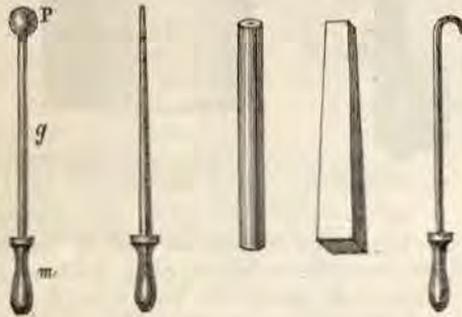


Fig. 819

820

821

822

823.

Si fanno anche delle palle con legno duro, pei fiori di carta, ma per quelli di stoffa hanno il grande inconveniente di non poter essere scaldate, mentre si sa che col calore si ottiene un più rapido e più durevole incurvamento tanto delle foglie quanto dei petali. Le figure 820, 821, 822, 823 presentano altri tipi di *incurvatori* a forma *conica, cilindrica, prismatica, ad uncino*, dei quali tutti si deve avere nei laboratori una serie la più completa di varia grandezza.

Cogli strumenti descritti si opera non sopra superficie dura ma su cuscinetti di traliccio pieni di crusca, di forma quadrata, di 25 centimetri di lato, i quali vanno sempre tenuti puliti; oppure su pezzi quadrati di sughero alti 13 millimetri con lato di 20 centimetri e più, rivestiti di stoffa in cotone. Anche dei cuscini come dei sugheri occorre trovarne parecchi nel laboratorio del fiorajo.

Eccoci agli improntatori del secondo metodo, i quali si distinguono in *improntatori a mano* ed *improntatori allo strettojo*.

Prima però conviene spendere due parole sul modo di formatura di certe foglie per prepararne gli improntatori.

Per avere un'impronta precisa di esse si bagnano con olio, poi si versa dell'acqua, indi li si spolvera a più riprese con scagliola. Si forma una pasta che prende un'esatta impronta della foglia. Appena indurita, per l'azione dell'olio l'impronta si stacca dalla foglia, la si finisce con raschiatoi per togliere le parti che sopravanzano e finire certe altre non bene riuscite, quindi si porta l'impronta al fonditore, che la riproduce in rame od in ottone od in altra lega.

Preso l'impronta da una parte, se è del caso la si ritira per la faccia opposta.

Ciò premesso, vediamo come sono fatti gli *improntatori a mano*. Essi sono composti di due parti in metallo.

Una porta incisa in rilievo, l'altra in incavo la conformazione della foglia da riprodurre. Nella figura 824 abbiamo uno di questi strumenti, aperto. In essa la parte A, detta anche *coverchio*, porta la foglia incisa in rilievo perfettamente in corrispondenza coll'impronta in incavo che è nella parte B, conosciuta col nome di *scatola*. Il foro *f* serve per introdurre un ferro per esporre la forma al fuoco senza doversi bruciare le mani.

Si suole spesso formare la parte B con *carta-pesta* (vedi) mista a stoppa, alla quale si dà l'impronta in incavo premendo fortemente su essa colla parte A di metallo. Allorquando la pasta è indurita serve abbastanza bene come se fosse di metallo ed ha il pregio di essere leggera e solida.

Alla parte A è unito, mediante viti, un manico colla parte *a b* in ferro e l'*h* in legno per impugnarlo. Quando si vuole operare, scaldato A, lo si prende pel manico e si comprime fortemente la stoffa previamente disposta su B. Dopo un minuto di pressione si è sicuri di aver modellato la foglia e si può procedere ad una nuova formatura. Per evitare la fatica di premere colle mani si può battere due o tre colpi col martello.



Fig. 824.

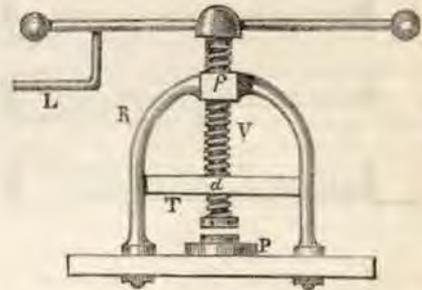


Fig. 825.

L'*improntatore a strettojo* è più usato di quello a mano, per la maggior precisione del lavoro che ne risulta. Esso, come appare dalla figura 825, è costituito da un robusto strettojo a bilanciere usato pure in molte altre industrie in cui si devono avere delle impronte corrette. Una robusta vite di pressione *V* vien fatta scorrere in senso verticale in avanti e indietro, passando pei fori *f* e *d* praticati in un sostegno ricurvo *R* ed in una traversa *T*.

Sul piano *P* dello strettojo solidamente unito al sostegno si colloca l'improntatore, il quale è pari a quello della figura 824, ma senza manico, è ridotto cioè ad avere l'aspetto d'una scatola di foggia circolare od ovale, con entrambe le faccie esterne parallele piane. Introdotta in *B* la foglia frastagliata, si chiude la scatola colla parte *A* e la si colloca sulla lastra *P*. Si dà un giro al bilanciere per mezzo della leva *L*. La forte vite a pressione comprime *A* contro *B* ed in tal modo si modella perfettamente la foglia. Si dà un movimento in senso inverso alla vite, si ritira l'improntatore, si leva la foglia, e si seguita ad operare sur un'altra.

Lo strettajo descritto è il più usato. Per certe foglie però di leggera nervatura servono degli strettoi meno potenti senza il bilanciare e senza la traversa T. Allora si mette in azione la vite per mezzo di due branche ricurve unite alla testa della vite stessa.

Piccoli utensili necessari per la finitura e la coloritura delle foglie e dei fiori. — Dopo gli improntatori abbiamo ancora da accennare ad alcuni utensili di non difficile struttura, ma importanti e necessarissimi al fiorajo, e che devono sempre trovarsi sul suo banco da lavoro.

Tali utensili sono: delle tanaglie ordinarie grosse e fine a labbra piate ed a labbra taglienti pel ricurramento e pel taglio dei fili di metallo grossi e piccoli; delle lime a denti grossi e denti fini per certe riparazioni di utensili; delle forbici di varia grandezza; dei punzoni e dei ceselli ordinari; vetri e vasi di terra per le varie sorta di colla; scatole senza coperchio, in cartone, per riporvi certe parti di fiori; piccole tavolette in legno su cui è steso un pezzo di stoffa per stendervi i petali ed i fiori ad asciugare quando sono dipinti e persino delle lenti a fine di verificare a qual punto si giunse nell'imitazione di certi dettagli di fiori o di foglie.

Per quegli operai che si dedicano alla coloritura sono necessarie grandi e piccole ampolle di vetro pei colori liquidi; piccoli vasi, coppe in vetro, majolica o porcellana; serie di ciotole per le varie tinte; macinelle e spatole per l'impastamento dei colori; tavolozze di majolica; pennelli fini di martora per le fine nervature di certe foglie e di certi petali e per imitare tutte quelle strane combinazioni di punte, di macchie, di fili proprii di certi fiori; pennelli larghi e piatti di peli di tasso ed altri più grossolani e quasi rotondi in setole di cinghiale; spugne fine e grandi per stendere certe tinte unite sulle stoffe, altre grosse come una noce per colorare le spine, o gli orli di qualche petalo, o per fare delle sfumature; finalmente delle spazzole rotonde per nettare certi strumenti, di quelle ordinarie per battere le stoffe, e delle altre affatto speciali con manico, le quali a vece delle setole infitte portano steso un pezzo di pelle di bufalo coi suoi peli e servono per esportare dalle stoffe asciutte il colore in polvere rimastovi sopra.

Materiali.

Carta pei fiori. — È solo dal principio di questo secolo che si fabbricano fiori in carta, ma questo ramo di industria dei fiori artificiali avendo raggiunto un grande perfezionamento ed essendo di uso esteso per l'ornamentazione degli appartamenti, per feste, per chiese, merita che ne citiamo subito a capofila la sua materia prima.

Per le foglie occorrono tre sorta di carta verde, cioè di color verde-chiaro, verde-giallo e verde-intenso. Si usa pure della carta detta *velina*, che è carta verde su cui è incollato un leggerissimo strato di garza in seta la quale imita a perfezione i pori di certe foglie.

Della carta verde ve ne ha a fondo *matto* e della verniciata, secondochè si devono fare foglie lucenti o no. La vernice della carta verde è semplicemente di bianco d'uova o di una miscela di colla forte e gomma arabica, molto allungata con acqua. Vi ha poi della carta lucente detta carta incerata.

Pei petali converrà usare carta bianca che si tinge poi del colore che si vuole secondo i fiori che si vogliono fare. La carta previamente colorata a fogli non è troppo adatta; i fiori che ne risultano restano troppo uniformi e poco vivi.

Pei gambi dei fiori quando vanno verdi, c'è la *carta detta serpente verde*, che è carta di seta rigata la quale

va tagliata nel senso in cui si trova piegata quando la si compera, altrimenti si romperebbe.

Pei gambi lucenti serve la carta verde detta *glacée* a differenti toni.

Pei gambi color di legno vi ha carta fatta appositamente di tale tinta.

Pei bottoni delle rose o di altri fiori grandi e piccoli serve la carta serpente bianca.

Si suole usare ancora pei fiori della carta detta di riso, importata dalla Cina, la quale diede felicissimi risultati.

Per certi fiori di fantasia si usa anche della carta argentata o della dorata, come vedremo.

Tutte le dette qualità di carta si trovano in commercio in grandissima copia e sulla loro composizione e sul modo di colorarle e verniciarle si è parlato in questa *Enciclopedia* agli articoli CARTA e CARTA DIPINTA.

Stoffe pei fiori. — Il fabbricante di fiori artificiali adopera per la maggior parte della *tela di batista* di diversa finezza, di color bianco, e di quella tinta a diversi colori. La tela batista cruda serve per qualche corolla.

Alla batista si sogliono sostituire da molti, con abbastanza buon risultato, prima di tutte le altre stoffe, il genere detto *jaconas*, la *batista in cotone detta di Scozia*, il *percallo fine*, la *mussola*, la *garza di cotone*, la *tela di rensa*, il *crêpe* e l'*organdis* pei fiori di fantasia; la *garza d'Italia*, il *calicot*, il *taffetà* pei fiori comuni.

In certi casi, per esempio per la rosa delle quattro stagioni è indicatissima la mussola, mentre il percallo serve pei petali di un certo spessore.

Per alcuni fiori a riflessi brillanti, a petali lucenti è necessaria la stoffa di *raso*; come pure il *velluto* serve per altre specie, ad esempio, la viola del pensiero.

Le dette qualità di stoffa devono essere per la maggior parte convenientemente preparate. Trovansi poi in commercio delle *mussolle in seta* molto adatte per certi petali e pei gambi, e del *taffetà verde-smeraldo*, lucente o no, per le foglie di molti fiori.

Fili, bambagia, pergamena ed altre materie. — Al fiorajo sono necessarie molte qualità di fili di seta, di filo, di cotone, di lana.

Il *filo di seta poco torto* è necessarissimo più del torto e lo si adopera sui rocchetti che si infilano nel portarocchetti che abbiamo descritto in principio del nostro articolo. Col filo di seta si montano, si guerniscono i fiori e tutte le loro parti.

La *seta poco torta* va delle tre gradazioni del verde, dal chiaro all'intenso, per montare le foglie e fare dei gambi. Per questo ultimo scopo occorre anche della seta il cui colore sia di diverse gradazioni come quello del legno.

La *seta bianca* serve pei fiori d'argento, quella *giallo-dorata* pei fiori d'oro e la *nera* pei fiori da lutto.

La *seta cruda* essendo rigida per natura, è utile nella formazione di certi stami e pistilli meglio della seta torta bianca o giallo-chiara.

Il *filo bianco ordinario* da cucire, torto o no, è spesso lasciato bianco per certi stami e pistilli, molte volte lo si ingomma per ridurlo rigido.

Il *filo di cotone da ricamo*, torto, mezzo-torto e ritorto, di tutti i colori, di tutti i numeri è necessario per fare degli stami, dei pistilli ed alcuni noccioli dei fiori.

La *lana in fili* di color bruno, rosa, rosso, violetta, bianco, verde-chiaro, è necessaria per gli stami e per le gemme di certi fiori composti, ed anche per farne di quelli semplici, come, ad esempio, delle margherite.

La *bambagia o cotone cardato* è necessaria per fare i gambi, i bottoni, i noccioli di molti fiori, giacchè con essa

si rivestono le ossature in filo di metallo. La bambagia deve essere finissima e ben netta; è per questo motivo che in commercio la si trova appunto col nome di *bambagia da gioielliere* o *da fiorista*.

La qualità di cotone cardato, detto *ovatta*, per essere ingommata, non serve, ed inoltre essendo male lavorata ai cardo i gambi od i bottoni fatti con essa non risultano lisci.

La bambagia, secondo il bisogno, va tinta in color giallo od in color verde.

Per certi grossi gambi di fiori si suole sostituire alla bambagia della stoppa di canape, ed è propriamente solo in questo caso che va permessa tale sostituzione.

Una specie di *pergamena* detta *canepin* la quale è una pelle finissima e bianchissima che si ricava dall'epidermide della pelle del capretto o dell'agnello, conciata, serve per fare i bottoni di alcuni fiori finissimi come, ad esempio, del gelsomino, del fior d'arancio, del mirto, di molte rose fine e per certi gambi sottili.

Tale sorta di pergamena è pure usata nella fabbricazione dei frutti artificiali.

La *pelle bianca per guanti* sostituisce il *canepin*, trattandosi di fiori ordinari.

Dai fabbricanti, per imitare le ineguaglianze che presentano i gambi di alcuni fiori, ed anche per renderli *robusti*, a vece della bambagia disposta attorno al *maschio* che è in filo di metallo, si sogliono usare delle *cordicelle* di diversa grossezza, secondo il bisogno, ed a vece di carta a color verde o di legno nei gambi, è molto vantaggiosamente sostituito il *nastro in seta verde* o color di legno.

Pei pistilli delle grosse malvacee e di molti altri fiori e per piccole bacche serve la *midolla di giunco*, come pure dei *globuli di vetro* di vario diametro, ovoidi o sferici servono per imitare certi frutti.

Quando si tratta di spighe, per farne le barbe si usano *crini bianchi* od almeno chiari, onde poi tingerli con facilità del colore che si vuole.

Per la perfezione che si raggiunge nella fabbricazione dei fiori artificiali si rubarono alla natura stessa certe parti di difficile imitazione. Così, per esempio, le *spine* di vario genere, il *muschio fine*, le *bacche ed i calici* di certi fiori, i *giunchi*, le spighe secche di alcune erbe sono tali quali adoperate e con artificio disposte sui gambi o nei mazzi che si fabbricano artificialmente.

Fili di metallo. — Per fare le ramificazioni, i gambi dei fiori e delle foglie, certe nervature, e tutte le annature, si adoperano fili pieghevoli e nello stesso tempo rigidi, a fine di conservare quella certa inclinazione che loro viene data. A tale scopo servono benissimo il *filo di ferro*, il *filo di rame*, ed il *filo di ottone*.

I detti fili vanno di vario diametro secondo lo scopo a cui servono, ed è per ciò che vengono classificati per via di numeri, e per lo più dall'1 al 12.

Il filo di ferro va *crudo* e lucidissimo, perchè quello *cotto* non è arrendevole agli strumenti.

Il filo di rame è meno rigido di quello di ottone. Ambedue sono finissimi e servono per piccoli gambi delle foglie e dei fiori e per unire queste ai rami. Ve ne hanno due sorta. Una detta *filo nudo* perchè appunto i fili sono lucidi e tali quali sortono dalla filiera; l'altra detta *rivestita* perchè i fili sono già rivestiti da filo di seta verde a diverse gradazioni per molteplici e svariati usi.

Il *filo rivestito* va tenuto sopra rocchetti corti e larghi, come pure quello *nudo* di diametro piccolissimo.

I fili di diametri più grandi sono sempre a rotoli. — Tutti vanno tenuti in cassette ed in luoghi asciutti per evitarne l'ossidazione.

Colle. — Nella scelta delle *colle* per unire le diverse parti dei fiori vuoi di seta, vuoi di stoffa, vuoi di carta, bisogna usare ben attenzione perchè alcune qualità di colla servono per una data materia e non per un'altra. Quindi si usa della *gomma arabica*, della *gomma adragante*, della *colla di pesce*, *colla di pelle di guanti*, *colla forte*, e *colla di farina di riso*, nella cui fabbricazione eccellono i Giapponesi.

Una *pasta* comunemente usata è fatta con gomma arabica, farina ed acqua, nella proporzione di 70 grammi per la prima, 35 per la seconda, e per la terza in quantità sufficiente da dare alla miscela la densità di una gelatina. La pasta è fatta a freddo e quando è *filante* è buona; diventa migliore dopo pochi giorni dalla sua formazione.

Colori. — I fiori e le foglie per essere riprodotti nella loro integrità in modo da ingannare l'occhio, devono avere quegli stessi colori, quelle stesse tinte, quelle sfumature, quelle vene che hanno i modelli naturali. Per ciò occorre tutta la serie dei colori conosciuti: il *giallo*, il *rosso*, l'*azzurro*, il *bruno* ed il *nero*. Con essi si fanno tutte le tinte possibili.

Color giallo. — Il *color giallo* si prepara in diversi modi:

Colla *terra merita* sciolta nell'alcool. Quando la si vuol usare, aggiungendovi acqua pura, oppure acqua acidulata con cremortartaro, od acqua resa alcalina per mezzo del sale di tartaro, si ottengono le gradazioni di giallo che si vogliono.

Dal *rocou* si ricava un giallo brillante, sciogliendo quello nell'alcool a freddo, od a caldo nell'acqua alcalina.

I *grani d'Avignone* (*rhamnus infectorius*) danno un bel giallo facendoli semplicemente bollire per mezza ora in una sufficiente quantità d'acqua.

Nello stesso modo si ha un giallo verdastro dalla *ser-ratola* (*serratula tinctoria*).

Lo *zafferano* sciolto nell'acqua pura dà un giallo atto alla tintura; sciolto nell'alcool può venir usato col pennello.

Finalmente il *giallo di cromo*, conosciutissimo, e la *gomma-gutta* sono pure molto impiegati per gialli.

Color rosso. — Per ottenere tutte le gradazioni del rosso, dal *rosa* al rosso il più intenso, si ricorre al *legno del Brasile*, al *carmino*, al *cartamo*, alla *lacca* ed al *carmino di garanza*.

Il migliore metodo per trattare il *legno del Brasile* è di farlo bollire per qualche ora in una quantità d'acqua proporzionata alla gradazione che si desidera e filtrando poscia la decozione ed avvivandola con qualche goccia d'acido solforico.

Lo stesso scopo si ottiene macerando il legno a freddo nell'alcool per qualche giorno.

Il colore ricavato dalla decozione si fa passare al rosso porpora aggiungendovi un poco di sale di tartaro o di potassa.

Si noti poi che il *rosso* diviene *violetto* allorchando havvi preponderanza di uno dei detti alcali.

L'allume dà alla decozione del legno del Brasile un bel *rosso chermisino*, mentre che un acido qualunque lo tinge in *giallo* più o meno intenso, secondochè la dose è più o meno forte.

In seguito a tali mutamenti subiti dal rosso ricavato dal legno del Brasile, il fiorista sa come regolarsi per tingere i petali in rosso più o meno vivo.

Il *carmino*, colore conosciutissimo, è molto usato nell'arte di cui parliamo, giacchè senza qualche fiore di color vivo e spiccato, molte guarnizioni da donna, certi mazzi non possono risaltare in tutto il loro bell'effetto.

Il carmino buono è in pezzi; quello in polvere contiene sempre delle sostanze estranee. Quando lo si usa, secondochè lo si scioglie soltanto in acqua pura o in un alcali, come il sale di tartaro, si ottiene il rosa chiaro od il rosa vivo.

Il *cartamo*, *carthamus tinctorius* dei botanici, si scioglie a freddo nell'alcool; trattandolo a caldo o con degli alcali diventa color arancio. Invece gli acidi, come il cremor di tartaro, l'aceto, il sugo di limone, l'acido citrico, lo avvivano.

Gli acidi però non vanno messi nella tintura, ma bensì nell'acqua in cui si immergono i petali prima e dopo aver subita quella.

Il cartamo dà una tinta color carne bellissima bagnando la stoffa tinta con esso in acqua leggermente insaponata.

La *lacca di garanza*, ricavata dal Merimée trattando la garanza con acqua, allume e sottocarbonato di potassa o di soda, dà un rosso intensissimo.

Il *carmino di garanza*, pure dovuto al Merimée, benchè un po' violaceo, pure è usato come il carmino ordinario, non solo per tingere dei petali, ma anche per lavorarli col pennello.

Questo colore, colla *gomma-gutta* fa delle belle tinte *aranciate*, coll'*azzurro di Prussia*, secondo la proporzione di questo, dà le *diverse gradazioni del violetto*, col *nero di China* dà quel *rosso speciale* detto *vinoso*.

Color azzurro. — Le tinte azzurre si preparano coll'*indaco*, coll'*azzurro di Prussia* e coll'*azzurro* detto *inglese*, che trovasi in commercio sotto la forma di piccole sfere.

L'*indaco* dà una buona tinta azzurra non intensa. Quando esso è sciolto nell'acido solforico prende il nome di *azzurro liquido*. È buonissimo, ma per usarlo va allungato con acqua e poi di quando in quando bisogna aggiungergli in pochissima quantità del *bianco di Spagna*. Tale aggiunta serve per saturare l'acido solforico e per evitare l'effervescenza. La creta che assorbe l'acido precipita al fondo del vaso, ed il colore resta limpido. Lavando poi il precipitato con acqua pura si ottiene una tinta di indaco chiara.

Per averla intensa e quasi tendente al nero non si fa altro che aggiungere all'indaco della potassa ed $\frac{1}{5}$ circa del suo peso di alcool.

L'*azzurro di Prussia*, che è un prussiato di ferro prodotto dalla combinazione del ferro coll'acido prussico, è eccellente, trattandosi di dipingere certe parti di fiori; si deve però osservare che esposto a lungo all'aria tende al verdognolo.

Color bruno e color nero. — Le tinte oscure si fanno per lo più col mezzo del bistro. Altre tinte più o meno scure, colla *terra di Siena* mista o no al bistro.

I *neri* invece si fanno con *inchiostro di China* misto con pochissima quantità di carmino.

Queste tinte si danno con piccoli pennelli di martora.

Per certi fiori neri, ad esempio quelli da tutto molto in voga, tanto la carta quanto le stoffe impiegate sono tinte in nero secondo i processi comunemente usati nell'arte tintoria.

Coi colori che abbiamo detto si fanno moltissime tinte corrispondenti a quelle dei modelli naturali.

Il *verde* principalmente, tanto necessario, si ottiene di diverse gradazioni col giallo dei grani d'Avignone e colla terra merita combinati coll'azzurro liquido.

Per tingere le stoffe in verde che devono poi servire per le foglie, conviene tingerele prima nel giallo, poi nell'azzurro, e secondo che il giallo è più o meno po-

tente si ha un verde più o meno vivo, più o meno intenso.

L'*azzurro di Prussia*, combinato in diverse proporzioni col *giallo* detto *indiano*, col *cromo*, colla *gomma-gutta*, dà un'infinità di verdi che si applicano ai fiori col pennello.

Finiamo accennando alla *tinta viola*. Trattandosi di tingere in tal colore la stoffa per i fiori, si tingono prima con un'infusione di *oricello*, poscia in un bagno di azzurro.

Per imitare le viole delle alpi basta tingere le stoffe in un bagno tiepido contenente una sufficiente quantità di *oricello*.

In generale però, il viola si ottiene dalla miscela del rosso coll'*azzurro*. Dovendo deporre il viola col pennello, per certe finiture, si usa una tinta prodotta dalla *lacca* e dall'*azzurro di Prussia*, oppure dalla *lacca carminata* con *cobalto* o dal *carmino di garanza* con *azzurro di Prussia*.

E basti per i colori, giacchè di tutti i generi di essi e del modo di prepararli e combinarli si è parlato in questa stessa opera in apposito articolo.

OPERAZIONI NECESSARIE PER FABBRICARE I FIORI ARTIFICIALI.

Esposti, nel modo che abbiamo fatto, quali siano gli utensili e quali i materiali occorrenti per fabbricare i fiori artificiali, vediamo ora come si adoperino i primi, ed in qual maniera si impieghino i secondi.

Divideremo perciò il seguito del nostro scritto in tanti paragrafi, quante sono le operazioni progressive che si devono fare. Parleremo prima del modo di preparare le stoffe, la carta, i fili e le colle; diremo poscia come si fanno i diversi generi di gambi, di foglie, di petali, di stami, di pistilli, di calici, di bottoni, di spighe e via via, e finiremo parlando del modo di montare i fiori artificiali sia quando vanno composti a mazzi, che a ghirlande per guarnizioni e simili usi.

Preparazione delle stoffe, della carta, dei fili e delle colle.

Preparazione delle stoffe. — *Stoffe di filo e di cotone*. — Le stoffe che si impiegano per fabbricare i fiori artificiali, se si eccettuano quella detta *crépe* e la garza di seta, vanno tutte preparate sia per ottenerle più bianche a fine di avere tinte fresche come si fa per quelle di filo e di cotone, sia perchè possano ricevere bene la tinta.

Per fabbricare fiori bianchi e le foglie di color verde pallido non occorre dare alcun nuovo imbianchimento alle stoffe. Ma per tutti gli altri usi sarà bene fare alle medesime una buona liscivia con acqua calda e sapone.

Per le stoffe cui si vuol dare la tinta rosa, rosso ciliegia, color di carne, bisogna far subire loro un'ultima sciacquatura con acqua acidulata; per quelle da tingere in giallo si aggiunge dell'allume.

Dopo la lavatura molte stoffe sono inamidate. Usando amido ed una leggera decozione a freddo d'acqua di riso si dà una specie di lucido e si rendono resistenti certe stoffe senza per nulla nuocere alla loro sottigliezza.

Così si procede per la tela batista, per le mussole, per i così detti *jaconas* che servono per i fiori bianchi, per i garofani, per i narcisi, per le rose, ecc.

A vece dell'amido si può usare della gomma, ma l'uso di essa non è troppo esteso.

Le quantità di amido e di acqua variano a seconda della stoffa, e quindi occorre maggiore copia d'acqua e minore d'amido per la batista ed i percalli fini, il contrario per i percalli forti.

Nulla vi ha di speciale per procedere all'inamidamento delle stoffe. Si deve solo curare a che l'amido penetri uniformemente in tutta la stoffa, e ciò si ottiene con un poco di pratica. Si tende bene la stoffa su un telajo, poi con una spugna abbastanza grossa, imbevuta d'amido, si scorre su quella pel lungo e pel largo sempre nello stesso senso, indi la si lascia seccare.

Quando la stoffa va bianca, asciutta che sia, si levano le parti che sopravanzano, e si fa la riparazione in quei siti ove non prese bene l'amido, ripassandovi sopra colla spugna.

Allora che la stoffa fu inamidata a colore, se questo non riuscì del grado d'intensità voluto, le si dà un nuovo strato di tinta.

Si possono tingere certe stoffe, specialmente in verde per le foglie, sul telajo senza punto inamidarle, mentre che i petali si tingono immergendoli in bagni successivi appositamente preparati.

Altre stoffe poi sono pure verniciate al telajo col mezzo di un pennello intinto in una forte soluzione di gomma od altra vernice leggiera e lucente, purchè non grassa.

Stoffe di seta. — A vero dire, le stoffe in seta non abbisognano gran che di riparazioni.

Al raso ed al tafettà si suole dare un po' di rigidità spalmandoli al rovescio con una leggiera soluzione di gomma.

Le stoffe in seta per foglie, quando devono servire per fare foglie lucenti, sono spalmate anche al dritto con una leggiera vernice lucente, per lo più di gomma; quando invece servono per foglie dall'aspetto vellutato, allora si spalma la stoffa con acqua di amido colorata secondo la tinta che devono avere le foglie.

Per le foglie molto vellutate si dà alla stoffa, prima un leggiero strato di gomma e poi la si spolvera ugualmente con cimatura di panno ridotta in polvere finissima e tinta del colore voluto.

Preparazione della carta. — La perfezione con cui oggidì si fabbricano le diverse qualità di carta bianca e di carta colorata (vedi gli articoli CARTA e CARTA DIPINTA) fa sì che molte specie di essa servano al fabbricante di fiori artificiali senza che ci sia punto bisogno di farvi una ulteriore preparazione.

Però certe operazioni a fine di renderla solida, in certi casi sono necessarie, e queste si riducono alla *garzatura*, all'*inceratura* ed alla *verniciatura*.

Garzatura. — La garzatura consiste nell'applicare ai fogli di carta, spalmati leggermente di gomma, un pezzo di garza di seta leggerissima. La carta, oltre al risultare molto più resistente, imita benissimo il tessuto di certe corolle, di certi petali. Naturalmente però, per colorare la carta garzata si deve sempre usare il pennello, altrimenti, intingendola in bagni colorati, si staccherebbe la carta dalla stoffa.

Inceratura. — L'inceratura della carta, come lo indica il nome stesso, si fa con della cera. Questa va vergine e deve essere fusa a fuoco lento. Allora che è sciolta, vi si aggiunge un poco di essenza di trementina e la si rimasta fino a che abbia la consistenza del miele.

La carta va forte e deve essere ben stesa sopra un tavolo. Poesia con un pennello la si spalma di questa specie di vernice. Si fissa quindi bene la carta o con cera-lacca o con punte, indi con un pezzo di stoffa di lana si scorre sullo strato di cera sempre nello stesso senso. La carta raggiunge in tal modo un bellissimo grado di lucentezza.

Verniciatura. — All'articolo CARTA DIPINTA abbiamo già parlato del modo con cui si vernicia la carta. Per

fiori serve la verniciatura con colla forte ordinaria allungata con acqua. Asciutta che sia, si passa sopra una spugna imbevuta di una soluzione nell'acqua di allume, di nitro e di tartaro in parti eguali.

Preparazione dei fili. — Per rispetto ai fili di seta e di cotone non basta la rigidità che loro viene data nelle fabbriche, quando devono servire per certe parti di fiori. Vanno ancora ingommati, spesso tinti a diversi colori per secondare le gradazioni delle foglie e dei fiori.

La gommatura va fatta bene ed è per facilitarla che i fili devono essere tesi sopra telai.

Per tingere si fa un bagno d'amido colorato, indi tesi i fili agli uncini d'un telajetto, si immerge questo nel bagno. Lo si ritira, si lasciano asciugare i fili ed allorchè sono secchi, ove sia necessario, si verniciano semplicemente con bianco d'uovo. Questo è uno dei tanti mezzi adoperati per tingere i fili. Del resto tutti i processi dell'arte tintoria servono a darci fili del colore che si desidera, che servono in gran parte pei bisogni del fiorajo e ad essi resta solo a dare la rigidità, secondo i casi.

I fili ingommati, colorati, verniciati servono per gli stami, ed è per ciò che vengono staccati dai telai, poi tagliati in pezzetti, indi annodati a piccoli fasci per essere pronti al bisogno.

Talvolta necessitano pistilli in filo, cotone e seta di colore, ma non rigidi; allora se vi ha d'uopo si tingono col pennello tenendoli ben tesi sopra telai.

Per tingere la bambagia di cui abbiamo parlato non si fa altro che immergerla in un bagno colorato e quindi stenderla ad asciugare sopra un tavolo qualunque.

Preparazione del filo di ferro. — Abbiamo già detto quale sia la qualità di filo di ferro preferita dal fiorajo e come dal medesimo sia classificata. Per adoperarlo però, bisogna stirarlo, acciocchè sia diritto, e poscia tagliarlo con forti cesoje.

Il filo di ferro così tagliato, se non è lucido, viene ridotto ad essere tale fregandolo fortemente tra i fogli di carta smerigliata, ma questa operazione è rarissimamente necessaria perchè il filo è sempre tenuto al riparo dall'umido. Benchè di rado si usi filo di ferro cotto, pure, quando ciò sia utile, per cuocerlo non si fa altro che esporre il filo di ferro crudo al fuoco e ritirarlo appena abbia raggiunto il calor rosso.

Preparazione delle colle. — Abbiamo già detto quali sieno le colle adoperate pei fiori artificiali, ed aggiungiamo che quella fatta a caldo con gomma, farina di segala, di frumento, di riso, è eccellente dopo tre o quattro giorni da che fu composta, e quando va colorata si aggiunge il colore od allo stato liquido od in polvere. Questa pasta è più comunemente usata che le altre per incollare tutte le parti dei fiori.

Se ne usa poi una tutta speciale per dare uno strato leggero di colore ai bottoni della rosa e di molti altri fiori. Questa colla, conosciuta col nome di *pasta verde*, è fatta con acqua, amido, gomma gutta o giallo cromo e con indaco. Per dare ad essa un po' di consistenza vi si aggiunge della farina di riso e della gomma. Fatta a caldo questa pasta è migliore che fatta a freddo.

Fabbricazione dei gambi.

Ora che abbiamo passato in rivista le diverse materie necessarie per fabbricare i fiori, veniamo al loro uso pratico. Principieremo dalla formazione dei gambi. Questa operazione si chiama piuttosto *montatura* e per eseguirla prima di tutto bisogna *girare*. Con questo vocabolo si suole dai fabbricanti indicare il rivestimento dei fili di metallo con bambagia.

Sappiamo già come siano indicatissimi pei gambi tanto principali che secondarii dei fiori i fili di metallo, i quali, per essere pieghevoli, possono ricevere tutte le inclinazioni possibili e mantenerle in modo che si imitano a perfezione le varie piegature dei rami e dei gambi dei fiori veri. Qui aggiungiamo che non si può indicare il diametro preciso del filo di metallo che si deve impiegare per ogni ramo; converrà sceglierlo adatto al fiore che si vuol fare e si avrà cura di non metterlo troppo grosso, perchè una montatura pieghevole è sempre la preferita.

Per *girare* il filo di metallo che deve poi rappresentare il gambo di un fiore, lo si tiene fra il pollice e l'indice della mano sinistra, poi colla mano destra si mette della bambagia sotto il filo di ferro, indi la si avvolge attorno stringendola forte fra il pollice e l'indice contro il filo di metallo, il quale, fatto girare, si muoverà in senso opposto della bambagia. In tal modo questa si avvolge a spirale sul filo e lo ricopre tutto di uno strato uguale e sottile.

Il movimento del girare va fatto da sinistra a destra, spingendo col pollice verso la punta dell'indice, e girando occorre sempre tirare la bambagia come se si dovesse filare, nè romperla, a fine di formare ben regolare il gambo.

I gambi principali sono fatti con uno o più fili di metallo di diametro grande, indi ricoperti due, tre o più volte dello strato di bambagia, in una parola, vanno *girati* parecchie volte.

I gambi fini invece sono di filo fine e coperti appena appena da un leggero strato di bambagia.

Per imitare certi nodi che si presentano sovente nei gambi, non si ha che a tirare, nel punto in cui lo si vuol formare, la bambagia e, se occorre, arrotondirla colle dita.

Quando si vogliono imitare quelle specie di gambi che pajono rivestiti da un tessuto trasparente, come ad esempio quelli dei fiori esotici, allora attorno al filo di metallo si *gira* del cotone tinto in color verde o color del legno, poscia si riveste il gambo così foggato con garza dell'uno o dell'altro colore.

Dopo la *giratura* dei gambi, se ne fa il rivestimento, e questo è di carta o di stoffa.

Rivestimento di carta dei gambi. — Si sceglie la carta da adoperare, e questa, secondo il bisogno, può essere di color verde o color del legno, chiaro, vivo od oscuro, oppure carta bianca, o gialla, ovvero, trattandosi di fiori di fantasia per guernizioni, anche di carta dorata od argentata.

Si piega il foglio a più riprese in modo da formare delle liste larghe dai 5 ai 10 millimetri in proporzione della lunghezza del gambo da ricoprire; e poscia si separano queste col mezzo di cesoje o di lame taglienti. Adoperando carta dorata od argentata, oppure la carta detta serpente verde, la quale è carta di seta rigata, vanno piegate in senso inverso di quello nel quale sono piegate dai fabbricanti delle medesime perchè non si rompano girandole.

Fatte le liste, si prende il filo di metallo già coperto colla bambagia, e nello stesso modo praticato per girare questa, si gira la carta a liste, osservando di umettare l'estremo di queste con colla per tenerle ferme contro la bambagia. Con tale operazione si ricopre ugualmente di carta il gambo, il quale va lasciato scoperto all'estremo inferiore per una lunghezza di uno o due centimetri a fine di farne poi l'unione col gambo principale, se è necessario. Il gambo principale è ricoperto di carta soltanto allora che tutti i fiori che deve sopportare sono montati.

Le liste di carta sono usate non solo pei fiori di carta e per quelli comuni, ma anche pei fini, giacchè il gambo, cosa importante in sè perchè sostiene fiori e foglie e serve per unirli ad altri, è poi cosa secondaria in molti casi come ornamento, perchè il più delle volte è ricoperto dai fiori e dalle foglie stesse che sopporta.

Rivestimento di stoffa dei gambi. — *Taffetà.* — Il taffetà verde, tagliato a liste, serve per certe specie di fiori le quali hanno il gambo ricoperto da una pelurie spinosa, ad esempio alcune varietà di rosa: la bianca, la variegata e molte di color rosa.

Si taglia il taffetà a liste ed a queste, ai lati più lunghi paralleli si fa una specie di frangia togliendo tre o quattro fili. Si girano poscia le liste sulla bambagia già avvolta sul filo di metallo e si ottiene un gambo dalla superficie a pelurie uguale a quella dei fiori naturali.

Si ottiene lo stesso scopo avvolgendo le liste di taffetà sulla bambagia e poscia scorrendo in tutti i sensi sul gambo fatto con una lama affilata in modo da sollevare della pelurie dalla stoffa. Si fa insomma in piccolo quello che fanno in grande i cilindri cardatori nella fabbricazione delle fustagne.

Per imitare le pelurie spinose che sono rossigne, sopra gambi verdi come quelli delle rose cento-foglie e delle quattro stagioni, non si fa altro che scorrere leggermente con un pennello intinto in carmino sulle pelurie del taffetà.

Garza. — La garza detta d'Italia è opaca o trasparente. La prima si usa a vece della carta e del taffetà. La seconda serve per ricoprire i gambi rivestiti da bambagia colorata. Entrambe si tagliano a liste, si girano come abbiamo fatto per la carta.

Nastri. — L'uso dei nastri a colori per rivestire i gambi, se per una parte presenta comodità pel giro ed una certa solidità, per altra parte invece si imita con esso poco bene la natura, in causa del vivagno che presentano quelli e che costituisce una specie di elice regolare che sembra avvolgere tutto il gambo.

I gambi fini di molti fiorellini e quelli di molte foglie non vanno punto rivestiti con bambagia ma sono di filo di ferro finissimo, su cui sono avvolte listarelle di carta oppure filo di cotone o di seta, a colore.

A vece del filo di ferro si adopera anche quello di rame o di ottone *rivestito*, di cui parlammo più avanti.

Si fanno ancora gambi con garza sola incollata a listarelle, o con taffetà, o con batista fine, avendo cura di applicare un capo di esse al dosso della foglia.

Diverse specie di gambi. — *Gambi pendenti.* — I gambi pendenti, come quelli delle spighe, sono fatti di filo di metallo rivestito a cui si aggiunge del semplice filo ingommato, il quale così imita l'*arrendevolezza* dei gambi veri. Abbiamo tutti notato in certi mazzi di fiori finti, in molte guernizioni per cappelli da signora o per tetta, dei graziosi tremolli dei fiori appena toccati o mossi. Ebbene, questo tremollo è prodotto da ciò, vale a dire che i gambi dei fiori sono fatti con una *spirale di filo d'ottone argentato o rivestito*. È certo che in questo caso si lascia un po' a parte il *vero*, ma si aggiunge grazia ed una certa qual leggerezza al fiore.

Gambi spinosi. — Si è detto come si proceda per fare i gambi dalla pelurie spinosa ed abbiamo anche accennato al modo di fare le spine, cioè sollevando in certi punti la bambagia dopo che è avvolta sui fili di metallo.

Le spine devono diminuire proporzionatamente in grossezza a misura che si avvicinano al fiore, qualunque esso sia. Convien molte volte imitarle non soltanto con bambagia, ma anche con sporgenze in filo di metallo che

vanno coperte alla base con un po' di bambagia e rivestite indi di carta per finirle bene in punta acuta.

Il metodo più acconcio poi è di avere più serie di spine vere grosse e piccole, lunghe e corte, rotonde ed appiattite e poscia incollarle ai gambi, indi colorarle come si deve in verde, in rosso od in tinta oscura.

Gambi nodosi. — I gambi che ad intervalli presentano dei nodi vengono imitati a perfezione sollevando la bambagia che copre il filo di metallo nei punti in cui si vogliono fare i nodi, poi si arrotondano colle dita. Indi si fanno delle piccole rotelle di carta che si frastagliano agli orli, si bagna di colla e poi si applicano sui nodi, così questi restano bene sporgenti e ben modellati. Ciò eseguito, non si ha da far altro che girarvi sopra la carta oppure la stoffa.

Alloraquando i nodi sono a scaglie, queste sono imitate o con semi di lino o con pellicole di semi.

Se i nodi sono come bottoncini o germogli e lasciano vedere le foglioline nascenti, queste sono imitate con piccole foglie finte.

Per lo più i nodi ed i bottoni sono di colore differente da quello dei gambi, converrà quindi colorirli col pennello.

Gambi a fine pelurie. — Molti fiori hanno i gambi ricoperti da una finissima pelurie. Per imitare questa si incomincia a rivestire il gambo con della carta del colore voluto o correggendola col pennello se è a varie tinte. Poscia si copre di uno strato di gomma il gambo e lo si spolvera con cimatura di stoffa di cotone o di seta, oppure con penne e crini tagliati finissimi, e se il gambo è uniformemente vellutato, si usa cimatura di panno.

Gambi lucenti. — I gambi lucenti si fanno o con carta incerata o verniciata, o con carta a colore che viene verniciata dopo che si fece il gambo, oppure con stoffa di raso.

Gambi piatti a strie, a foglie, ad anelli. — Si fa girare la bambagia sul filo di metallo e poi sulla bambagia si incollano pel lungo due liste di carta o di stoffa e la loro linea di congiunzione è ricoperta con colore. Così si procede pei *gambi piatti* e per quelli a *più angoli*, benchè in natura non sieno troppo numerosi. Per fare la faccia *striata* ai gambi piatti si usa una lama non tagliente che compressa colla mano lascia un'impronta come un solco.

Pei *gambi* che sembrano fatti *con foglie* si suole al gambo, fatto nel modo che si disse più volte, fissare con colla da una parte e dall'altra due striscie di carta o di stoffa tagliate a foggia di foglia.

Così il gambo presenta l'aspetto di una foglia allungata avente una grossa nervatura nel mezzo.

I gambi che alla loro superficie di quando in quando hanno delle sporgenze circolari come se diversi *anelli* fossero infissi in essi, si imitano attaccando sulla bambagia degli anelli della medesima materia, che vanno poi ricoperti con attenzione a fine di fare scomparire le giunture.

Per fare i *gambi a ramificazioni* bisogna girare la bambagia sul filo di metallo poi ad un capo di esso unire un altro filo di metallo che si inclina come si vuole, su esso si gira la bambagia, indi si aggiungono altri *rami* e si finisce il gambo secondo uno dei modi indicati in dipendenza del fiore che deve portare.

Ecco in breve enunciato il modo di fare le varie sorta di gambi dei fiori. Naturalmente non li abbiamo passati tutti in rivista, ma i pochi cenni che ne abbiamo dato crediamo serviranno per tutti, giacchè quelli che abbiamo tralasciati sono combinazioni dei gambi descritti.

Fabbricazione delle foglie.

Molti fabbricanti di fiori artificiali si servono di foglie preparate che acquistano da altri fabbricanti, i quali si occupano specialmente della fabbricazione di tale parte dell'arte del fiorajo. Se questo sistema è scusabile per le signore che si dilettono nel fabbricarsi fiori per ornamento di sale o per guernizioni di abiti, è da condannare assolutamente per chi ne deve fare commercio.

Lo studio dei fiori artificiali deve aggirarsi non soltanto su una parte di essi ma su tutte, e quello delle foglie è importante ed artistico e necessarissimo perchè presenta molte difficoltà di esecuzione nell'imitazione.

Per buona ventura da noi molti si fabbricano anche le foglie, e per tale bisogna, prima le frastagliano, poi le improntano, indi, se occorre, le dipingono e finalmente le attaccano ai gambi ed ai rami. Vediamo come si procede.

Frastagliatura. — Abbiamo veduto, parlando degli utensili, che cosa sia il *frastagliatore*. Vedemmo come ne occorrono parecchi di diversa grandezza, per la grande varietà in dimensione ed in contorno delle foglie.

Ordinariamente si tagliano quattro foglie per volta, sieno esse di carta, di tela batista fine, di mussola o di taffetà. Se le stoffe sono più resistenti, allora se ne tagliano soltanto tre, due, ed anche appena una per volta. Nel taglio bisogna osservare che se le foglie vanno ancora improntate, si deve mettere il dritto della stoffa sul piombo e battere sul rovescio di quella. Il contrario succede quando non le si devono modellare.

Un operaio è per lo più incaricato della frastagliatura delle foglie, ed esso, dopo aver tagliato, mediante forti colpi di martello sul frastagliatore, parecchie foglie, aggiusterà il piombo col martello piatto per togliere le impronte lasciate dai taglianti dello strumento.

Trattandosi di stoffe di seta o di cotone, sul piombo converrà porre un foglio di carta e su questo la stoffa. In tal modo riuscirà più netto il taglio.

Improntatura o modellatura delle foglie. — Con questa operazione si imitano nelle foglie le nervature e le varie piegature che presentano in natura.

Le piccole e sottili foglie, come ad esempio quelle di parecchie erbe che hanno una sola costola nel mezzo, ricevono l'impronta di questa da una semplice lama smussa che fatta scorrere con forza nel mezzo e sul lungo di esse, fa un solco che rappresenta al rovescio la nervatura voluta.

Tale semplice sistema è pure adottato per quelle foglie che sono unite e piatte ed hanno soltanto tre o più nervature, una principale e le altre laterali.

Un buon modellamento per tutte le altre sorta di foglie si ottiene cogli *improntatori* descritti, parlando degli utensili. Si deve però osservare che il rovescio della foglia deve combaciare coll'incavo dell'utensile, a fine di ottenere più nette le impronte degli incavi, delle nervature e delle costole.

Si noti bene che l'operaio incaricato della improntatura delle foglie deve aver cura nel metterle nello strumento e nel levarle dal medesimo, ed inoltre, improntate che sieno, deve classificare le foglie per grandezza, per qualità, per materia e per specie di fiori.

Coloritura delle foglie. — Se uno osserva l'infinita varietà di foglie che si possono imitare per servire da ornamento, vede come molte di esse sono non di una sola ma di parecchie tinte, le quali o si presentano più vive ed intense sul dritto che sul rovescio delle medesime, o cambiano agli orli, o nel mezzo, o nel loro punto di unione col gambo, o sono a macchie, a zig-zag, ecc. ecc. Così pure

le nervature spesso sono di differente colore della foglia, o spiccano in risalto, o sono in incavo, od hanno mille altre variazioni, le quali tutte, coll'ajuto dei colori e del pennello, si possono sino ad un certo punto imitare per bene.

Non potremmo dire come si proceda per la coloritura delle foglie. È un ramo questo dell'arte del fiorajo, molto delicato, e l'abilità sola dell'artista è arra sicura della buona riuscita. Occorre saper comporre bene le tinte da imitare e nell'esecuzione procedere attentamente col l'occhio sul modello.

Possiamo però avvertire parecchie cose, cioè:

Che le foglie le quali hanno colore più intenso al diritto che al rovescio, vanno fatte con carta o con stoffa chiara, in modo che la sua tinta serva sul rovescio, e poscia dipingerle del colore voluto al diritto;

Che quando vanno colorate in tal modo, lo devono essere prima di venire improntate, altrimenti il colore umido toglierebbe le piccole modellature prodotte dall'intensità;

Che quando si devono dipingere solo le nervature, allora si può improntare anche prima la foglia perchè non vi ha alcun pericolo di cancellare le impronte, dovendo solo dipingere leggermente e sopra superficie ristrettissime;

Che quando le nervature vanno in rilievo allora si usa del colore a corpo; questo essiccando presenta veramente l'aspetto di una nervatura in risalto;

Che infine bisogna usare artifizii per l'impronta di certe macchie chiare od oscure, per certe orlature, valendosi, oltre che dei pennelli, anche di piccole spugne fine o grossolane, e con queste si imitano anche bene certe sfumature delicate ed appena percettibili.

Diverse specie di foglie più importanti a conoscersi. — Per le *foglie dall'apparenza vellutata o con pelurie* si procede come per i gambi, cioè le si ingomma, indi le si spolvera con cimatura di panno o con raschiature di lana, di cotone, di crini e simili pelurie. Spesso si usano per esse delle leggere stoffe di lana, le quali presentano per la loro conformazione l'aspetto peloso che si desidera.

Le *foglie seminate di piccoli fiori* si imitano adoperando la carta garzata ed esportando di quando in quando e regolarmente la carta con piccole punte.

Le *foglie che hanno sulla loro superficie delle appendici sotto forma di globuli* in colore differente sono fabbricate con tali appendici in garza bianca applicata con colla alle foglie modellate e poscia colorate come sono in natura.

Le *foglie spesse*, oltre all'esser fatte da stoffa forte, sono colorate a corpo ossia con più strati di colla, di farina colorata, poscia verniciate se vi ha bisogno.

Le *foglie spesse nel mezzo e sottili agli estremi* sono fatte in due parti, una piccola che ne forma il corpo ed una grande col contorno. Si attacca con colla la piccola sulla grande, indi si impronta la foglia ottenuta e così si cancellano le linee di unione e si hanno le nervature che seguono il loro corso tantonella parte spessa quanto nella sottile.

Le *foglie ad orli addentellati* sono ridotte così o facendo uso dell'improntatore, oppure correggendole con una pinzetta tagliente.

Le *foglie brillanti* si imitano dando al colore una vernice lucente, poi spargendo sulla loro superficie una peluria di seta in colore, e spesso, quando è gialla, bagnando la peluria con acqua gommata e poscia spolverandola con polvere finissima d'oro o d'argento.

Tutte le altre modificazioni nelle foglie non sono punto difficili da imitare, e siccome si procede sempre con un

modello vero dinanzi, così dal medesimo si scorge subito il modo di procedere per imitarlo.

Montatura delle foglie. — Fin qui abbiamo tagliate, modellate, colorate le foglie, ora occupiamoci dei loro gambi.

I gambi delle foglie comuni sono sottili, epperò vengono fatti con filo di metallo rivestito di seta a colore.

Si suole passare il ferro in un forellino praticato al terzo della lunghezza delle foglie, lo si ripiega per riunirlo alla base; al partire di questa si attortigliano i due capi per fare un filo solo che poi si ricopre di carta, di stoffa, ed anche prima con un poco di bambagia.

Per foglie di grandi dimensioni si usano tre o più fili, uno sulla nervatura del centro, gli altri sulle secondarie, e si uniscono poi in un gambo solo ricoperto con garza o con seta. Tali fili sono mascherati da leggere listerelle di stoffa ingommata che li tengono fermi alla foglia e formano con essa corpo in modo da non essere osservate.

Molte foglie hanno il filo nel mezzo, attaccato con gomma, ed il rovescio delle foglie è tutto ricoperto da uno strato di carta o di stoffa che ritiene così salda l'armatura di metallo.

Per imitare le foglie a gambi brevi si tagliano quelle con una piccola appendice che poi si incolla, si ripiega bene su se stessa e si ricopre con seta in modo da formare un gambo.

Molti gambi di foglie sono di tubetti di gomma colorata ed entro essi passa il filo di metallo.

Del resto l'unione dei gambi colle foglie non è punto difficile. Si deve solo aver cura di non far conoscere il più che sia possibile l'operazione manuale ed approfittare delle sporgenze dei fili per servirsene come nervatura, o nascondere quelli con apposite liste di stoffa punto percettibili.

Certe foglie a gruppi sono unite subito ai gambi dei fiori, improntandole in modo da essere disposte a stella, praticando un foro nel mezzo e poscia infilando in quelli ed attaccandole con colla.

Queste sono le regole più comuni per unire i gambi alle foglie; l'esame del modello naturale consiglierà meglio chi vorrà imitarlo.

Fabbricazione degli stami e dei pistilli.

È noto come quei fili lunghi che si elevano dal mezzo dei fiori e che ne portano il seme, si chiamano dai botanici *stili*.

La parte estrema dello stilo che varia di forma si chiama *stigma*. *Stilo* e *stigma* formano il *pistillo* che è l'organo femmina del fiore. Attorno al pistillo sonvi gli *stami* più corti del pistillo, terminati in globetti detti *antere* e che talvolta sono in numero considerevole in certi fiori. *Stami ed antere* sono l'organo maschio del fiore.

Cominciamo da questi organi perchè sono i primi che si sogliono disporre attorno ed al sommo del gambo del fiore prima di disporvi i *petali* per farne la *corolla*.

Stami. — Gli *stami poco o nulla visibili* si sogliono imitare con paste formate e spolverate di colore per i fiori comuni. Per quelli finiti compone una specie di pennello a corti peli di filo di cotone che si intingono nel colore che si vuole.

Gli *stami sporgenti* sono fatti con filo bianco ingommato, e per imitare le *antere* si bagnano leggermente per un capo in acqua gommata, la quale lascia ad esso aderente una piccola goccia. Si spolvera questa con polvere colorata e così si ha compiuto l'organo maschio del fiore.

Si può usare filo di cotone o di seta, ma queste qualità di filo devono sempre essere bene ingommate allorchando gli stami sono appariscenti.

Per attaccare gli stami al gambo del fiore cui devono appartenere, si ingommano leggermente e poi si legano a quello con filo di seta. Si fa eccezione per certi stami di lana punto ingommata, i quali vanno legati con filo di ottone.

Si compongono *stami con fili fini di mussola, di merinos, di garza, di cotone*, che si intingono per un capo nella gomma per farne le antere.

Gli *stami forti* per grossi fiori sono di filo di ferro finissimo rivestito oppure verniciato o colorato secondo il modello.

Gli *stami a spirale* come quelli delle malvacee sono imitati tagliando una lista di batista, togliendole i fili longitudinali, indi avvolgendola a spirale sopra il gambo del fiore che sposterà dal medesimo per servire appunto da maschio alla stoffa che rappresenta gli stami.

I *fiori quasi del tutto composti di stami* delicati sono imitati con fili di seta finissimi. La lana in colore serve pure per molti usi.

Gli *stami trasparenti* sono fatti con crini tinti.

Abbiamo detto come si facciano le *antere*. Si dà loro il colore o con polvere colorata o con colore stesso in polvere. Per rispetto alla loro forma, che varia moltissimo, non si può dare regola alcuna. Si riducono ad avere la forma che si vuole o col pennello o con cesoje, od aiutandosi con pezzi di carta, di paglia di riso, semi di lino, pezzi di stoffa, barbe di penne, cotone cardato, che vanno fermati, ingommati, spolverati, coloriti, si usa insomma una moltitudine di piccoli oggetti che l'esperienza sola e l'abilità trovano ad ogni momento da adottare.

Pistilli. — Se gli *stili* dei pistilli sono come quelli degli stami, solo però un poco più lunghi, allora si procede per farli come si pratica per gli stami.

Quando sono riuniti solo alla base si compongono con colla, se sono riuniti affatto si fa pure lo stesso.

Gli *stili forti e gonfi* sono fatti con cotone cardato a colore.

Se sono a *peturie* si pratica come si disse per le foglie, così pure se sono *verniciati, a tinte varie, contorti, ecc.*

Gli *stimmi* spesso non sono che un semplice o doppio uncinetto un poco avvolto a spirale. Non si ha che da attorcigliare un poco il filo attorno ad uno spillo.

Del resto si imitano con bambagia, con filo, ecc. ecc. Per imitare gli stimmi coperti di gocce brillanti si ricorre al bianco d'uova, alla gomma ed al vetro.

Fabbricazione della corolla dei fiori.

In botanica, col vocabolo *corolla* si indica la parte colorata del fiore. Questa è composta di foglie speciali dette *petali*. Secondo che i fiori non ne hanno, ne hanno uno solo, o ne hanno più, prendono il nome di *apetali, monopetali, polipetali*.

Vi hanno poi i petali *interni e gli esterni*. I primi formano il così detto *cuore del fiore*, gli altri lo finiscono. Secondo il numero dei petali e la loro disposizione, i fiori sono semplici o doppi, regolari od irregolari.

Tutte queste cose deve conoscere il fiorajo a fine di poter imitare bene il modello che gli fornisce natura.

I petali si *tagliano* come le foglie. Se la stoffa è di color fine va protetta con carta allora quando la si sottopone al frastagliatore.

I petali si fanno con carta, con batista fine, con mussola, con percallo, con calicot, con taffetà, con raso, con velluto.

Abbiamo veduto come si preparino queste stoffe.

Per i fiori bianchi o di color tenero naturalmente i petali vanno tagliati in materie bianche.

Per evitare l'inconveniente della perdita di tempo che occorrerebbe per tagliare uno ad uno i petali piccolissimi, li si tagliano nel modo che si avvertì per le piccole foglie, cioè parecchi assieme, disposti a raggi. Si infila poi la corolla così fatta sul gambo e la si incolla sotto gli stami.

In tal guisa si fanno anche le corolle dei fiori composti e quelle dei fiori doppi; facendo cioè diverse stelle di petali di varia grandezza e mettendo prima le piccole e successivamente le grandi sul gambo.

Quando il calice è allungato, allora i petali sono tagliati a liste che si avvolgono poi a spirale sul gambo. In tal guisa si imita almeno all'esterno il fiore vero.

Per i fiori doppi conviene tagliare i petali a due a due in modo che siano congiunti per la loro base. Si piegano uno sull'altro e così si ha in una volta una doppia fila di petali alla corolla. Si deve osservare sempre che i petali vanno più piccoli pel giro interno.

Per dare ai petali quella curvatura speciale che hanno i veri in natura bisogna improntarli.

Alcuni petali sono modellati od improntati con istrumenti speciali che sono modificazioni delle *palle* che abbiamo descritte in principio di questo articolo.

Un modellamento facile a certi petali si dà tenendoli piegati nella palma della mano e poi scorrendo su essi colle pinzette, con un punzone oppure semplicemente colle cesoje.

Colle medesime si fanno delle rilevature agli orli, delle rigature, si attorcigliano, insomma si producono le mille modificazioni che richiedono i modelli che si vogliono imitare.

Ma per tutti i petali che in generale devono avere una superficie concava ed una convessa, si usano le *palle*.

Posti sui guancialetti i petali da lavorare, si sceglie la palla conveniente che sarà proporzionata alla dimensione del petalo od all'incurvatura che si vuole ottenere.

La palla essendo di ferro, la si può far riscaldare un poco, così si lavora meglio. Per incavature marcate si preme con molta forza colla palla sul petalo. Molti di questi sono poi solo incurvati agli orli, altri nel mezzo, altri all'interno, altri all'infuori e via via.

Fin qui colle palle di ferro si possono lavorare solo i petali di stoffa; per quelli di carta si usano le palle di legno, che, per essere *dolci*, non rompono la carta su cui premono.

Benchè le materie con cui si fanno i petali siano già tutte preparate per l'uso cui sono destinate, pure moltissimi petali hanno ancora bisogno di essere lavorati a colori dopo che furono frastagliati.

Se infatti noi osserviamo i petali dei fiori, vediamo che alla base sono più chiari che agli orli, spesso hanno tinta diversa, presentano delle venature finissime, portano delle macchie, sono lavorati a punti, ecc. ecc.

Coll'immersione si imitano le sfumature delle tinte, che crescendo agli orli vanno diminuendo di intensità alla base dei petali. Si cominciano ad inumidire i petali tenendoli con una pinzetta in un bagno d'acqua. Se la stoffa sia previamente preparata, ad esempio, col cremor di tartaro, l'acqua va pura, altrimenti si deve aggiungere questo sale trattandosi del color rosa.

Spremuta bene l'acqua, si immergono per gli orli, tenendoli con una pinzetta per la base, in un bagno preparato a colore, e si batte a più riprese colle dita sui petali per ben far penetrare il colore.

Si ripete, se occorre per l'intensità del colore, il bagno due o tre volte, e prima vanno immersi i petali piccoli e poi i grandi, giacchè si sa che il colore è più intenso nel cuore che all'esterno del fiore.

Spremuti bene i petali, si fanno asciugare su un foglio di carta grigia, poi si aggiungono le tinte parziali, le macchie, le venature, col mezzo di pennelli e di colori.

Prima poi di modellarli colle palle si osserva se per caso vi sono sbavature agli orli e si esportano colle forbici.

Il modo detto per tingere in rosso si pratica per qualsiasi altro colore, solo si deve abolire o mutare il sale.

Trattandosi dei fiori di carta, certe sfumature è meglio sieno fatte col pennello, perchè quella non resisterebbe troppo alle bagnature che si succedono l'una all'altra.

Preparati i petali e finitili, occorre *montarli*, ossia *comporre* il fiore.

Si possono legare i petali attorno agli stami o con seta, oppure facendo uso della colla.

L'incollatura si fa o dei petali attorno al centro dei fiori, oppure dei petali soli senza riunirli al centro, od incollando i petali uno ad uno, tre a tre, od in una lista sola, e finalmente incollandoli a stelle come si è di già accennato.

Nell'incollatura non si ha alcuna difficoltà a superare. Si è già preparato il gambo colle foglie, se è necessario; si hanno già a posto stami e pistilli, bisogna quindi solo usare moderazione nell'impiego della colla per evitare macchie ed appiccicature non volute. Tutte le corolle monopetali, più o meno lunghe, vanno incollate delicatamente ai lati.

Concludendo, non vi ha alcuna regola speciale per la montatura dei petali, essendo infiniti i modelli da imitare.

Si può alternare l'uso della seta con quello della colla e più di tutto eseguire tali operazioni con prontezza e delicatamente, facendo uso delle pinzette per conservare il più che sia possibile la freschezza ai petali.

Fabbricazione dei calici, bottoni, spighe, semi, ecc.

Il calice dei fiori può essere semplice, doppio, a tubo, a raggi, a foglie piccole, a foglie lunghe, insomma molto vario.

Esso partecipa sempre della natura del gambo, e perciò è liscio o lucente o vellutato. Per imitarlo si ricorre a diversi materiali.

Comunemente si fa il calice con carta, per i fiori di carta, ed in tela batista od in taffetà, bene ingommati, per i fiori fini.

Oltre alle dette stoffe si usano anche la cera, la pasta verde o del color voluto e la bambagia. Vediamone l'impiego.

Calici a raggi. — Prendiamo ad esempio quello della rosa. Si sa che questo calice è formato dal calice propriamente detto e dai raggi formati da foglioline colla barba che ha all'orlo. Si tagliano col frastagliatore le foglioline e si sollevano le barbe agli orli con delle punte; poi s'incollano infilandole pel gambo sul fiore. In seguito si fa il calice con della bambagia, lo si bagna in cera fusa e tinta del colore che si vuole, oppure nella pasta verde. Allora che è secco si fa il foro e lo si introduce per esso nel gambo fin contro alle foglioline già state attaccate e lo si ferma o con cera o con pasta verde o con colla.

Questo metodo è sempre il preferito ai molti altri che sono anche in pratica, ma che non crediamo necessari di qui accennare.

Calici cilindrici. — Per fare i calici cilindrici si prepara della batista con gomma in modo da dare ad essa la consistenza di una carta da giuoco comune. Si taglia col frastagliatore il calice tutto di un pezzo, lo si arrotonda alla base colla palla, poi lo si incolla sui lati. Il foro che risulta al basso serve per lasciare introdurre il gambo

del fiore su cui lo si incolla. In seguito, alla base si fissa pure con colla una stelletta a foglioline.

Calici ristretti. — Vi hanno dei calici rotondi alla base, poi rigonfiati, indi tutto ad un tratto serrati e che poi finiscono ad un tratto a foglioline. Per imitarli si taglia il calice coll'improntatore. Lo si lavora colla palla nel sito in cui deve trovarsi il rigonfiamento, indi aiutandosi con della bambagia lo si infila nel gambo. Lo si incolla e lo si serra con filo forte nel sito in cui deve essere il rigonfiamento. Asciugato che sia si toglie il filo. Si può anche modellare questa sorta di calici indi infilarli nel gambo, il che riesce più spiccio.

Calici a foglie sovrapposte. — Questi calici sono facili da comporre. Si tagliano diverse stellette con foglioline di grandezza gradatamente decrescente. Si lavorano al centro colla palla, poi si infilano nel gambo e s'incollano una sull'altra. Si fa così il calice a foglie disposte come una scaglia.

Spesso tali calici si fanno di una sola parte e se ne imitano le foglie disegnandole col pennello.

Qui lasciamo i calici perchè colla stoffa, colla cera, colla pasta verde si possono fabbricare della forma voluta; colla colla si fissano ai gambi, coi colori si dipingono come sono in natura.

Bottoni. — Possiamo distinguere i bottoni in nascenti o senza petali ed in sbocciati o con petali. Entrambi poi possono essere verdi, rotondi, acuti, ecc., secondo la natura della pianta.

Qualunque però sia la specie dei bottoni, per farli si ricorre alla bambagia, alla quale si dà la forma voluta e poi si ricopre o con carta o con stoffa o con petali simili a quelli del fiore. Il gambo si infila dentro al bottone e così questo resta solidamente attaccato.

Per i bottoni sbocciati conviene formare la bambagia sul filo di ferro umettandola leggermente con dell'acqua. A questi bottoni si aggiungono dopo alcuni petali con colla e poi al disotto si attacca il calice.

I piccoli bottoni detti verdi si fanno con pasta modellata del colore che hanno i veri. Talvolta per gambo si usa filo ingommato. Si possono anche formare con bambagia, poi rivestirli di pasta, indi colorarli e verniciarli con gomma, se occorre.

Spighe, semi, bacche, ecc. — Il fiorajo classifica le spighe coi bottoni. Esso fa spighe verdi, spighe gialle, spighe vuote, spighe piene.

Per fare le *spighe verdi* si prende un pezzo di filo di metallo, all'estremo gli si fissa con seta verde un crine tinto in verde, poi al basso gli si modella con della bambagia il seme, lo si ricopre con garza verde incollata. In seguito si fa il secondo seme colla sua barba e lo si colloca più in basso del primo e così via via si compie la spiga.

Le *spighe gialle* si fabbricano nello stesso modo delle verdi. Si deve solo mutar colore alla garza ed ai crini.

Tanto le verdi quanto le gialle descritte sono *piene*. Per farle *vuote* si lavora senza la bambagia e la garza va solo ripiegata per se stessa o sul filo che porta il crine.

Si suole poi con artificio usare certe *spighe vere*, massime di certe piante selvatiche che resistono all'azione del tempo.

Tutte le altre sorta di *semi* e di *bacche* si imitano modellandoli con bambagia e finendoli con colla col colore, oppure lavorandoli con pasta verde. Talora anche si adottano semi veri ben secchi a fine d'impedirne qualsiasi sviluppo.

Muschio. — Come ornamento il muschio è necessario o per certi fiori oppure per guernire ceste, vasi e simili recipienti da fiori.

Si suole fare del muschio con lana o con cotone o con seta, lavorandola con ferri come per le calze e poscia arruffandola, oppure sbarbando delle listarelle di stoffa verde indi contorcendola. Ma il più delle volte si usa muschio vero, il quale per mantenersi *verde* va nettato con cura, poi messo in acqua d'indaco molto carica, indi fatto seccare all'ombra sopra fogli di carta usando attenzione nel voltarlo di quando in quando. Spesso si usa anche muschio di color rosso scuro, e questa tinta si ottiene immergendo il muschio in un bagno di campeggio il quale è fatto bollire nella proporzione di cento grammi per litro d'acqua. Dopo una buona immersione si leva il muschio e lo si fa seccare lentamente sulla carta come abbiain detto pel muschio verde.

Montatura dei fiori.

La montatura dei fiori è l'operazione che richiede tutta la perizia del fiorajo. Per ben composti che sieno i fiori, le foglie, i gambi, i bottoni, ecc., se non sono ben disposti per comporre quell'insieme che si chiama *flore*, si avrà sempre una certa rigidezza punto esistente in natura, la quale è artista per eccellenza nei suoi prodotti.

Fatto il fiore col suo calice, bisogna mettervi i bottoni, le foglie, ecc. Questi si tolgono dall'utensile portafiori o porta-foglie a cui furono appesi, si spiega l'uncinetto e si attaccano al gambo del fiore attorcigliandoli oppure fermandoli con seta. Poi con una listarella di stoffa si gira e si copre il gambo nel punto d'unione e si seguita a girare fino al punto in cui va un'altra foglia od un altro ramo. In ciò si seguivano le regole stesse dette per fare i gambi.

Mettendo le foglie ed i bottoni si deve sempre avere dinanzi il modello per fare le inclinazioni volute, anche le più leggiere, al gambo, servendosi della mano e delle pinzette.

Nel dare il garbo a certe foglie, l'inclinazione ai bottoni, ai fiori, bisogna avere non solo abilità, ma gusto e giustezza d'occhio, ed è per ciò che chi monta i fiori per lo più ne sa a perfezione il disegno. In una parola, deve essere artista.

I fiori a grappoli, quelli composti di tre o quattro fiori, uno o due bottoni ed altrettante foglie assieme vanno studiati nella loro unione col gambo, la quale va sempre fatta o con seta o con filo rivestito e ricoperta con cura.

I *mazzi* da guernizione da donna vanno montati a più rami e poi riuniti con filo rivestito per poterli a volontà disfare a fine di aggiungere o togliere dei fiori.

Quelli per sala, per ornamento da tavola non richiedono tanto studio nella loro disposizione come i fiori di ornamento muliebre, ma vanno anche ben disposti approfittando dei fiori grossi per comporne il centro e disponendo attorno quelli piccoli con foglie o con muschio. Le ghirlande si fanno come pei fiori veri ed anche con mazzi.

Un bel grado d'imitazione poi si raggiunse nei fiori finti dando loro quel profumo che hanno i veri, il qual profumo si comunica con *essenze* tutte speciali che la profumeria rubò alla natura stessa.

Fabbricazione della rosa, della camelia, del gelsomino, del garofano, dell'ortensia, della viola.

I limiti ristretti di questo articolo non ci permettono di più oltre diffonderci sulla fabbricazione dei fiori artificiali, però crediamo utile di venire ad alcune applicazioni dei principii che abbiain fin qui esposti, e procuriamo di dare brevemente un'idea del come si formino alcuni fiori molto conosciuti. Finiremo poi il nostro articolo parlando dei fiori di fantasia, di quelli da lutto, di altri fatti

con paglia, oro, argento, cera, balena, capelli ed altre materie.

Fabbricazione della rosa. — La rosa è un fiore che non ha punto bisogno di descrizione per la sua notorietà. Bisogna scegliere un buon modello. E notiamo qui per sempre che senza modelli buoni e freschi e veri non si avrà mai un fiore finto buono.

Le *foglie* della rosa vanno di tre gradazioni di verde. Cogli strumenti descritti si tagliano, nel modo detto si uniscono ai gambi. I *bottoni* sappiamo come si fanno; per la rosa bianca vanno leggermente tinti di giallo; per la rossa vanno tinti di un po' d'incarnato. Il calice e le foglioline sono noti come si formino. I bottoni sbocciati sono fatti col nocciuolo di bambagia su cui si avvolgono poi, in modo che uno copra la metà dell'altro, quattro petali. Gli stami del cuor della rosa si fanno a fasci. Attorno ad essi s'incollano e si raccolgono, ben incurvati colla palla, i petali, che vanno crescendo in grandezza venendo alla periferia. Fatta l'incollatura, si mette il calice, si aggiungono i rami colle foglie e coi bottoni e se occorre s'ingomma il gambo e lo si spolvera di pelurie. Alcune volte occorre aggiungere del muschio finissimo, sempre poi delle spine. Variano molto le rose per la loro disposizione e sarà cura del fiorajo disporre bene il gambo acciocchè nelle sue movenze coll'ajuto delle foglie e del fiore rappresenti il vero.

Fabbricazione della camelia. — I petali della camelia vanno di tela batista fina, compatta e verniciata brillante.

Si tagliano come quelli della rosa bianca. Quelli del centro si improntano colle pinzette, gli altri colla *palla*.

Nel cuore si mettono dei piccoli petali e nel mezzo di essi alcuni stami. Le antere son fatte con pasta gialla. Il calice ha le foglioline rotonde ai lati ed acute, di color verde pallido, rosse all'orlo.

I bottoni nascenti vanno fatti con bambagia e di un nocciuolo grosso come una ciliegia, ricoperto da cinque piccoli petali.

Fabbricazione del gelsomino. — Le *foglie* del gelsomino vanno tagliate in un sol pezzo di taffetà. I *petali* sono cinque, di taffetà bianco, acuti, stretti, allungati. I bottoni vanno lunghi a punta acuta. La montatura si eseguisce secondo le regole comuni.

Fabbricazione del garofano. — I calici, bottoni, cuori e foglie vanno di stoffa. Per iscreziarli ci vuole un pennello con colore.

Si fanno a cerchi o stelle di più petali od a petali separati che si piegano e ripiegano colle pinzette per dar loro la foggia convessa a conchiglia. Si attaccano i petali con colla e con seta verde, poi s'infilà il calice. I primi gambi vanno di filo di ferro fino perchè restano flessibilissimi, le foglie vanno piegate in due per dare loro la forma delle vere.

Il più bello del garofano è la sua *pianta*, ed è per ciò che si suole farne spesso dei vasi d'ornamento.

Fabbricazione dell'ortensia. — Si tagliano i petali collo strumento adatto ed in quantità da fare un globetto di fiori color di rosa ed uno verde. I pistilli vanno grossi e le foglie di varia grandezza. I fiori si lavorano un poco colla pinzetta, poi infilattili nei gambi si attaccano assieme in modo da formare quella specie di sfera che è caratteristica dell'ortensia.

I rami delle foglie sono grossi e spesso per ornamento di vasi si fa il gambo di legno.

Fabbricazione della viola. — Per la viola doppia si tagliano cinque petali disposti a stella, avanti caduno cinque punte smusse. Dispostili sul gambo in ordine alla loro grossezza, s'incollano e si mette poscia il calice.

La viola semplice è lavorata colle pinzette ed ha il gambo leggerissimo.

Per la viola del pensiero si usa della stoffa di velluto tinta appositamente.

E bastino questi pochi cenni sulla formazione di certi fiori per far vedere come sia facile l'applicazione delle regole generali per fabbricare i fiori. Insistiamo sempre sul modello, il quale deve essere un fiore vero, un fiore fresco, bello, artistico e scelto. Senza di ciò non si potrà mai fare un prodotto buono, uno studio perfetto.

Fiori di fantasia.

È cosa veramente puerile il titolo di *fiori di fantasia* che si dà ad una moltitudine di fiori finti che si trovano in commercio.

La natura, così ricca di fiori veri, di eccellenti modelli, pare dovrebbe bastare per fornire in gran copia modelli veri ed utili.

Pure la moda, la capricciosa dea ci volle dare dei fiori di un colore e della forma di un altro, di quelli dorati, di altri in capelli; così vediamo delle rose azzurre, delle tuberose rosse, dei lilla celesti, ecc., dei fiori coi petali della forma di un altro, dei bottoni da garofano a fiori con rose e via via, tutti però, malgrado la stonazione col vero, di un gradevole effetto.

Come appare dunque, anche in ciò non vi ha regola alcuna, alcuna via da additare, il gusto, per così dire, del fabbricante può spaziare nell'infinito, deve sempre però badare all'effetto, e questo sarà raggiunto colla combinazione gradevole degli oggetti, coll'armonia delle tinte.

Nei fiori di fantasia noi classificheremo i così detti *fiori d'inverno*, i *fiori da lutto*, *fiori per vasi*, quelli *da chiesa*, i *fiori di cuojo*, quelli di *paglia*, *d'oro*, *d'argento*, quelli *in ciniglia*, altri di *piume*, di *balena*, di *cera*, di *cartapeccora*, di *capelli*, di *seta*, di *latta*, di *smalto*.

Fiori d'inverno. — I fiori detti d'inverno sono fiori fatti con stoffe pesanti. Spesso i gambi, le foglie, i fiori, i bottoni sono tutti di raso, tutti di velluto. Il colore può essere simile al vero, oppure tutt'altro. Questi fiori servono principalmente per guarnizioni da signora, e secondano, per così dire, la stagione colle loro tinte oscure, colla pesantezza stessa della materia. Nella loro fabbricazione si seguono sempre le stesse regole, perchè la loro forma è sempre quella di qualche fiore vero. Concorrono a rendere belli i fiori d'inverno non solo il raso, il velluto, la seta, ma talvolta anche la batista finissima, senza contare poi le appendici di globetti di vetro a molti colori e qualche ornamento estraneo alla botanica.

Fiori di lutto. — Son fiori non troppo grati a chi li porta; anzi la fantasia in questo genere dovrebbe essere a parte, per cedere il posto alla verità. Eppure la moda, anche con fiori neri, riuscì talvolta a far comporre dei veri capolavori.

Si imita qualunque genere di fiori con *crêpe* e garza nera e seta. A molti conviene far la forma di bambagia, che poi si copre di pasta, indi di stoffa. Si usa spesso il filo di metallo pei contorni di certi petali. Si abbonda poi di globetti di vetro nero dalle mille forme, che per essere lucenti spiccano bene sul colore matto dei fiori.

Vi sono fiori da lutto tutti fatti con quei piccoli tubetti di vetro nero, cilindrici o sferici, detti *margheritine*, i quali sono inflati in filo di ferro, che poi è piegato in modo da imitare e comporre un fiore.

Pei fiori di lutto a buon prezzo si usa tingere in nero certi fiori particolari veri, a bacche con foglioline e gambi finissimi. Benchè non durino molto tempo, pure si prestano abbastanza bene allo scopo. A fabbricare

questo genere di fiori di lutto non vi ha alcuna difficoltà; basta far riuscire bene la tintura e far poscia asciugare bene le sue tinte.

È inutile aggiungere come coi fiori da lutto non si facciano soltanto delle guarnizioni muliebri. La religiosa pietà dei viventi se ne serve per comporre delle ghirlande, ed è per questo motivo che vi sono fabbriche, le quali si occupano soltanto della fabbricazione dei fiori da lutto per tale ufficio.

Fiori per vasi. — I fiori per vasi vanno poco alla volta in disuso. Pure in molti paesi, senza due mazzi di fiori grossolani entro ad un vaso, coperti da una campana di vetro, pare non siano decorati un camino, un mobile, una sala. I fiori per vasi si fanno grossolani, a vari colori, di carta, di stoffa, con certe gambe rigide da far concorrenza ad un parafumino. I colori poi sono imitati così così dal vero, pure i prodotti sono abbastanza venduti e ricercati ancora attualmente.

I vasi che li contengono sono guarniti con muschio.

A questa sorta di fiori possiamo far appartenere i fiori delle *fiere* che si vendono coi zutoli appesi; quelli a colossali dimensioni, a colori brillanti, a gambi piramidali, tutti fatti per poco prezzo, e che durano quanto il piacere di possederli.

Fiori da chiesa. — Quasi quasi ai fiori per vasi dovremmo aggiungere i fiori per chiese, se non fosse il rispetto che si deve avere per un luogo santo. Pure noi vediamo in certe chiese dei fiori finti che stonano coll'architettura, colla bellezza del tempio. Hanno tinte troppo vive, non sono veri in niente. Le foglie dorate od argentate accrescono poi il ridicolo. Per lo più si fanno a mazzi come su una foglia, cioè sono disposti a spalliera. Malgrado la nostra opinione, i fiori per chiese sono in voga, massime nei piccoli paesi, nei borghi, o simili siti, in cui un po' di rosso con verde ben vivo attira l'attenzione degli individui.

La fabbricazione dei fiori da chiesa e di quelli per vasi è nelle mani di poco abili fabbricanti detti *da dozzina*. Si fanno con carta, con stoffa. Il loro scopo principale è di fare effetto, e pur troppo, con poca fatica, raggiungono il loro intento.

Fiori in cuojo. — Attualmente non sono troppo in voga i fiori in cuojo. Si fanno solo nelle scuole per esercitare gli allievi. Sono liste sottili di cuojo che si lavorano, si modellano cogli strumenti descritti, indi si incollano per fare ghirlande, cornici e simili oggetti d'ornamento. Quando sono bene eseguiti talvolta rassomigliano al legno scolpito. L'interesse però che destano i fiori di cuojo è ben poco, motivo per cui abbiamo pensato bene di accennare ad essi soltanto di volo.

Fiori di paglia. — I fiori fatti con paglia servono solo di ornamento muliebri. Si tagliano in mussola ben resistente le *foglie*, si ingommano e su esse si appiccicano pezzetti di paglia piatta simile a quella che si usa pei cappelli. Le *corolle* son fatte con altri pezzetti di paglia; i *gambi* con filo di metallo su cui si gira la paglia. È un ramo d'industria di poca risorsa.

Fiori d'oro e d'argento. — I fiori detti d'oro e d'argento servono o per ornamento muliebri oppure per ornamento da sale. Quelli d'ornamento muliebri o servono per vesti e per cappelli, oppure sono di un vero valore artistico e compiono l'ufficio di spilli, spilloni, ciondoli, orecchini e simili oreficerie.

Abbiamo quindi fiori più propriamente detti dorati ed argentati e fiori d'oro e d'argento.

I fiori dorati ed argentati sono di diverse specie:

1* *Le piante hanno le foglie di stoffa bene ingommate, striata solo da fili dorati od argentati, ed i*

frutti o fiori sono completamente dorati. In questo caso la loro fabbricazione non è punto diversa da quella degli altri fiori. Si usa filo d'oro per le foglie; e le bacche, i grappoli, i semi d'ogni specie sono fatti o con globetti di vetro dorato, oppure si formano con cotone che va poi coperto con pasta gialla, indi dorato come si usa comunemente.

2° I fiori hanno solo gli stami ed i pistilli dorati. In tal caso il filo per essi è dorato o d'oro e spesso s'impiegano assai utilmente pagliette d'oro o d'argento.

3° I fiori sono naturali e le foglie dorate od argentate. Qui non vi ha alcun metodo speciale. Si ha solo cura di lavorare al rovescio delle foglie per non guastarne la doratura o l'argentatura.

4° I fiori e le foglie sono tutti d'oro e d'argento. Si modellano in cotone che poi si argenta o si indora, le foglie sono di stoffa dorata; i gambi vengono pure dorati od argentati.

Tutte le dette specie, se lavorate finamente, disposte con gusto, alternando fiori aperti, con spighe, con bottoni, ecc., servono per ornamento a vesti da ballo, per cappelli da signora e simili guernizioni.

Quando invece della stoffa si usa carta dorata od argentata i fiori restano grossolanamente lavorati ed allora sono utili come ornamento da sale o figurano nelle chiese come abbiamo già detto più sopra.

I fiori d'oro e d'argento veri sono fatica particolare dell'orefice. Sono lavorati con ferri appositi, a lame, e modellati e cesellati finamente. In FILIGRANA (V.) si fanno pure magnifici fiori leggeri, i quali sono veramente adatti a quest'industria. Si sogliono alternare i fiori di smalto che imitano rose, bottoni, garofani, viole, ecc., i quali ci provengono dall'estero, con foglie d'oro o d'argento. Spesso i fiori o le bacche sono d'oro o dorate ed il resto del fiore è di argento o viceversa. Insomma l'orefice, invadendo il campo del fiorajo, seppe molto bene trar partito dei più graziosi prodotti della natura, quali sono i fiori.

Fiori di ciniglia. — Di rado si fanno fiori fini di ciniglia. Questa può essere di cotone o di seta. Lavorandola e piegandola in modo da formare i petali dei fiori, poi fermandola con cotone o con seta attorno a gambi di filo di metallo rivestito di lana o di seta si imitano un poco liberamente i fiori modelli. La ciniglia è di vario colore, motivo per cui con essa si possono comporre varii generi di fiori.

Si trova della ciniglia già preparata con fili di metallo. Si comprenderà facilmente come in questo caso si possano fare i petali di qualsiasi forma, attorno ad un bottone, e compiere il fiore con foglie fatte nello stesso modo.

È un ramo dei fiori artificiali poco artistico, ma che però serve per comporre fiori di decorazione, massime se la ciniglia è di lana, pel prezzo inferiore che ha su quella di seta.

Fiori di piume. — Anche con delle piume si pervenne a fare fiori di fantasia e sino al punto da fare delle rose con penne di pavone! Però con piume verdi di pappagallo si possono fare delle foglie, barbe di piuma d'oca per fare petali; il più spesso però si sogliono tingere le piume del colore che si vuole, poi tagliatele secondo le forme dei petali e delle foglie, si montano come si fa per gli altri fiori, su gambi di metallo previamente rivestito con bambagia, o con carta, o con seta, o con stoffa.

Fiori di balena. — È un bel progresso nell'industria il poter notare questo impiego della balena. Per fare i fiori artificiali con essa bisogna preparare i fanoni di balena e decolorarli. Dopo si tagliano, si colorano, si modellano come se si trattasse di fiori di taffetà o di ba-

tista. È al signor Achille de Bernardière che siamo debitori di questa invenzione. Egli, dopo aver sbarbato i fanoni con una sega a mano, li taglia a pezzi lunghi poco più di un metro, poi li mette a cuocere in una caldaia di rame, ove c'è acqua e cloruro di sodio, od acido solforico. Dopo un'ebollizione di quattro ore, toglie il fuoco, ma lascia nel bagno i pezzi di fanoni, i quali si decolorano.

Poi con una pialla speciale a collisse fa delle lamelle di balena bianche, di fine tessuto, che sono preziosa materiale per fare fiori bianchi principalmente. Quelli di altro colore si fanno tingendole come si desidera.

Il processo per comporli è tale quale il descritto nei fiori di stoffa.

Fiori di cera. — I fiori di cera sono belli se di piccoli dimensioni. Si fanno modellando la cera in forme prese dal vero e si colorano poi col pennello. L'uso dei fiori di cera è ristretto assai, perchè vanno sempre riparati, altrimenti la cera si altera di colore. Si sogliono fare di cera i fiori d'arancio per guernizioni da sposa, i quali perchè piccoli sono graziosissimi, ma molto fragili. Le foglie loro si fanno per lo più di stoffa, così pure i gambi sono di metallo.

Fiori di conchiglie. — Accenniamo ai fiori di conchiglie per non dimenticare alcuna materia; del resto i fiori fatti con esse sono brutti e poco artistici. Si scelgono conchiglie bivalvi di colore conveniente e poi le si incolano disponendole come i petali. Non sapremmo nemmeno dire chi attualmente si occupi di tale fabbricazione.

Fiori di pergamena. — Il signor Petit di Parigi riuscì a ridurre la membrana peritoneale dell'intestino cieco del bue ad essere trasparente non solo, ma atta a ricevere qualsiasi tintura.

Dopo diversi bagni d'acqua e di potassa ed altri di acqua e carbonato di soda, indi solforazione, e poi altri bagni di acqua, potassa e sapone ed ultimo bagno d'acqua sola per finire con una nuova solforazione, si ha questa specie di pergamena, digrassata, trasparente e pronta a ricevere il colore. Questo si dà a strati tanto da una parte che dall'altra. Asciutto il colore, si tagliano i petali e le foglie e si montano i fiori come se fossero di stoffa.

Fiori in capelli. — Abbiamo già accennato all'articolo CAPELLI FINITI, come con essi si fabbricano fiori di ricordo. Recentemente in uno dei passages del boulevard di Parigi, crediamo quello dei Panoramas, fummo veramente meravigliati del punto di perfezione che si raggiunse nel fabbricare fiori, mazzi di fiori con semplici capelli di diverse tinte, i quali erano esposti in adatte cornici coperte di lastre di vetro.

Si suole, dopo aver digrassato bene i capelli, montarli su filo di metallo dorato od argentato, aiutandosi poi per la forma dei petali di forme di cartoncino. Si dispongono i capelli a treccie od a fili paralleli che si fissano agli orli o con seta o con colla, si arricciano, si piegano, si tagliano a piacimento. Le tinte dei capelli di diversa gradazione aiutano a dare effetto. Questi fiori di fantasia per lo più si chiamano fiori di ricordo perchè si sogliono comporre con capelli degli estinti. Qui però il campo è del parrucchiere, motivo per cui di tale sorta di fiori abbiamo soltanto fatto menzione.

Fiori di seta. — Si fanno fiori di seta ricamandoli su apposite forme. Questi fiori sono poco artistici e servono solo per guernizioni di cuscini e simili addobbi da appartamento. Si fanno pure di lana nello stesso modo.

Fiori di latta o metallo colorato e di smalto. — I fiori di smalto sono modellati con forme e poi fatti cuocere come si pratica per lo SMALTO (V.). Quelli di latta o di altro metallo sono modellati con forti pressori e poi saldati

colle foglie, coi bottoni su gambi di forte filo di ferro. Si colora poi il tutto a vernice forte resistente con colore, come copale e simili prodotti grassi. Si sogliono combinare fiori di smalto con foglie di metallo verniciato, ed allora si compongono per lo più delle corone funebri o commemorative che s'idano per abbastanza lungo tempo le intemperie e gli agenti dell'atmosfera.

CONCLUSIONE.

Ed ora che abbiamo fatto sillare le varie specie di fiori artificiali, ci resta ancora a dire, che nella loro fabbricazione si deve usare molta attenzione nella distribuzione del lavoro, perchè nessun prodotto, a nostro parere, va trattato così pulitamente e delicatamente come i fiori finti.

È per questo motivo che agli apprendisti si dà da lavorare soltanto la bambagia, ad altri si fa granare gli stami, altri lavorano i gambi per le foglie. Degli operai improntano, preparano le stoffe. Degli artisti colorano ed i più pratici montano i fiori. Questi poi vanno sempre protetti dalla polvere, dal sole, dall'umido, e quando si devono riporre in scatole, esse vanno comode ed ampie in modo che il fiore riposi senza toccare da nessun lato. La bambagia, le carte fine sono le sole materie su cui deve appoggiare.

I progressi che si fanno continuamente nel fabbricare fiori artificiali sono molti e noi non possiamo punto svelare i segreti dei fabbricanti, come sarebbe nostro sommo compiacimento. Ci abbiamo quindi dovuto accontentare di indicare i primi passi e raccomandiamo di studiare i modelli vivi della natura, i quali certo additano la via a sempre nuovi perfezionamenti.

L'incremento che prende la fabbricazione dei fiori artificiali fece sì che in Italia oltre a fabbriche importanti sorgessero delle scuole affatto speciali a Milano ed a Roma. Quella di Roma principalmente, istituita dal Comune nel 1876, è un ramo della scuola professionale femminile. La scuola ha per fiori artificiali due laboratori con due speciali maestre, le quali insegnano ordinariamente a non meno di sessanta alunne, e non solo è in grado di eseguire in brevissimo tempo numerose commissioni, ma fornisce ai laboratori della città abili lavoratrici che vengono occupate anche prima d'aver compiuto nella scuola il corso regolare.

L'insegnamento viene fatto in modo del tutto nuovo. I fiori non vengono creati di fantasia, ma riprodotti *dal vero*, e per questo giornalmente molti fiori freschi vengono dal vivaio comunale portati nella scuola. Le alunne sono istruite, non solo nel disegno ornamentale, ma anche nell'adoperare i colori, e fino ad un certo punto nel prepararli. Le foglie vengono anch'esse eseguite nella scuola e parecchi degli strumenti necessari furono modificati o costruiti sotto la direzione delle stesse insegnanti.

Moltissime signore non si ornano oramai dei fiori fatti venire da Parigi, ma cercano quelli della scuola professionale.

Non recherà quindi sorpresa il sapere che i prodotti della scuola professionale di Roma presentati all'Esposizione industriale di Milano del 1881 ottenessero la medaglia d'oro, e che nella recente Esposizione nazionale di floricoltura ed orticoltura del maggio 1882 in Roma, ancorchè la scuola detta si presentasse senza concorrere a premi, le fosse decretato per i fiori artificiali un premio straordinario.

Se in fatto di scuole per fiori artificiali possiamo menar vanto a giusto dritto, altrettanto possiamo dire di molti nostri fabbricanti i cui prodotti stanno a pari cogli stranieri e specialmente con quelli di Parigi. A prova di ciò,

finiremo il nostro scritto colle parole stesse pronunciate dal ministro d'agricoltura, industria e commercio, onorevole Berti, nella tornata del 6 maggio 1882, alla nostra Camera dei deputati: « I fiori finti costituiscono un'industria che si svolge assai bene in Milano, in Torino, in Roma, in Napoli. Ricordo che all'Esposizione di Milano restai meravigliato dai bellissimo lavori di questa industria; ho trovato che i fiori finti di Milano ed anche quelli di Torino erano superiori ai fiori finti esposti nella mostra di Parigi. È un'industria che andrà molto innanzi e ce ne porge argomento il fatto che essa esporta già i suoi prodotti all'estero ».

BIBLIOGRAFIA. — M.me Celnart, *Fleuriste artificiel* (Paris).

Ing. V. BELTRANDI.

FISICA — Franc. *Physique*. Ingl. *Physics*. Natural *Philosophie*. Ted. *Physik*. Spagn. *Física*.

1. — UNIVERSALITÀ DI QUESTA SCIENZA.

La parola *Fisica* è di origine greca, e significa *Natura*. La scienza che porta questo nome abbracciava anticamente lo studio dell'universa natura. Grandi *fisici* o naturalisti, secondo i loro tempi, furono Archimede, Aristotile, Plinio, ecc., e si occuparono di tutto lo scibile che riguarda il mondo materiale e corporeo. Ancora nel medio evo *fisico* era detto chi coltivava la meccanica, come chi studiava la zoologia, la botanica o la mineralogia, e anche più particolarmente ritenne questo nome il cultore della medicina, al quale ancora al presente in alcuni paesi si dà il nome di *Fisico*.

Le nominate scienze, come tante altre che abbiamo oggidì, erano brevi capitoli della scienza fisica universale. Moltiplicandosi le ricerche sperimentali e teoriche, ogni capitolo venne a ricevere nuovi ampliamenti, ed alcuni di essi presero tale importanza da poter fare separatamente corpo di scienza. Una volta ogni studioso poteva facilmente farsi un concetto dell'intero patrimonio scientifico e tentare di ampliarlo colle sue ricerche; più tardi, la grande estensione presa dall'insieme delle cognizioni acquistate dall'umanità, rese impossibile l'enciclopedismo, ed ogni cultore dello studio della natura dovette restringersi e limitarsi ad un unico ramo o capitolo. Nacquero così le varie e molteplici *scienze positive*, come sogliono chiamarle; tuttavia alla Fisica, ancorchè smembrata e priva di tante sue parti importantissime, rimane pur sempre un fondo di tanta entità e varietà di argomenti, da costituirle come una delle più belle ed utili tra le scienze.

Il periodo di questa moltiplicazione delle scienze non è ancora finito e quotidianamente vediamo staccarsi dalla fisica nuovi capitoli, che danno luogo a trattazioni a parte e costituiscono o nuove scienze o rami d'industria di grandissima utilità sociale. La termodinamica è una scienza nuova ed universale, nata, non sono molti anni, dalla fisica, e già fatta adulta e ricca di grandi applicazioni; la telegrafia, la fotografia, la galvanoplastica, i motori elettrici, l'illuminazione, ecc. ecc., sono tali risultati degli studi fisici che non abbisognano di commenti per farne comprendere l'utilità.

Che resta dunque alla fisica con tutti questi smembramenti? Resta la parte più bella e più importante, quella che ritiene pur sempre il nome di fisica, il fondamento di tutte le scienze positive ed il germe di nuove scienze avvenire, delle quali non possiamo manco farci l'idea. Essa studia e afferma le leggi universali che debbono applicarsi in tutte le altre scienze. Essa è il germe fecondo ed inesauribile che si sdoppia e si moltiplica e pro-

duce instancabilmente nuovi esseri, i quali avendo le radici in quel germe non possono crescere e dilatarsi e produrre buoni frutti senza il sugo che da quello deriva.

Prendiamo per esempio le scienze mediche, e più particolarmente la fisiologia. Che sarebbe di questa scienza senza gli studi fisici intorno all'aria, all'acqua, ai vapori acquee, al calore, all'elettricità, alla luce, ed anche più specialmente intorno alle azioni molecolari, ai fenomeni capillari, alla diffusione, all'osmosi, ecc. ecc.? La fisica somministra alla meccanica gl'indispensabili coefficienti relativi alla costituzione della materia, alla durezza, all'elasticità, alla resistenza e tenacità dei corpi, alla dilatazione pel calore, alla conduttività, ecc., all'astronomia le leggi della propagazione della luce che servono alla costruzione degli strumenti ottici, come quelle della rifrazione per la determinazione della vera posizione degli astri, e quelle della dispersione, dalle quali l'astronomo fisico si eleva alla cognizione della composizione chimica dei corpi celesti. In una parola la fisica è la scienza universale nella quale mettono radice tutte le scienze positive, e nessuno può dirsi veramente scienziato in un ramo qualunque di queste se non conosce bene e a fondo almeno le parti della fisica che hanno a quello attinenza.

Scopo di questo articolo non è di fare un trattato di fisica, bensì di farne conoscere lo scopo, le sue divisioni, i principali risultati ed alcune formole fondamentali che servono nelle applicazioni.

2. — SCOPO E DIVISIONE DELLA FISICA.

Lo scopo della Fisica mal si saprebbe definire e meno far comprendere a chi della Fisica ancora non abbia idea di sorta. Trovansi nei trattati definizioni diverse, ma per un lato o per un altro tutte peccanti. In alcune si confonde la fisica colla chimica specialmente e con altre scienze, in altre non si accenna che ad una parte minima delle materie che nella fisica si svolgono. La ragione sta in ciò che una vera definizione non si può dare. Ma chi conosce la costituzione intima dei corpi, la loro formazione di molecole estremamente piccole e di atomi ancora più piccoli, le distanze di quelle e di questi, per cui anche nei corpi più densi non si trovano due atomi, nè due molecole che si tocchino, di maniera che i vani o vuoti intermolecolari ed interatomistici sono di dimensioni molte volte maggiori di quelle delle molecole e degli atomi stessi; chi sa che tra questi atomi e queste molecole si esercitano forze particolari che sono in continua attività e le quali mentre non permettono alle molecole ed agli atomi il contatto reciproco, tengono questi e quelle in continuo moto di vibrazione, di rotazione, ed anche di rivoluzione; chi non ignora che negli spazi intermolecolari ed interatomistici penetra e sta l'etere che riempie l'universo e che co' suoi movimenti è la base della trasmissione della luce e del calor raggianti; chi a queste cognizioni aggiunge l'altra de' fenomeni calorifici, luminosi, magnetici ed elettrici, che per la reazione dell'etere colle particelle materiali de' corpi, o indipendentemente, avvengono, costui facilmente si farà un concetto adeguato dello scopo della fisica, e dirà consistere questo nello studio e nella determinazione delle leggi con cui avvengono tutti i fenomeni che nascono dalla costituzione intima dei corpi dipendentemente dalle forze particolari a cui sono soggetti i loro atomi e le loro molecole, e dalle reazioni che avvengono tra gli atomi e l'etere, e dalle forze speciali calorifiche, luminose, magnetiche ed elettriche, se alcuna ve ne ha, che dalla reazione dell'etere e degli atomi non nasca.

La Fisica sogliono dividerla in generale e particolare. Nella fisica generale, date le principali definizioni e stabilite le ipotesi fondamentali che conducono alla spiegazione dei fenomeni, o quanto meno allo stabilimento di teorie più o meno plausibili che servono a concatenare le varie parti della scienza ed i fenomeni in apparenza singolari o indipendenti, si studiano i fenomeni di coesione e le proprietà che nascono nei corpi dipendentemente dal vario modo con cui questa forza si esercita; ne viene in conseguenza la distinzione dei corpi in solidi, liquidi e gassosi, e lo studio delle proprietà fisiche di ciascuno di questi forma una parte considerevole della fisica generale. Lo studio particolare dei corpi gassosi costituisce il ramo della fisica che prende il nome di *pneumatica*. Passando quindi alla considerazione di un'altra forza che prende il nome di *adesione*, si dimostra, nella fisica generale, come questa si manifesti sotto varie forme e produca effetti svariatissimi, sia che essa si eserciti tra solidi e solidi, tra liquidi e liquidi, sia che si manifesti tra solidi e liquidi, tra solidi e gas, oppure tra gas e liquidi. Tra gli effetti di adesione combinati con quelli di coesione tengono un posto considerevole i fenomeni che chiamano di capillarità e di osmosi. Forma ancora parte della fisica generale lo studio delle vibrazioni sonore dei corpi sotto qualunque stato di aggregazione essi trovinsi, e la trattazione relativa costituisce il capitolo che prende il nome di *acustica*.

Nella fisica particolare poi si tratta degli effetti calorifici, luminosi, magnetici ed elettrici e delle loro cause, si stabiliscono le basi delle principali applicazioni di questi studi, e se ne fa anche un'applicazione più particolare ai fenomeni meteorologici.

Si è pure diviso da taluni la Fisica in due parti, una detta *Fisica dei corpi ponderabili*, l'altra *degli imponderabili*. Considerando che il calore, la luce, il magnetismo e l'elettricità, comunque accumulati nei corpi, non alterano il peso di questi, si concludeva essere tali elementi privi di peso, e come essi non appariscono che per i loro effetti e nulla o ben poco si conosce della loro essenza, si riguardavano come *fluidi imponderabili*. Così la sostanza del calore si faceva consistere nel fluido imponderabile calorifico, al quale si dava il nome di *Calorico*; egualmente si dava il nome di *Lucico* al fluido luminoso, di *Magnetico* e di *Elettrico* agli altri due. Pel fisico moderno non esistono più i fluidi imponderabili; il calore, la luce, l'elettricità ed il magnetismo sono riguardati come *forze* od *energie* particolari, che nascono probabilmente da particolari vibrazioni delle particelle corporee, o dell'etere. Quindi quei nomi di calorico, di lucico, di elettrico e di magnetico sono aboliti dalla scienza, sebbene molti ancora sogliano frequentemente adoperare il primo. Quindi si comprende perchè non è più ammessa la divisione della scienza in fisica dei corpi ponderabili e fisica dei corpi o fluidi imponderabili.

3. — DIVISIBILITÀ DELLA MATERIA E SOTTIGLIEZZA DEGLI ATOMI E DELLE MOLECOLE.

Non si conosce in natura corpo così duro o tenace che non si possa frangere e ridurre in parti minutissime. Con mezzi acconci all'uopo, e varianti col variare delle sostanze, noi possiamo ridurre ogni corpo in parti talmente piccole che sfuggono alla vista anche aiutata dal più potenti microscopii. Tali riduzioni ottengono talvolta con semplici mezzi meccanici; più frequentemente col fuoco, coi solventi, colle azioni chimiche, ecc. Un esempio di materia grandemente attenuata troviamo negli odori, i quali nascono da particelle minime che si staccano dai corpi odoriferi. Basta un po' di muschio a riempire colle

sue particelle odoranti per interi giorni una camera ancorchè ventilata. Chi potrà numerare le parti così staccate dal muschio? Chi fissarne le dimensioni ed il grado di sottigliezza? E notisi che, non ostante quell'efflusso o torrente di materia attenuata, che per giorni si stacca dal muschio, questo non perde sensibilmente del suo peso.

Si citano ancora come esempi di grande sottigliezza della materia gli animali microscopici, che a mala pena si rendono visibili con ingrandimenti di mille a mille e cinquecento volte le loro dimensioni lineari. Se tanto sottili sono questi esseri, che dovrà dirsi delle parti del loro corpo e delle particelle costituenti i fluidi che nelle loro vene scorrono?

Collo spettroscopio si rendono sensibili delle quantità di materia così tenui, che la mente nostra non può farsi l'idea di tanta sottigliezza. Così, ad esempio, Kirchhoff e Bunsen hanno dimostrato che la tremilionesima parte di un milligrammo di cloruro di sodio basta per colorire in giallo la fiamma del gas.

Ma un modo più sorprendente di tutti per dare un'idea di questa estrema sottigliezza è forse quello adoperato dal sig. Crookes, membro della Società Reale di Londra, in una sua conferenza sulla materia radiante (1879). Dietro le teorie di Clausius e di Maxwell il sig. Johnstone Stoney ha calcolato che un centimetro cubo di aria ordinaria contiene un sestilione (1 000 000 000 000 000 000) di molecole. Quindi un recipiente di un litro (mille centimetri cubi) ne conterrà un settilione. Se colla macchina pneumatica facciamo ciò che chiamasi impropriamente il vuoto in questo recipiente, rimarrà pur sempre in esso più di un millesimo dell'aria primitiva. Ammettiamo che adoperando macchine particolari, come faceva Crookes, si ottenga la rarefazione fino ad un milionesimo; ciò vuol dire che nel vaso non rimarrà più che la milionesima parte di un settilione di molecole, ossia 1 000 000 000 000 000 (un quintilione), e le molecole estratte saranno in n° di 999 999 000 000 000 000 000. Ora Crookes nelle sue sperienze sulla materia raggianti scaricava delle correnti d'induzione a traverso a vasi d'aria estremamente rarefatta (ad un milionesimo circa) ed accadeva talvolta che la parete di vetro de' suoi vasi veniva dal flusso elettrico traforata e l'aria esterna rientrava nel vaso. Il foro, che così si produce, è estremamente piccolo ed a mala pena sensibile con microscopii di forte ingrandimento. Egli allora per far comprendere la grandissima sottigliezza della materia fece il seguente computo. Supponiamo che ad ogni minuto secondo possano entrare nel vaso per questo foro cento milioni (100 000 000) di molecole aeree; quanto tempo impiegheranno a rientrare nel vaso i 999 sestilioni e 999 quintilioni di molecole aeree che abbiamo estratto? Evidentemente tanti secondi, quante volte questo numero contiene 100 milioni, ossia

9 999 990 000 000 000 secondi

eguale a

166 666 500 000 000 minuti,

2 777 775 000 000 ore,

115 740 625 000 giorni,

317 007 602 anni,

più di 300 milioni di anni! Se il nostro vaso vuoto, col suo forellino microscopico aperto, fosse stato collocato in una atmosfera come la nostra all'epoca in cui la terra era informe e senza abitanti, e supponendo che l'aria vi penetrasse colla supposta celerità di 100 milioni di molecole per secondo, esso avrebbe potuto assistere a tutte le catastrofi, a tutti i cicli geologici fino all'apparizione dell'uomo e fino a noi, e non sarebbe ancora pieno, e prima che ciò avvenisse dovrebbe continuare a ricevere le par-

ticelle aeree per tanti secoli che secondo i più probabili calcoli matematici il sole si spegnerebbe e diverrebbe muta cenere! Ebbene, si faccia il forellino microscopico nel vaso vuoto, e si vedrà che in meno di un'ora il vaso sarà pieno. Ciò significa che le molecole aeree non entrano nel vaso a 100 milioni per secondo, bensì a circa 300 quintilioni. Chi può mai farsi l'idea della sottigliezza di tali molecole?

Pertanto la divisibilità della materia può spingersi ad un grado, che non solo eccede i nostri sensi, ma ancora colpisce la nostra immaginazione e non riusciamo a farcene un adeguato concetto. Disputavano una volta i fisici se veramente questa divisibilità si potesse spingere all'infinito. Considerando che per minima e sfuggibile che sia una particella di materia, sempre possiamo ancora immaginarla divisa in due, conchiudevano alcuni essere possibile dividere la materia all'infinito. Altri, studiando le reazioni che succedono tra le parti materiali componenti i corpi in tutti i fenomeni fisici e chimici, stabilirono dove la materia constare di particelle minime o di dimensioni infinitesime, ma non più suscettibili di divisione fisica reale, e questi non si curano più della divisibilità puramente mentale. Esiste per essi l'ultima particella indivisibile, non più composta di altre particelle, alla quale fu dato il nome di *monade*, ed ora più generalmente di *atomo*. Questa è la dottrina ora generalmente seguita. Perchè noi cogli strumenti da taglio o coi solventi possiamo dividere i corpi? Perchè questi constano di parti riunite e tenute a distanza da forze speciali. Il solvente od il taglio dello strumento insinuandosi tra tali parti, le separa. Supponiamo pure l'occhio nostro e lo strumento adoperato perfetti; giammai riusciremo a dividere in parti l'ultima mole che di parti più non consta. Essa è per così dire formata di un pezzo unico, continuo, di dimensioni estremamente piccole, e la sarebbe tuttavia indivisibile anche quando avesse dimensioni sensibili.

Non è molto, si disputava ancora sulla forma degli atomi, e frequentemente si attribuiva a questi, se appartenevano a corpi cristallizzabili, la forma cristallina del corpo stesso. Tali quistioni si riguardano ora come antiquate ed inutili. Quello che si sa è che l'atomo è estremamente piccolo, anzi molti fisici gli negano anche ogni dimensione, e lo riguardano come un punto materiale, una semplice forza che manifesta la sua presenza in quel punto, nè si spaventano dell'infondata obiezione di coloro che dicono non poter riuscire un corpo avente le tre dimensioni dall'unione di atomi senza dimensione. Questo ragionamento sarebbe giusto se gli atomi nel corpo fossero a mutuo contatto; ma essi sono a distanze che tutti i fenomeni studiati fanno giudicare di molto superiori alle dimensioni dell'atomo stesso, e trovansi per conseguenza nel caso di un globo di fumo formato da un ammasso di particelle di fuligine svolazzanti nell'aria. La grandezza del globo non dipende dalle dimensioni di queste particelle. Riduciamole pure a dimensioni minime o anche ad un punto, purchè i loro centri conservino le distanze di prima, ed esse, o la forza che le costituisce continui ad agire allo stesso modo e sulla luce e sui corpi circostanti, quel globo di fumo non cesserà di apparire sempre lo stesso e colle medesime dimensioni.

Gli atomi riuniti in un numero, che nello stato attuale della scienza non si saprebbe ancora determinare, e tenuti insieme da forze ancora non ben definite, ma producenti gli effetti di attrazioni e repulsioni reciproche, costituiscono gruppi particolari che prendono il nome di *molecole*. Una molecola non si può dire un corpo, ma un gruppo di atomi; essa è pure immensamente piccola ed

assolutamente invisibile, nè si manifesta colle proprietà dei corpi, bensì dà a questi, secondo la sua costituzione, e secondo il vario modo con cui le molecole sono nel corpo distribuite, le varie qualità per cui gli uni si distinguono dagli altri.

4. — PROPRIETÀ GENERALI DE' CORPI.

Tutti i corpi cedono alla pressione diminuendo di volume. L'acqua stessa e tutti i liquidi, che si dicevano *incompressibili*, perchè non si era riuscito a rendere sensibile all'occhio alcun costipamento loro per pressione, non solo cedono, ma ancora la loro diminuzione di volume è alla pressione stessa proporzionale. Quindi tutti i corpi sono *comprimibili*. Inversamente poi cresce generalmente il volume col diminuire della pressione, la qual reazione fa dire che i corpi sono *elastici*. Cresce pure in generale e diminuisce il volume dei corpi col crescere e col diminuire della loro temperatura, il che si esprime dicendo che tutti i corpi sono *dilatabili*.

Queste proprietà generali dei corpi, la *comprimibilità*, l'*elasticità*, la *dilatabilità* non possono in modo soddisfacente spiegarsi, senza ammettere che le parti di un corpo qualunque trovinsi a certa distanza le une dalle altre, lascino dei vuoti tra loro, nè punto si tocchino reciprocamente. Siccome poi le dette proprietà manifestansi in tutta la massa de' corpi, anche nelle particelle minime, così con ragione concludono i fisici, pure coll'appoggio di molti altri fatti, che non vi sono nei corpi due particelle, per quanto piccole si vogliano supporre, le quali stiano a reciproco contatto. Tra due particelle qualunque successive di un corpo vi ha uno spazio, e tutto ci porta a credere, che la somma di questi spazi vuoti in un corpo sia di gran lunga maggiore della somma degli spazietti realmente occupati dalle particelle materiali ed individuali che lo compongono. Per tale qualità i corpi diconsi *porosi*. La *porosità* è provata da fatti fisici, ma non è sensibile direttamente all'occhio; i vuoti visibili, anche col microscopio, sono meati, caverne, valate in confronto dei *pori*. La distanza di due particelle consecutive di un corpo, ancorchè grandissima, rispetto alla mole di queste, è tuttavia immensamente piccola, nè si potrebbe misurare se non a frazioni minime di milionesimo di millimetro.

Del resto le particelle individuali di un corpo, o le molecole, non si conservano a distanze invariabili, ma sono in continuo movimento. Ogni minimo variare di pressione o di temperatura fa variare il volume de' corpi, e perciò anche le distanze delle loro particelle. Ora nell'immenso tramestio e rivolgimento dei corpi della natura, non possiamo supporre manco due istanti successivi di egual pressione o di eguale temperatura in un corpo; quindi deve necessariamente esistere nelle particelle un'agitazione continua con un moto probabilmente vibratorio celerissimo. Ma non è questo il solo movimento che esiste nei corpi. Quasi tutti i fenomeni, che si studiano nella fisica, provano l'esistenza di varie specie di movimenti nelle particelle minime. Se trattisi di corpi fluidi, quali sono l'acqua e l'aria, noi li vediamo in continua agitazione anche allorchando pajono in un riposo perfettissimo; basta osservare i minuzzoli di polvere in essi sospesi e illuminati da un raggio di sole per convincerci della verità esposta. Ma oltre a questi moti lenti e sensibili all'occhio, altri ben più celeri e di differente ordine esistono nei corpi fluidi non solo, ma ancora nei solidi più duri e più compatti. Tale agitazione non è sensibile alla vista, nè al tatto, sotto forma di movimento, perchè le escursioni delle particelle sono troppo ristrette, ma il

fisico le riconosce dalle variazioni dei caratteri o delle proprietà sonore, calorifiche, luminose, magnetiche, elettriche ed anche chimiche de' corpi.

5. — COESIONE NEI SOLIDI E NEI LIQUIDI.

Chiamasi coesione la forza per cui le parti di un corpo stanno riunite le une insieme colle altre, e richiedesi un certo sforzo per separarle. Un filo di ferro, appeso verticalmente, può reggere un considerevole peso senza rompersi; la forza che si oppone e resiste alla trazione di questo peso è la coesione che hanno tra di loro le molecole del ferro. A parità di circostanze la coesione ha un'energia che varia grandemente da corpo a corpo. Mentre ella è grande nel ferro, trovasi piccola nel piombo, minima ne' corpi pastosi e nei liquidi. La coesione non dipende punto dalla densità o compattezza de' corpi, bensì dalla natura e dalla distribuzione dei gruppi atomistici e molecolari di essi.

Secondo il vario modo di coesione, può accadere: 1° Che le molecole dei corpi siano così aggregate tra di loro, da non potersi liberamente muovere le une rispetto alle altre senza un considerevole sforzo; allora il corpo risultante ha forma determinata e presenta una certa resistenza alla flessione, alla torsione, alla rottura, ecc.; egli è un *solido*; 2° Che le molecole aderiscano debolmente o nulla tra di loro, e siano indifferenti al combaciamento per una qualunque delle loro facce, cosicchè non offrano che una debolissima resistenza al distacco, e meno ancora al movimento di rivoluzione delle une intorno alle altre; il corpo che ne risulta non conserva da sè una forma propria, se non quando è in masse assai piccole, ma prende la forma del vaso in cui può essere contenuto; egli è un corpo *liquido*; 3° Finalmente che le molecole non solo godano di perfetta mobilità le une rispetto alle altre, ma ancora si respingano vicendevolmente; allora dalla loro riunione risulterà un corpo dotato di parti mobilissime, assolutamente libere di girare le une intorno alle altre, e dotato di una espansibilità, per cui il suo volume tende costantemente ad accrescersi fino a che egli non abbia occupato tutto lo spazio libero intorno a sè, od almeno fino a tanto che la forza di ripulsione molecolare non sia equilibrata nelle varie parti del corpo dalla pressione corrispondente esercitata o dal peso delle parti superiori, o da altre cause qualunque. Un corpo siffatto è *gassoso*.

Ecco adunque i tre stati dei corpi, solido, liquido ed aeriforme o gassoso. I liquidi e i gas hanno le parti mobili e scorrevoli, onde ricevono il nome comune di *fluidi*. I primi diconsi qualche volta, impropriamente però, *fluidi incompressibili*; gli altri *fluidi aeriformi*. Molti corpi possono osservarsi sotto ciascuno dei tre stati successivamente, del che abbiamo un esempio comunissimo nell'acqua, che è solida nel ghiaccio, liquida alla temperatura ordinaria, e gassosa nei vapori.

A questi tre stati di aggregazione dei corpi alcuni ne aggiungono un quarto, che è quello della materia caotica (*caos*) o come dice Crookes, della materia radiante.

Dipendentemente dal vario modo di coesione nei corpi solidi, nascono in questi differenti proprietà, quali sono la *duttilità*, qualità per cui un corpo può tirarsi per la filiera e ridursi in fili più o meno sottili, la *malleabilità*, per cui un corpo può distendersi sotto i colpi del martello e ridursi in fogli, la *tenacità*, per cui un corpo resiste più o meno alle forze di trazione, la *mollezza*, per cui un corpo riceve facilmente l'impronta di un altro, o cede ad una mediocre pressione, come avviene alla cera, la *durezza*, qualità opposta alla precedente, ed

accoppiata nei corpi coll'elasticità, e da non confondersi colla tenacità. Solitamente i corpi più duri sono meno tenaci degli altri. Così il vetro, ancorchè meno tenace, è più duro del ferro. Infatti una punta di vetro riga il ferro, ed una di ferro non riga il vetro. Si giudica appunto del grado di durezza dei corpi dal potere che hanno di rigarsi a vicenda o non rigarsi, quando sono acuminati. Il diamante che riga tutti gli altri corpi e non è da nessuno rigato, è il più duro dei corpi conosciuti. Alcuni corpi, come il ferro, l'acciajo, il vetro, ecc. s'induriscono colla tempera.

Anche l'elasticità è una proprietà dei corpi che dipende dal modo di coesione delle loro molecole. La definizione più generale che si possa dare dell'elasticità è quella che troviamo nella *Théorie mathématique de l'élasticité* di Lamé. « Le cause che hanno assegnato alle molecole di un corpo le loro posizioni relative sono in certo modo persistenti, ossia operano continuamente; quindi se uno sforzo qualunque esterno al corpo cambia un poco e momentaneamente tali posizioni, le medesime cause tendono a ricondurre le molecole ai loro posti primitivi; questa tendenza od azione continua è quella che prende il nome di elasticità ».

L'elasticità nei solidi può manifestarsi in quattro modi distinti: per trazione, per compressione, per torsione e per flessione. Nei liquidi e ne' gas si manifesta semplicemente per compressione. Lo studio delle leggi di questi differenti modi di manifestazione dell'elasticità conduce a risultati di grande importanza pel fisico ed anche pel meccanico costruttore, il quale deve conoscere la resistenza dei materiali che impiega nelle macchine e negli edifizii.

Sebbene assai più piccola che nei solidi, esiste tuttavia anche ne' liquidi una vera coesione; anzi possiamo nella massima parte dei casi misurarne sperimentalmente il valore. Le gocce di mercurio sopra una tavola di legno e quelle dell'acqua sopra una superficie polverosa, le quali piuttosto che stendersi in forma di velo sulla tavola, assumono una figura sferoidica; le gocce pendenti da corpi bagnati in un liquido qualunque; i veli o le lamine liquide, come quella che chiude le bolle d'acqua di sapone; lo sforzo che ci vuole per distaccare dalla superficie dell'acqua un disco di vetro che vi si appoggi per una sua faccia, sono altrettanti fatti che provano la coesione dei liquidi.

Fu già questione se i liquidi fossero, o no, comprimibili, cioè se per una sufficiente pressione diminuivano di volume, o no. Le sperienze negative degli Accademici del Cimento fecero dare ai liquidi il titolo di fluidi incompressibili. È famosa a questo riguardo la sperienza con cui essi hanno tentato di comprimere l'acqua in una grande ma sottile palla d'argento lavorata di getto. Riempitala d'acqua raffreddata col ghiaccio, la serrarono con saldissima vite. Di poi cominciarono a martellarla leggermente per ogni verso, onde ammaccato l'argento, veniva a restringersi e scemare la sua interna capacità, senza che l'acqua patisse una minima compressione, poichè ad ogni colpo si vedeva trasudare per tutti i pori del metallo a guisa di mercurio, il quale, da alcuna pelle premuto, minutamente sprizzasse.

Ma più tardi Canton (1750), Oersted, Grassi ed altri fisici molti dimostrarono la comprimibilità de' liquidi premendoli in vasi a collo strettissimo, i quali prendono il nome di *piezometri*, e trovarono che tutti i liquidi diminuiscono regolarmente di volume col crescere della pressione, sebbene in grado differente. Così, per esempio, alla temperatura di zero gradi l'acqua diminuisce di 50 milionesime parti del suo volume per l'aumento di

un'atmosfera nella pressione che si esercita su di essa (corrisponde la pressione di un'atmosfera a quella di circa un chilogrammo per ogni centimetro quadrato di superficie), il mercurio diminuisce di 29 milionesimi pure per ogni atmosfera ed alla temperatura di 0°, l'etere di 111, l'alcool di 80, il cloroformio di 60, ecc. ecc.

Nei limiti delle sperienze fatte si trovò che, al diminuire della pressione, i liquidi ripigliano gradatamente ed esattamente i volumi primitivi, il che fa dire che entro i detti limiti tutti i liquidi sono perfettamente elastici. L'elasticità de' liquidi manifestasi pure nello spruzzare ch'essi fanno tutto intorno allorchè sono lanciati contro un corpo solido.

6. — PRESSIONE DEI LIQUIDI; PESO SPECIFICO.

I liquidi contenuti in un vaso premono contro le pareti di questo, e se immergiamo in essi un corpo qualunque, premono pure su di esso. Una prova che premono sulle pareti l'abbiamo da ciò, che praticato nel vaso un foro, ove arrivi il liquido, questo ne sgorga fuori; anzi considerando che la velocità dell'efflusso cresce colla profondità del foro al di sotto del livello del liquido nel vaso, si deduce che la pressione sulle pareti non è la stessa su tutte le parti di esse. Queste pressioni esercitate lateralmente non ispingono il vaso al moto, poichè esse esercitansi tutt'intorno e si elidono due a due a vicenda. Ma quando il liquido esce da un foro, esso non preme più sulla porzione di parete che al foro corrisponde, in conseguenza la pressione diventa maggiore sulla parte opposta al foro, ed il vaso tende a muoversi in questo senso. L'effetto di tale eccesso di pressione si rende sensibile collocando sopra un carro mobilissimo un alto vaso pieno d'acqua; se presso al fondo del vaso si apre un foro da cui l'acqua sgorgi con impeto verso la parte posteriore del carro, questo cammina in avanti. Tale precisamente è il modo con cui agiscono tutte le macchine a reazione.

Si dimostra che la pressione esercitata da un liquido sul fondo orizzontale del vaso che lo contiene è equivalente al peso di una colonna cilindrica o prismatica del medesimo liquido, la quale abbia per base il fondo premuto, e per altezza quella del liquido al di sopra del fondo. La pressione poi esercitata sopra una porzione piana di parete laterale è data dal peso di una colonna del liquido contenuto che abbia per base la porzione di parete che si considera e per altezza la distanza del centro di gravità di quella porzione dal livello superiore del liquido. La pressione esercitata dal liquido sulla superficie di un corpo immerso è la stessa che quella ch'esso esercita sulla parete del vaso, e ricavasi il suo valore allo stesso modo.

La risultante di tutte le pressioni esercitate dal liquido sul vaso è eguale al peso del liquido ed è diretta verticalmente all'ingiù, e la risultante di tutte le pressioni esercitate sopra un corpo immerso totalmente o parzialmente è uguale al peso del liquido di cui il corpo ha preso il posto, è diretta verticalmente all'insù ed è applicata al centro di gravità del liquido spostato.

Quest'ultima proposizione costituisce ciò che chiamano il *principio d'Archimede*, e suolsi enunciare dicendo che un corpo immerso totalmente o parzialmente in un liquido perde tanto del proprio peso quanto pesa il liquido spostato. Dicono che Archimede l'abbia trovato mentre stava in un bagno e l'abbia subito applicato alla soluzione del problema della corona d'oro propostogli dal suo re, per cui egli in un impeto d'entusiasmo, uscito dal bagno corse come si trovava gridando *eureka*.

Chiamasi peso specifico di un corpo il numero che indica quante volte il corpo pesa più o meno di un equal

volume d'acqua pura a 4° C. Il peso specifico è un rapporto, un numero astratto, e quindi non esprime chilogrammi, o libbre, od altro peso. Così diciamo che il peso specifico dell'oro è 19; ciò vuol dire che un volume qualunque di oro pesa 19 volte quello che pesa un egual volume d'acqua. Una particella minima, come un monte d'oro hanno lo stesso peso specifico. Per determinare pertanto il peso specifico di un corpo occorre di conoscere il peso di questo ed il peso di un egual volume di acqua. La bilancia ne fa conoscere facilmente questi pesi, ma la difficoltà sta nel trovare un volume di acqua eguale a quello del corpo. Applicando il principio di Archimede questa difficoltà è levata. Così si pesa nell'aria il corpo di cui si cerca il peso specifico, e poi appendendolo per un filo alla bilancia, lo si pesa totalmente immerso nell'acqua. La perdita di peso sarà il peso di un volume di acqua eguale al volume del corpo; laonde dividendo il peso del corpo nell'aria per la differenza tra le due pesate del corpo nell'aria e nell'acqua, il quoziente ci darà il peso specifico del corpo. Esempio: una palla di piombo pesa nell'aria 57 grammi, nell'acqua 52; il peso perduto è di 5 grammi, il che vuol dire che un volume di acqua eguale a quello della palla di piombo pesa 5 grammi, onde dividendo 57 per 5, il quoziente 11.4 è il peso specifico del piombo.

Si capisce come Archimede confrontando il peso specifico della corona d'oro del re Jerone col peso specifico dell'oro puro, abbia potuto riconoscere la frode dell'artefice. Ai nostri tempi, che conosciamo corpi specificamente più pesanti dell'oro, s'ingannerebbe anche Archimede.

Ecco qui una tabella dei pesi specifici di alcuni corpi solidi e liquidi alla temperatura di 0°, prendendo per unità il peso specifico dell'acqua pura a 4°.

Acqua	1.0
Legno di sughero	0.2
» abete	0.5
» salice	0.6
» larice	0.6
» ciliegio	0.7
» acero	0.7
Alcool del commercio	0.8
Legno di faggio	0.8
» frassino	0.8
» olmo	0.8
» quercia	0.9
» bosso comune	0.9
» gelso	0.9
» noce	0.9
» vite	1.2
Fosforo	1.7
Acido solforico concentrato	1.8
Calce	1.8
Mattoni	1.9
Gesso	2.5
Vetro comune	2.6
Marmo	2.7
Diamante	3.5
Zinco	6.9
Ferro fuso	7.2
Stagno fuso	7.3
Acciajo	7.8
Ferro battuto	7.8
Stagno battuto	7.8
Latta	8.4
Rame fuso	8.8
Bronzo	8.9
Rame battuto	9.0

Argento di moneta	10.4
Piombo	11.4
Mercurio liquido	13.6
» solido	14.4
Oro fuso	19.3
» battuto	19.4
Platino fuso	20.8
» battuto	21.3

7. — ADESIONE ED ALCUNI SUOI EFFETTI.

Due corpi posti a mutuo combaciamento presentano in molti casi qualche difficoltà al distacco. Così due lastre di vetro, di marmo, di piombo, ben pulite e sovrapposte l'una all'altra, richiedono talvolta uno sforzo considerevole per la loro separazione. Questa tendenza de' corpi a star riuniti insieme, quando combaciano, dicesi adesione.

L'adesione non manifestasi soltanto tra i corpi solidi, ma anche tra i liquidi, tra i solidi ed i liquidi, tra i solidi ed i gas, tra i gas ed i liquidi. Per certi corpi l'adesione si esercita prontamente ed energicamente, appena essi vengono posti a mutuo combaciamento, per altri mostrasi debole da principio, e cresce col tempo; per alcuni basta il semplice avvicinamento de' due corpi fino a mutuo contatto, per altri richiedesi una più o meno forte compressione perchè possa l'adesione manifestarsi.

Le sperienze hanno provato che, a parità di circostanze, cresce l'adesione colla compressione de' corpi gli uni cogli altri, e si modifica colla percussione, coi movimenti vibratorii, e specialmente colla variante temperatura. Essa poi cambia grandemente secondo la natura dei corpi. Tagliate trasversalmente un filo di cotone, di seta, di ferro, ecc. e rimettete subito a contatto le estremità staccate; non troverete tra le due parti adesione sensibile. Rifate la sperienza con un filo di gomma elastica, e facilmente riuscirete ad attaccare di nuovo le due parti.

Due pezzi di ferro a freddo, anche battuti, non si saldano; fateli arroventare e batteteli insieme sull'incudine, e ne otterrete l'adesione più o meno forte, secondo il grado di pulitezza delle facce. Questa pulitezza si ottiene gettando sul ferro, che si scalda, alquanto di sabbia, la quale si unisce all'ossido di ferro formando un silicato fusibile, che sottrae la superficie del ferro dal contatto dell'aria. Battendo allora il ferro sull'incudine, il silicato si stacca e salta via sotto forma di scintille di fuoco, e rimane il ferro saldato. Due pezzi di ghiaccio galleggianti sull'acqua e condotti a mutuo contatto, si saldano allo stesso modo, poichè si scaccia naturalmente lo strato di acqua che s'interponeva tra loro, e vengono a contatto diretto due facce del ghiaccio estremamente pulite. Così può spiegarsi il fenomeno che dicono del *rigelo* ed intorno al quale si sono fatti e scritti tanti lavori.

Vi sono dei corpi solidi che immersi nei liquidi si bagnano, altri no; anzi uno stesso corpo può bagnarsi in certi liquidi e non in altri, come avviene del vetro, che si bagna nell'acqua e non nel mercurio. Il velo liquido che il corpo bagnato porta con sè è un effetto dell'adesione del liquido col solido, e questa adesione è talvolta così forte, che non si può vincere con mezzi meccanici, ma bisogna ricorrere al calore.

Da ciò che un corpo non si bagna in un liquido, non si può dedurre che manchi tra di essi l'adesione. Invero per distaccare, ad esempio, una lastra di vetro ben pulita dal mercurio, col quale la si è fatta combaciare, si richiede uno sforzo proporzionale all'ampiezza della lastra. Per darsi ragione di ciò che nonostante l'adesione di un solido con un liquido, può darsi che il primo non si bagni

nel secondo, basta considerare che le particelle liquide in contatto del solido sono tenute presso di questo per la forza di adesione e nel medesimo tempo stanno riunite al resto della massa liquida per la coesione delle parti di questa. Se l'adesione del liquido pel solido è più forte della coesione del liquido con se stesso, estratto il solido, lo troviamo bagnato; l'opposto avviene, se la coesione vince l'adesione.

Per l'azione combinata di queste due forze nascono nei liquidi in contatto coi solidi fenomeni particolari, ai quali fu dato il nome di *capillari*, o di *capillarità*. Se immergiamo parzialmente in un liquido un solido che ne sia bagnato, vediamo il liquido sollevarsi tutto intorno al solido al di sopra della linea d'immersione e formare un labbro sagliente, che termina superiormente in istrato sottilissimo, e che se non sale fino alla sommità del solido, è solo perchè è arrestato dalla forza di gravità e dalla coesione colla massa liquida sottostante, le quali due forze equilibrano quelle per cui il liquido sale. Immerso invece un corpo, che non si bagni, in un liquido, vedesi questo formare tutt'intorno a quello presso la linea d'immersione un lembo o labbro discendente.

Per le stesse cause immergendo parzialmente e verticalmente in un liquido un tubo aperto ai due capi e di diametro interno piccolo (se il tubo è di diametro interno piccolissimo e paragonabile alla grossezza di un capello, il fenomeno si manifesta su di una scala più estesa, ed è da questo, che i fenomeni, di cui si ragiona, furono detti di *capillarità*), vediamo il liquido sollevarsi nel tubo al disopra del livello esterno, e prendere superiormente una superficie concava, oppure deprimersi al disotto e mostrare una superficie convessa, secondo che la materia del tubo è bagnabile o no nel liquido. Fenomeni analoghi avvengono tra due lastre parallele o ad angolo immerse parzialmente in un liquido qualunque ed abbastanza vicine. In tubi di diametro interno piccolissimo e tra lamine vicinissime le elevazioni e le depressioni descritte possono divenire grandissime. Le elevazioni, ad esempio, di un liquido in tubi che in esso si bagnano, sono in ragione inversa de' loro diametri: così se l'acqua si eleva di 30 millimetri in un tubo di vetro del diametro di un millimetro, si eleverà all'altezza di tre metri in un tubo di materia qualunque bagnabile nell'acqua, e del diametro di un centesimo di millimetro.

Per l'adesione de' solidi coi liquidi l'acqua ed il vino posti in un bicchiere si sollevano alquanto intorno alla parete di esso al di sopra del loro livello; un pezzo di zucchero o di mollica di pane s'inzuppa intieramente ancorchè immerso solo in parte nell'acqua; l'olio della lampada si solleva pel lucignolo e va ad alimentare la fiamma; gli umori scorrono dalle radici alla cima delle piante e si distribuiscono regolarmente nel corpo degli animali. Pongasi un grosso filo di cotone, od un pannolino bagnato, a cavalcioni della parete di un vaso contenente acqua in modo che il filo internamente vada fino al fondo del vaso, ed esternamente il suo capo libero sia inferiore al fondo stesso ed in contatto con una tavola umida; per la capillarità l'acqua del vaso salirà pel filo, e condotta dal medesimo, discenderà esternamente, uscendo pel capo libero, ed in poche ore può in tal modo anche interamente vuotarsi il vaso.

Per l'adesione de' liquidi tra di loro avviene talvolta che una goccia di un liquido, lasciata cadere sopra di un altro, conservi la sua figura globulare e scorra su questo qualche tempo prima di distendersi sopra; altre volte, secondo la natura de' liquidi, la goccia caduta si distende immediatamente, dando luogo a movimenti e fenomeni particolari che, studiati da Fusinieri e da molti

altri fisici, specialmente italiani, condussero ad importanti conseguenze. Alcuni tentarono di applicare questi fenomeni per riconoscere la purezza o la mescolanza degli olii di varie qualità.

I gas hanno essi pure una speciale forza di adesione coi solidi e coi liquidi, per cui frequentemente non solo si condensano alla superficie di questi, ma ancora vi penetrano per entro, dando origine ad assorbimenti talvolta grandissimi, e cagione di riscaldamento, ed in alcuni casi, d'incendii. La lampada di Döbereiner è una applicazione di questa proprietà.

Tra i molteplici fenomeni, che probabilmente dipendono dall'adesione dell'aria coi liquidi e coi solidi, si possono citare i due seguenti. Plinio disse, e Franklin e dopo lui molti altri provarono che uno strato d'olio può placare il mare irato. Un barile d'olio spiana le onde rotte probabilmente perchè sottrae l'acqua dal contatto dell'aria. Avendo questa maggior adesione per l'acqua che non per l'olio, il vento trascina facilmente dietro di sé le acque, e scorre invece sull'olio senza avervi presa.

L'altro fenomeno è la sospensione del pulviscolo e dei corpi ridotti a grande sottigliezza nell'aria. Lo strato di aria aderente a questi corpuscoli, nel quale è possibile che si manifestino delle polarità particolari, analoghe a quelle che si osservano nella limatura di ferro sospesa ad una calamita, può benissimo essere più rado che il resto dell'aria, e pel principio d'Archimede, aver forza sufficiente da reggere questi corpuscoli, od almeno da renderne la caduta estremamente lenta. Essi, per conseguenza, obbediscono ad ogni movimento dell'aria, e sono con questa portati in quegli infiniti rivolgimenti che possiamo ammirare in un fascio di luce solare che penetri in una camera oscura.

Dalle stesse forze di adesione e di coesione combinate e dalla forza di diffusione de' liquidi e de' gas, che è una conseguenza di quelle, nascono ancora i fenomeni che dicono di *osmosi*. Dividasi in due parti la capacità di un vaso col mezzo di una membrana verticale sottile, e si versino nelle due parti due liquidi differenti fino ad un'altezza determinata, in modo che i liquidi siano separati l'uno dall'altro dalla membrana. Se i due liquidi sono di natura da diffondersi l'un nell'altro e mescolarsi, come l'acqua e l'alcool, ad esempio, e la membrana sia di materia conveniente, in capo a qualche tempo si troverà una variazione di livello ne' due liquidi. Passano tutti e due a traverso la membrana, e si trovano mescolati insieme nelle due parti del vaso, ma uno di essi passa in maggior copia che l'altro indipendentemente dalla loro differenza di livello. L'acqua, ad esempio, anche con minor livello, penetrerebbe nell'alcool e farebbe alzare il livello di questo anche molto considerevolmente al di sopra del suo proprio.

Questa diffusione reciproca avviene anche tra due gas separati da una membrana. Così una vescica piena di aria in un recipiente pieno di acido carbonico si gonfia a segno da rompersi per la penetrazione dell'acido carbonico a traverso la pelle della vescica in virtù della grande tendenza che ha di diffondersi nell'aria. I fenomeni di osmosi, studiati da prima da Dutrochet, e poscia da molti e molti fisici, sono in continua attività nell'economia animale e vegetale. Dutrochet fu uno dei primi ad applicare alla fisiologia i risultati sperimentali relativi all'osmosi, ed oggi non vi ha più fisico che non ne riconosca la grande importanza. Da alcuni anni a questa parte, studiando le differenze di attività osmotica delle varie sostanze, si trovò modo di fare dell'osmosi quasi uno strumento di analisi chimica. Il signor Dubrunfaut fu il primo (1854) ad applicare l'osmosi in questo senso

e ne tirò un utilissimo partito, estraendo coll'osmometro di Dutrochet dalla melassa di barbabietole gran parte dello zucchero, che andava altrimenti perduto. Il signor Graham poi, co' suoi studi sulla diffusione dei liquidi, creò il metodo da lui detto di *dialisi*, che è una delle più belle applicazioni moderne della fisica alla chimica.

8. — DEI GAS; PESO E PRESSIONE DELL'ARIA.

I gas, come già si disse, distinguonsi per la loro espansibilità, della quale non si conoscono i limiti. Chiusi in un vaso, tendono a dilatarsi, e premono in conseguenza sulle pareti di questo tanto più, quanto più si cerca di ridurli a minor volume, e trasmettono le pressioni, ricevute dall'esterno, in tutti i sensi egualmente.

Tutti i gas sono pesanti, ma gli antichi pare non conoscessero punto questa loro qualità, attribuendo ai medesimi una tendenza, come dicevano, alla circonferenza, quasi avessero un peso negativo, e ciò anche dopo che Aristotile aveva già affermato che un otre pieno di aria condensata pesa più che un otre vuoto. Per trovare sperimenti e considerazioni che provino che l'aria pesa, bisogna venire fino al secolo XVI, quando Benedetti confermò la speranza di Aristotile dell'aria condensata nell'otre e spiegò l'effetto delle ventose, e Cardano dedusse il peso dell'aria dal fenomeno delle rifrazioni atmosferiche e dalla resistenza che essa oppone alla caduta dei gravi.

Galileo fu il primo che abbia cercato di determinare colla bilancia il peso dell'aria (Giornata 1^a, dialogo 1^a, *Intorno a due scienze nuove*) e vi riuscì condensando fino ad un quarto del suo volume l'aria di un fiasco coll'introdurvi per forza dell'acqua. Pesato il fiasco, e fatta poscia uscire l'aria condensata fino a che il quarto della capacità libera del vaso contenesse aria diradata come prima, pesò di nuovo. La differenza delle due pesate era il peso dell'aria uscita. Trovò in questo modo che l'aria ordinaria, a parità di volume, pesa un quattrecentesimo circa di quel che pesa l'acqua, risultato erroneo, ma che a quei tempi poteva ritenersi come una vera scoperta. Veramente l'aria, alla pressione di un'atmosfera ed a zero gradi, pesa la 773^{ma} parte di quel che pesa l'acqua.

Se l'aria pesa, essa necessariamente deve premere sui corpi che in essa si trovano, come dimostrò il genovese Giovanni Battista Baliani in alcune lettere dirette a Galileo; ma chi ebbe la gloria di porre fuori d'ogni dubbio questa verità fu Evangelista Torricelli, il quale, per spiegare come l'acqua sale nelle trombe aspiranti e nel vuoto ad altezze limitate, rigettò la ragione che adducevasi dell'orrore che ha la natura pel vuoto, e fece la famosa speranza che porta il suo nome.

Riempiuto di mercurio un tubo di vetro rettilineo chiuso ad un capo, lungo poco meno di un metro e del diametro di alcuni millimetri, lo si chiude col dito, e si capovolge, immergendone l'apertura entro ad un po' di mercurio contenuto in una vaschetta.

Finchè il tubo è chiuso, il mercurio sta in esso e lo riempie; ma, rimosso il dito, il mercurio discende nel tubo di alcuni centimetri, e vi si arresta ad un'altezza di 70 a 76 centimetri al di sopra del mercurio della vaschetta. Nel tubo sopra al mercurio rimane il vuoto che dicono *torricelliano* o *barometrico*.

Chi tiene il mercurio così sollevato nel tubo? Non l'orrore della natura pel vuoto, perchè il vuoto c'è e rimane al di sopra di esso. Torricelli diede la vera ragione, attribuendo il fatto alla pressione dell'aria. L'aria preme sul mercurio della vaschetta, ma non su quello del tubo, e per l'equilibrio si richiede che la colonna

di mercurio nel tubo si sollevi di tanto, che la sua pressione in giù equilibri la pressione dell'aria esterna.

Partendo dalla legge d'equilibrio dei fluidi eterogenei in vasi comunicanti, per la quale le altezze di tali fluidi al disopra della superficie di loro separazione debbono essere in ragione inversa della loro densità, supponendo l'atmosfera omogenea e di altezza nota, dall'altezza del mercurio che nel tubo torricelliano le fa equilibrio, si potrebbe dedurre il rapporto della densità del mercurio e dell'aria; viceversa, conoscendo questo rapporto e l'altezza del mercurio, se ne deduce l'altezza dell'atmosfera supposta omogenea. Ora si sa che la densità del mercurio a 0° vale 10516 volte quella dell'aria pura a 0°, e sotto la pressione di 76 centimetri di mercurio; dunque l'altezza dell'atmosfera supposta omogenea al di sopra del livello del mare, ove il mercurio nel tubo torricelliano sta in media all'altezza di 76 centimetri su quello della vaschetta, sarebbe 10516 volte 76 centimetri, ossia di 7992 metri. Ma l'aria, ben lungi dall'essere una densità costante, va diradandosi rapidamente a misura che si sale in alto, quindi l'altezza dell'atmosfera dev'essere di molto maggiore. Lo studio della luce crepuscolare e l'osservazione delle stelle cadenti fanno giudicare che l'aria atmosferica si sollevi per lo meno all'altezza di cinque o seicento chilometri.

Pertanto la speranza di Torricelli c'insegna che la pressione dell'aria sopra una superficie qualunque è equivalente al peso di una colonna di mercurio che abbia per base la superficie premuta, e per altezza l'altezza del mercurio nel tubo torricelliano sopra il mercurio della vaschetta nel sito ove sta la superficie premuta. Supponiamo la superficie di un centimetro quadrato; una colonna di mercurio che abbia questa base, pesa 13 grammi e 6 decimi ad ogni centimetro di altezza. Quindi se vogliamo conoscere qual è la pressione esercitata dall'aria sulla superficie di un centimetro quadrato in un sito qualunque, basterà misurare qual è in questo sito la differenza di livello del mercurio nel tubo torricelliano e nella vaschetta, e moltiplicare gr. 13·6 pel numero dei centimetri esprimente questa differenza. Al livello del mare tale differenza è in media di 76 centimetri, dunque ivi la pressione dell'aria sopra un centimetro quadrato di superficie è di gr. $13\cdot6 \times 76 = 1033\cdot6$, ossia poco più di un chilogrammo. Tale pressione sulla superficie di un metro quadrato sarà di circa 10 mila chilogrammi; la superficie di un uomo di statura media si ritiene di circa un metro quadrato e mezzo; dunque un uomo di statura media al livello del mare, o poco sopra, sopporta per parte dell'aria una pressione di 15 mila chilogrammi. Questa enorme pressione non lo incomoda nei suoi movimenti, perchè essa esercitarsi egualmente tutto intorno, e le pressioni laterali opposte si elidono, e la risultante di tutte le pressioni sull'intero corpo, pel principio d'Archimede, è uguale al peso dell'aria spostata dal corpo, e diretta verticalmente in su. Non solamente questa pressione non è incomoda, ma essa è assolutamente necessaria per la vita, poichè, senza di essa, i vasi sanguigni si dilaterebbero, ed i più delicati si romperebbero e ne spicchierebbe il sangue, come avviene a chi viaggia sulle altissime montagne, ed agli aeronauti nelle grandi ascensioni in un'aria grandemente rarefatta.

La pressione dell'atmosfera su tutta la superficie della terra è uguale al peso di un mare di mercurio che circondi l'intero globo e della profondità di 76 cm.

La spiegazione di Torricelli trovò in principio molti contraddittori, ma l'evidenza dei fatti finì per farla trionfare. Molto contribuì a porre un termine alle pole-

miche sorte a quei tempi la speranza di Pascal, il quale fece portare dal suo cognato Périer lungo la salita del Puy-du-Dôme l'apparecchio di Torricelli, e riconobbe che l'altezza della colonna di mercurio sopra il livello del mercurio della vaschetta va scemando a misura che l'apparecchio è portato in alto. Questo fatto si spiega naturalmente, poichè, se l'aria ha peso, ogni strato di essa gravita sugli strati sottostanti, e la pressione in essa, come nei liquidi, dev'essere tanto minore, quanto minore è l'altezza dell'aria soprastante al sito dell'osservazione.

Le pressioni si misurano in atmosfere, od anche in altezze di mercurio o d'acqua. La pressione di un'atmosfera è quella che esercita una colonna di mercurio alta 760 millimetri e vale 1033.6 grammi per ogni centimetro quadrato di superficie; è la pressione media dell'atmosfera al livello del mare. Altro è la *pressione di una atmosfera*, altro la *pressione dell'atmosfera*: quella è una pressione determinata e presa per unità di misura, mentre questa varia col variare del sito, ove la si considera, ed anche col variare del tempo. Sovente dicesi che la pressione è di tanti centimetri o millimetri di acqua o di mercurio, e ciò vale quanto dire che la pressione è quella che eserciterebbe una colonna di acqua o di mercurio di quei tanti centimetri o millimetri di altezza.

Le pressioni, misurate in atmosfere od in colonne liquide, non sono assolute, ma variano col variare della superficie su cui si esercitano. Conoscendo la superficie e la densità del liquido, se ne deduce il valore assoluto od in peso.

9. — BAROMETRO.

L'apparecchio della speranza di Torricelli prende il nome di *barometro*; esso misura in ogni luogo ed in ogni tempo la pressione dell'aria atmosferica, la qual cosa lo rende atto a varie applicazioni ed uno de' più importanti strumenti della fisica. Quindi molti si occuparono della sua costruzione, e nacquero barometri di varie forme.

Così abbiamo il barometro a vaschetta fisso, il barometro a vaschetta portatile, il barometro a sifone fisso, il barometro a sifone portatile, il barometro a quadrante, il barometro a bilancia, il barometro galleggiante, il barometro aneroido, ecc.

Il tubo di Torricelli, capovolto nella vaschetta e fisso verticalmente ad un muro o ad una tavoletta, costituisce il barometro fisso. Sulla tavoletta sta la scala per la misura della differenza di livello del mercurio nella vaschetta e nel tubo, ed ogni costruttore aggiunge alla scala qualche congegno particolare onde ottenere esattamente quella differenza nonostante il cambiamento di livello del mercurio ne' due vasi comunicanti.

Se il livello nella vaschetta fosse costante, ed all'altezza della divisione zero della scala, la lettura della divisione corrispondente al livello superiore basterebbe per un'osservazione barometrica; ma se cresce o se diminuisce la pressione, passa del mercurio dalla vaschetta nel tubo, o viceversa, e si rende necessaria una doppia lettura per ogni osservazione. Nei barometri ordinari, che trovansi in commercio, si ottiene il risultato con una sola lettura, dando alla vaschetta una larghezza considerevole rispetto alla sezione del tubo. Il poco mercurio, che passa da questo a quella o viceversa, fa variare di pochissimo il livello nella vaschetta, e per una osservazione volgare, questa variazione si può trascurare.

Nel barometro a vaschetta portatile, detto di Fortin, si ovvia al descritto inconveniente in una maniera semplicissima. La vaschetta è stretta e cilindrica, ed ha un fondo mobile di pelle di camoscio che si fa alzare od abbassare convenientemente, mediante una vite, ad ogni osservazione, finchè il livello del mercurio in essa si trovi all'altezza dello zero della scala. Un coperchio, che chiude fissamente la vaschetta, porta inferiormente un piccolo cono di avorio colla punta rivolta all'ingiù e precisamente all'altezza dello zero. Si fa muovere il fondo tanto, che il mercurio nella vaschetta venga ad affiorare la punta del cono, la qual cosa l'osservatore riconosce facilmente, osservando ad un tempo, mentre gira la vite, il cono e la sua immagine vista per riflesso nel mercurio. Lo zero sarà raggiunto quando la punta dell'immagine tocca la punta del cono. Un forellino così piccolo, che non possano formarsi in esso due correnti, una di mercurio che esce, e l'altra d'aria che vi entra, è praticato nel coperchio. L'aria, che penetra per esso, preme sul mercurio della vaschetta e fa equilibrio alla colonna barometrica.

Tale apparecchio, appeso verticalmente, serve a misurare la pressione atmosferica con precisione. In caso lo si voglia trasportare con noi in un viaggio, si gira la vite del fondo e si fa sollevare il mercurio tanto, che questo riempia la vaschetta e salga nel vuoto torricelliano fino alla sommità del tubo, del che ci accorgiamo dal colpo del mercurio contro il vetro superiormente.

Allora l'apparecchio si può capovolgere senza pericolo che vi entri dell'aria; lo si mette in un astuccio e si porta capovolto ove si vuole. È questo il barometro ora più generalmente in uso non solo nei viaggi, ma ancora negli osservatorii meteorologici. Il tubo di vetro fisso alla vaschetta sta in una custodia di ottone munita superiormente di una spaccatura longitudinale, onde poter osservare internamente il livello del mercurio. La scala, divisa in centimetri e millimetri, non è completa dalla vaschetta alla sommità, è costrutta solo la parte che corrisponde al livello superiore, ma il suo zero è all'altezza della punta d'avorio. Per evitare nella lettura l'errore di parallasse, vi ha lungo il tubo un cursore che si fissa ad ogni volta all'altezza del livello del mercurio; il cursore stesso porta un nonio che serve a leggere i decimi ed anche i centesimi di millimetro.

Se ripieghiamo il tubo torricelliano ad U, con un braccio lungo e chiuso, e l'altro corto ed aperto, lo riempiamo di mercurio e lo drizziamo, essendo il braccio chiuso abbastanza lungo, il mercurio discenderà in esso, lasciando superiormente il vuoto, e vi starà sollevato al di sopra del mercurio del braccio corto di una quantità che misura la pressione dell'aria su questo. Ecco il barometro a sifone, che si adoperò lungo tempo negli osservatorii. Gay-Lussac lo rese portatile con particolari strangolature e restringimenti del tubo. Questi barometri non sono più in uso.

Il barometro a quadrante non è altro che un barometro a sifone, in cui sul mercurio del braccio corto si è posto un galleggiante di ferro che si alza e si abbassa col mercurio stesso. Al galleggiante è unito un filo che fa un giro su di una puleggia, la quale girerà sul suo asse ogni volta che si alzerà o si abbasserà il galleggiante; un indice portato dall'asse della puleggia segna su di un circolo graduato il movimento del mercurio, e per conseguenza la pressione dell'aria. Il barometro sta dietro al cerchio e non si vede, e si può dare all'apparecchio una forma elegante, che serva d'ornamento in una sala.

Chi volesse reggere colla mano il tubo del barometro

a vaschetta, dovrebbe sopportare, oltre al peso del tubo, il peso della colonna di mercurio sollevata sopra il livello della vaschetta. Variando la pressione dell'atmosfera, varia pure in proporzione l'altezza della colonna barometrica, e perciò anche il peso che deve sopportare chi regge il tubo del barometro. Quindi se sospendasi il tubo pel suo capo superiore ad un braccio di bilancia, i pesi che debboni mettere sul piatto opposto di questa per equilibrare il tubo, potranno far conoscere la pressione atmosferica. Se invece di attaccare il tubo ad un braccio di bilancia, si fissa il medesimo ad un braccio di leva a gomito, il peso variabile della colonna barometrica farà innalzare od abbassare questo braccio, mentre il braccio opposto, più lungo, segnerà sopra un arco corrispondente la pressione barometrica. E questo il principio, su cui è fondato il barometro a bilancia, già conosciuto nel secolo passato, e nuovamente inventato dal padre Secchi, il quale strumento, mediante un lapis portato dal braccio di leva indicatore ed un foglio di carta messo in moto da un orologio, registra da sé in modo continuo la pressione atmosferica.

Invece di attaccare il tubo barometrico ad un braccio di leva, se lo fissiamo ad un galleggiante sul mercurio della vaschetta, è chiaro che ad una elevazione del mercurio nel tubo corrisponderà una maggiore immersione del galleggiante, e viceversa. Dando al galleggiante una forma conveniente, si riesce a rendere gli abbassamenti e gli innalzamenti suoi sul mercurio della vaschetta proporzionali alle variazioni della pressione; ed ecco un'idea del barometro galleggiante.

Il barometro *aneroido*, o metallico, come dicono alcuni (aneroido deriva da *an*, non, e *roide*, umido; che non contiene umido o liquido; notisi che anche il barometro a mercurio è metallico), ideato e costruito per la prima volta dallo spagnuolo Vidi, che consumò per esso la fortuna e la vita, mentre altri, dopo lui, si arricchirono colla sua invenzione, consiste generalmente in una scatola d'acciajo vuota d'aria a basi elastiche e flessibili in modo che cedano ed ubbidiscano ne' loro movimenti alle variazioni della pressione esterna. Con un congegno

particolare il movimento delle facce si trasmette ingrandito ad una lancetta, che segna su di un cerchio graduato la pressione atmosferica.

Si costruiscono ora barometri aneroidi di grande precisione e di così piccola mole che non eccedono le dimensioni di un orologio da tasca. La loro graduazione si fa confrontandoli con un buon barometro a mercurio. Essi sono però in generale pigri ne' loro movimenti, ed allorchè avviene un rapido e forte cambiamento di pressione, ritardano a darne l'indicazione; nell'uso dei medesimi conviene frequentemente confrontarli col barometro a mercurio, il quale è e sarà sempre il migliore degli strumenti per la misura delle pressioni.

Quest'ultimo dev'essere fatto con mercurio purissimo e privo di bollicine di vapore d'acqua o d'aria. Perchè le osservazioni barometriche siano comparabili bisogna correggerle dall'effetto della capillarità, per la quale il mercurio si deprime sempre alquanto nei tubi di vetro ristretti, e dall'effetto delle variazioni di temperatura, per la quale dilatandosi o restringendosi il mercurio, cambia la densità di esso, e richiedonsene colonne di varia altezza per equilibrare una medesima pressione. La correzione di capillarità è una costante per ciascun barometro, e la si determina una volta per sempre; quella di temperatura è data da tavole e la si applica assai comodamente.

Chi non possiede le tavole, può calcolare la correzione colla seguente regola: si moltiplica l'altezza barometrica, osservata ed espressa in millimetri, per la temperatura del mercurio del barometro espressa in gradi centesimali, ed il prodotto che si ottiene, si moltiplica ancora per la frazione decimale 0.0001614. Il risultato dà la riduzione, la quale si sottrae dall'altezza osservata, se la temperatura è sopra lo zero, e si aggiunge, se è sotto. In altri termini, essendo A l'altezza barometrica a 0° , a l'altezza osservata alla temperatura centigrada t , sarà $A = a - 0.0001614 at = a(1 - 0.0001614 t)$.

Chi vuole evitare quest'operazione, può ricavare la correzione abbastanza approssimata dalla seguente tabella:

Riduzione del barometro a 0° .

Altezza osservata del barometro	TEMPERATURA CENTIGRADA								
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
450	0.073	0.145	0.218	0.291	0.363	0.436	0.508	0.581	0.654
500	0.081	0.161	0.242	0.323	0.403	0.484	0.565	0.646	0.726
550	0.089	0.178	0.266	0.355	0.444	0.533	0.621	0.710	0.799
600	0.097	0.194	0.290	0.387	0.484	0.581	0.678	0.775	0.872
650	0.105	0.210	0.315	0.420	0.524	0.629	0.734	0.839	0.944
700	0.113	0.226	0.339	0.452	0.565	0.678	0.791	0.904	1.017
750	0.121	0.242	0.363	0.484	0.605	0.726	0.847	0.968	1.089

Esempio: Il barometro segna 650^{mm} alla temperatura di 8° gradi; nella linea orizzontale segnata 650 e nella colonna segnata 8° trovasi la correzione 0.839; onde la pressione, ridotta a zero, sarà 649^{mm}.161. Se invece di + 8° la temperatura fosse di - 8°, la pressione corretta sarebbe 650^{mm}.839.

Ancorchè le temperature nella tavola non siano spinte che a 9°, tuttavia questa serve per qualunque temperatura. *Esempio:* Alla temperatura di 23° il barometro segna 700 millimetri. Nella linea orizzontale corrispondente a 700 trovo nella colonna di 2° la correzione 0.226; moltiplicandola per 10, avrò la correzione per 20° eguale

a $2^{\text{mm}}26$, alla quale aggiungendo la correzione 0.339 , che corrisponde a 3° , ottengo la correzione cercata eguale a $2^{\text{mm}}599$. Se la pressione barometrica non è una di quelle della tavola, si trova la correzione quasi ad occhio, o meglio con una proporzione, deducendola dalle correzioni corrispondenti alle pressioni esistenti nella tavola, e più prossime alla pressione nostra attuale. Così, vogliasi la riduzione a 0° della pressione di 735^{mm} alla temperatura di 15° . La correzione corrispondente a 700^{mm} sarebbe $1^{\text{mm}}695$, e quella a 750^{mm} $1^{\text{mm}}815$; la differenza di queste due correzioni è 0.12 , mentre la differenza corrispondente delle due pressioni della tavola è di 50 millim., e la differenza tra la minore di queste due e la nostra è di 35 millim. Avremo dunque la correzione cercata aggiungendo alla correzione 1.695 i 35 cinquantesimi, ossia i 7 decimi di 0.12 , il che fa 0.07 , e si otterra 1.765 . Pertanto la pressione corretta sarà $735 - 1.765 = 733.235$, ossia $733^{\text{mm}}.2$, perchè difficilmente in questi calcoli, come pure nell'osservazione diretta del barometro, si spinge l'esattezza al di là dei decimi di millimetro. Tenendo presente quest'ultima considerazione, chi ha un po' di pratica, con un colpo d'occhio sulla tabella trova quasi immediatamente la correzione senza alcuna operazione in iscritto.

L'altezza della colonna barometrica varia non solo col variare dell'altezza, a cui lo strumento è portato al di sopra del livello del mare, ma anche in un medesimo luogo essa non è costante, e può variare considerevolmente. Così all'osservatorio astronomico di Torino abbiamo pressioni che variano da 710 a 760 millimetri secondo il tempo. Al livello del mare varia da 730 a 780 millimetri. Il movimento di variazione non si fa a salti, ma gradatamente e lentamente, cosicchè di rado avviene in un'ora il cambiamento di un millimetro.

In ciascun osservatorio si fanno le osservazioni barometriche molte volte al giorno, e se ne calcolano le medie orarie, giornaliere, decadiche, mensili ed annue. Dopo una lunga serie di anni se ne consegue la media locale.

Le variazioni barometriche sono di due specie: regolari ed irregolari. Le prime sono periodiche. Così la pressione atmosferica manifesta generalmente nella giornata due massimi e due minimi. Essa è massima il mattino dalle 9 alle 10 ; va scemando fin verso le 4 pom. per tornare a crescere fin verso le dieci di sera, ora, a cui avviene il secondo massimo. Un altro minimo si manifesta verso le quattro del mattino. Cambiano però alquanto da paese a paese le ore dei massimi e dei minimi. L'estensione di queste oscillazioni giornaliere e regolari è di 3 a 4 millimetri nei paesi equatoriali, e va scemando verso i poli. La sua causa non è ancora nota, ma si attribuisce dai più alle variazioni giornaliere della temperatura. Abbiamo pure una variazione periodica annua, essendo l'ampiezza delle oscillazioni regolari diurne più grande in inverno che in estate, ed anche in media maggiore la pressione invernale che non l'estiva.

Si osservano poi nella pressione atmosferica variazioni irregolari molto più estese che non le regolari. Esse osservansi specialmente nei cambiamenti del tempo, come nel passaggio dalle piogge ai forti venti, ecc., e pajono avere col tempo una relazione, che non è però ancora ben conosciuta. Che questa relazione debba esistere è affatto naturale, poichè le variazioni barometriche succedono pel succedersi delle ondate atmosferiche. L'aria è continuamente agitata, e se potissimo vederla dal di sopra, vi scorgeremmo delle onde continue scorrere qua e là ed accavallarsi come quelle del mare, ma

su di una scala molto maggiore. Se l'altezza delle onde del mare raggiunge alcuni metri, quella delle onde dell'atmosfera dev'essere superiore ad alcune decine di chilometri. Ora, se passa su di noi un'onda elevata, è chiaro che la pressione corrispondente atmosferica deve essere maggiore di quella che corrisponde ad un'onda depressa. Quindi le variazioni barometriche corrispondono ai passaggi di queste ondate ed alle agitazioni dell'aria, nella quale i principali fenomeni meteorologici hanno sede, e non fa stupire che fra questi e quelle vi sia un legame, per cui gli uni si possano dalle altre dedurre.

Con tutto ciò le tavolette, di cui si muniscono i barometri del commercio, e che portano le indicazioni del bel tempo, del tempo variabile, del vento, della pioggia ed anche del terremoto, sono ben lungi dal somministrare avvertimenti utili od un probabile pronostico del tempo. Il dotto rigetta queste tavolette e studia pazientemente l'andamento della pressione barometrica in rapporto al tempo, e vi scorge relazioni, la cui cognizione può essere utile, e le quali variano da paese a paese, a seconda dell'elevazione sul livello del mare e della posizione rispetto a laghi, selve, monti, ecc. Queste relazioni non dipendono da un'altezza determinata della colonna barometrica, bensì dal movimento ascendente o discendente più o meno celere della pressione. In questo senso, le osservazioni barometriche divengono preziose in molti casi, e specialmente nella marina, e combinandole colle notizie del tempo trasmesse telegraficamente da varii e lontani paesi, possiamo su di esse fondare dei pronostici, la cui utilità è ora fuori di contestazione.

La misura delle altezze, o come si dice, la *livellazione* barometrica è pure una delle belle applicazioni dello strumento di cui ragioniamo. Se la diminuzione di altezza del mercurio nel barometro a misura che si sale in alto, fosse proporzionale all'altezza a cui si sale, od avesse con quest'altezza una relazione costante e conosciuta, sarebbe facilissima la determinazione delle altezze al di sopra del livello del mare. Ma essa dipende dalla varia temperatura e dal vario grado di umidità dell'aria, cosicchè essa segue una legge tuttora incognita. Si sono tuttavia costrutte delle formole, mercè cui, date le altezze barometriche in due stazioni differenti, e le temperature corrispondenti alle medesime, si deduce con un calcolo abbastanza semplice la differenza di livello tra le due stazioni. Così può misurarsi l'altezza delle montagne e delle ascensioni aerostatiche. Si adopera per ciò generalmente la formola di Laplace, il cui calcolo è grandemente abbreviato colle tavole numeriche, le quali si stampano annualmente nell'*Annuaire du Bureau des longitudes* di Parigi.

Allorchè si viaggia in montagna con un buon barometro, od anche semplicemente con un aneroido, osservando il numero dei millimetri, di cui va man mano scemando la pressione atmosferica a misura che andiamo in alto, possiamo ad ogni momento e quasi senza calcolo (bastando una moltiplicazione numerica) conoscere l'altezza a cui ci troviamo al di sopra del punto di partenza, ed anche del livello del mare, sapendo di quanto cresce l'altezza per la diminuzione di un millimetro nella pressione. Tale altezza cambia col cambiare della temperatura dell'aria e della pressione segnata dal barometro, e si costrussero delle tavole nelle quali per ciascuna pressione e per ciascuna temperatura corrispondente quell'altezza è data. Potendo una di queste tavole riescire utile a meglio d'uno de' nostri lettori, ne darò qui una che ogni alpinista munito di barometro dovrebbe nei suoi viaggi sempre avere con sé.

Temperatura	P R E S S I O N I I N M I L L I M E T R I																Temperatura	
	735	745	755	765	775	785	795	805	815	825	835	845	855	865	875	885		
0°	10-558	10-695	10-838	10-986	11-137	11-298	11-462	11-616	11-790	11-982	12-164	12-349	12-545	12-750	12-961	13-177	13-399	13-627
2	10-643	10-781	10-925	11-074	11-225	11-388	11-553	11-709	11-885	12-078	12-261	12-448	12-646	12-853	13-066	13-284	13-507	13-736
4	10-728	10-867	11-012	11-162	11-315	11-478	11-644	11-802	11-980	12-174	12-358	12-547	12-747	12-956	13-171	13-391	13-615	13-845
6	10-813	10-953	11-099	11-250	11-404	11-568	11-735	11-895	12-075	12-270	12-455	12-645	12-848	13-059	13-276	13-498	13-723	13-954
8	10-898	11-039	11-186	11-338	11-493	11-658	11-826	11-988	12-170	12-366	12-552	12-745	12-949	13-162	13-381	13-605	13-831	14-063
10	10-983	11-125	11-273	11-426	11-582	11-748	11-917	12-081	12-265	12-462	12-649	12-844	13-050	13-265	13-486	13-712	13-939	14-172
12	11-068	11-211	11-360	11-514	11-671	11-838	12-008	12-174	12-360	12-558	12-746	12-943	13-151	13-368	13-589	13-819	14-047	14-281
14	11-153	11-297	11-447	11-602	11-760	11-928	12-099	12-267	12-455	12-654	12-843	13-042	13-252	13-471	13-696	13-926	14-155	14-390
16	11-238	11-383	11-534	11-690	11-849	12-018	12-190	12-360	12-550	12-750	12-940	13-141	13-353	13-574	13-801	14-033	14-263	14-499
18	11-323	11-469	11-621	11-778	11-938	12-108	12-281	12-453	12-645	12-846	13-037	13-240	13-454	13-677	13-906	14-140	14-371	14-608
20	11-408	11-555	11-708	11-866	12-027	12-198	12-372	12-546	12-740	12-942	13-134	13-339	13-555	13-780	14-011	14-247	14-487	14-725
22	11-493	11-641	11-795	11-954	12-116	12-288	12-463	12-637	12-835	13-038	13-231	13-438	13-656	13-883	14-116	14-354	14-597	14-835
24	11-578	11-727	11-882	12-042	12-205	12-378	12-554	12-732	12-930	13-134	13-328	13-537	13-757	13-986	14-221	14-461	14-705	14-953
26	11-663	11-813	11-969	12-130	12-294	12-468	12-645	12-825	13-025	13-230	13-425	13-636	13-858	14-089	14-326	14-568	14-813	15-064
28	11-748	11-899	12-056	12-218	12-383	12-558	12-736	12-918	13-120	13-326	13-522	13-735	13-959	14-192	14-431	14-675	14-911	15-153
30	11-833	11-985	12-143	12-306	12-472	12-648	12-827	13-011	13-215	13-422	13-619	13-834	14-060	14-295	14-536	14-782	15-019	15-262

Altezza in metri per un millimetro di pressione secondo le diverse pressioni e temperature dell'aria.

Un esempio farà apprendere il modo di servirsene. Alla stazione di partenza la pressione ridotta a 0° è di 748^{mm}·5 e la temperatura dell'aria 18°. Andiamo salendo sul fianco di una montagna fino ad una nuova stazione ove la temperatura dell'aria è 14° e la pressione ridotta a zero 736·5. La media delle due temperature (14 e 18°) è 16°, e la media delle due pressioni (736·5 e 748·5) è 742·5. Nella linea orizzontale corrispondente a 16° trovo nelle colonne delle pressioni 745 e 735 laterali alla nostra (742·5) i numeri 11^{mm}·383 e 11·534, il che significa che l'altezza, corrispondente ad un millimetro di variazione nella pressione, è compresa fra questi due numeri, e come tale altezza passando dalla pressione 745 all'altra 735, ossia per 10^{mm} di differenza, cresce di 11·534 - 11·383 = 0^{mm}·151 così per ogni millimetro crescerà di 0^{mm}·0151. Moltiplicando questo numero per 2·5 che è la differenza tra 745 e la nostra pressione media 742·5, si avrà il numero 0·03775 da aggiungere a 11·383, con che si ottiene 11^{mm}·42075 di variazione di altezza per ogni millimetro di pressione, ossia 11^{mm}·4, trascurando i centimetri. Moltiplicando adunque 11·4 per 12 che è in millimetri la differenza di pressione nelle nostre due stazioni, si ottiene 136^{mm}·8 per differenza di livello tra le stazioni medesime. Supponendo nota l'altezza di una di esse sul livello del mare, se ne dedurrebbe quella dell'altra.

Senza calcolare tanti numeri, visto che l'altezza cercata in metri per ogni millimetro di pressione è compresa fra 11^{mm}·383 e 11^{mm}·534, potevamo assumere per essa 11^{mm}·4, senza tema di commettere un grave errore.

In egual modo si opera per le temperature quando la media di esse non è nella tavola.

10. — LEGGE DI BOYLE E DI MARIOTTE ED APPARECCHI PNEUMATICI.

Questi due fisici, inglese il primo, francese il secondo, dimostrarono contemporaneamente, con esperienze quasi identiche, che i volumi dei gas sono in ragione inversa delle pressioni a cui i medesimi vengono sottoposti. Essendo poi le densità in ragione inversa dei volumi, ne segue che le densità dei gas sono in ragione diretta delle pressioni. Questo risultato delle sperienze dei fisici nominati costituisce la legge che porta il loro nome. E ben inteso che si suppone che la temperatura dei gas alle varie pressioni rimanga costante.

Se chiamiamo V e D il volume e la densità di un gas sotto la pressione P, V' e D' gli stessi elementi sotto la pressione P', avremo per la legge enunciata

$$P:P'::V':V \quad \text{e} \quad P:P'::D:D'$$

ossia

$$PV = P'V' \quad \text{e} \quad PD = P'D.$$

Questa legge si verifica quasi esattamente per tutti i gas ed anche per pressioni varianti tra limiti assai estesi, e presenta nella pratica continue applicazioni; ma non è assolutamente rigorosa. I gas che sono in uno stato prossimo alla loro liquefazione diminuiscono di volume più celeremente di quello che crescano le pressioni. Si ammette che la legge di Boyle e di Mariotte si verifichi appunto per i gas che chiamano perfetti.

Tra le applicazioni pratiche di questa legge possiamo citare il manometro ad aria compressa. Chiamano manometro qualunque strumento atto alla misura delle pressioni dei fluidi (gas o liquidi). Il barometro è un vero manometro, anzi il più perfetto dei manometri conosciuti, ma non si può applicare comodamente in tutti i casi. Il manometro adoperato nella macchina pneumatica per la misura del grado di rarefazione dell'aria è un barometro

corto o troncato, come dicono, e non misura che le pressioni inferiori a 15 o 20 centimetri di mercurio. I manometri più adoperati sono i metallici, fondati sul principio del barometro aneroidale, ma molto in uso trovasi pure il manometro ad aria compressa, il quale consiste in un tubo resistente piegato ad U, con un ramo chiuso e l'altro aperto. Un po' di mercurio si eleva nei due rami. Sopra il mercurio nel ramo chiuso sta dell'aria secca; il ramo aperto si mette in comunicazione col fluido di cui si vuol misurare la pressione o la forza elastica. Stabilito l'equilibrio nei due rami, dal volume a cui si riduce l'aria interna (il quale facilmente si riconosce, poichè il ramo chiuso è diviso in parti di egual capacità) e dalla differenza di livello del mercurio nei due rami, si conosce l'elasticità di quel fluido.

Torricelli colla sua esperienza fu il primo che abbia somministrato il mezzo di fare il vuoto in un vaso. Ad un vaso di qualunque capacità si adatti un collo a guisa di tubo torricelliano; si riempia vaso e tubo di mercurio, e chiuso il tubo col dito, si capovolga il tutto in un vaso contenente pure del mercurio, come nella esperienza di Torricelli. Se il tubo è abbastanza lungo, il mercurio del vaso discenderà e rimarrà in questo il vuoto. Se il collo del vaso è munito di rubinetto, chiudendolo, possiamo staccarne il lungo collo, ed ottenere il solo vaso vuoto d'aria. Gli accademici del Cimento furono i primi che, procurandosi il vuoto a questo modo, fecero uno sterminato numero di esperienze e studiarono gli effetti della mancanza della pressione aerea sopra differenti corpi ed in differenti reazioni fisiche e chimiche.

Ottone di Guericke (nato in Magdeburgo nel 1602 e morto nel 1686) ebbe l'idea di praticare il vuoto in un barile pieno di acqua coll'estrarre questa dal di sotto per mezzo di una tromba. Dopo varii inutili tentativi o di dubbia riuscita, modificando poco a poco gli apparecchi adoperati e la loro disposizione, finì per costruire la macchina pneumatica, colla quale si può in un recipiente qualunque rarefare grandemente l'aria. Si dà comunemente il nome di *vuoto*, sebbene impropriamente, all'aria così rarefatta. Guericke fece colla sua macchina un grandissimo numero di sperimenti, alcuni scientifici, altri spettacolosi, ed è tra questi ultimi famoso quello che è detto degli *emisferi di Magdeburgo*. Sono due emisferi cavi, che messi a mutuo combaciamento formano una sfera cava, che si può chiudere con un rubinetto. Essendo questo aperto, si estrae l'aria dalla sfera, il che fatto, si chiude il rubinetto e si stacca la sfera dalla macchina pneumatica. I due emisferi sono premuti dall'aria esterna, e non essendovi più la pressione dell'aria interna che faceva equilibrio all'esterna, sono tenuti fortemente l'un contro l'altro. L'energia di questa pressione dipende dall'ampiezza della superficie della sfera, e già abbiamo visto, parlando del barometro, che tale superficie è premuta in media colla forza di un chilogrammo per ogni centimetro quadrato. Se la sfera vuota è di diametro sufficiente, applicando ai due emisferi, come ha fatto Guericke, anche parecchie coppie di buoi o di cavalli che tirino in senso contrario, non si riesce a separarli. Ciò che non fa un tanto apparato di forza, si ottiene con due dita, aprendo il rubinetto, e lasciando rientrare l'aria nella sfera. Allora i due emisferi si separano con uno sforzo minimo.

Colle macchine pneumatiche ordinarie attuali si può ottenere una rarefazione dell'aria fino ad uno o due millimetri di mercurio, cioè fino ad uno o due settescentesimesimi di atmosfera, il che vuol dire che possiamo estrarre da un vaso i 758 o 759 settescentesimesimi dell'aria ch'esso contiene quando n'è pieno.

Il dottore Sprengel ha ideato una macchina pneumatica a mercurio colla quale si può rarefare l'aria quasi indefinitamente. È la macchina che adoperava il signor Crookes nelle sperienze a cui si allude nel n. 3 del presente articolo. Essa è fondata sul principio del mantice idraulico: il mercurio cadendo in un tubo trascina con sé l'aria che in questo si contiene. Il vaso da vuotare comunica con questo tubo e l'aria in esso contenuta viene poco a poco asportata dal mercurio.

Invertendo l'azione delle valvole di una macchina pneumatica ordinaria se ne fa una macchina a compressione.

Sugli esposti principii è fondata la spiegazione del modo d'agire di un grandissimo numero di macchine, quali sono le trombe aspiranti e prementi, il sifone pel travasamento dei liquidi, il sifone a getto costante, quello a getto intermittente, i provini, la fontana d'Erone, le fontane ad aria rarefatta e ad aria compressa, ecc. ecc.

11. — ACUSTICA.

L'acustica è la parte della fisica che tratta del suono. Essa divide in tre parti: *fisica*, *musicale* e *fiatologica*. La prima tratta dell'origine e delle leggi di propagazione del suono, la seconda delle relazioni de' suoni e della grata od ingrata sensazione ch'essi producono sull'uomo, la terza degli organi animali destinati alla produzione del suono od alla percezione del medesimo.

Il suono non è altro che l'effetto di movimenti vibratorii che si rendono a noi sensibili per mezzo dell'organo dell'udito. Percorrendo un corpo elastico le sue molecole cambiano di posizione rispettiva, ma per l'elasticità tornano tosto alla posizione di prima e vi arrivano con una velocità, in virtù della quale oltrepassano la posizione stessa ed oscillano intorno a questa più o meno rapidamente secondo le circostanze. Simili vibrazioni si trasmettono dal corpo all'aria ambiente, e vengono da questa trasmesse al nostro orecchio. Tale è l'origine del suono.

Tutti i corpi solidi, liquidi od aeriformi possono condurre il suono, ossia trasmettere le vibrazioni sonore. Un grido fatto in una camera perfettamente chiusa sentesi anche fuori; il colpo di una punta di spilla contro una estremità di una trave sentesi distintamente da chi applica l'orecchio all'altra estremità; i palombari stando sott'acqua sentono i suoni di fuori, e certe qualità di pesci fuggono udendo i rumori esterni all'acqua. Ma se tutti i corpi possono trasmettere i suoni, non tutti li trasmettono con eguale celerità.

Nell'aria alla temperatura di 0° la velocità del suono è di 331 metri per minuto secondo. Essa trovasi sparando pezzi d'artiglieria a distanza nota, ed osservando il tempo che passa fra l'esplosione della polvere e l'arrivo del suono. Il metodo è fondato su ciò, che la velocità della luce è tanto grande, che questa impiega un tempo assolutamente trascurabile a percorrere la distanza a cui si può sentire un colpo di cannone. Dividendo la distanza percorsa dal suono pel numero dei secondi impiegati a percorrerla, il quoziente ci dà la velocità cercata, la quale è costante, poichè si trova sempre la stessa a qualunque distanza si faccia lo sperimento. Questa velocità cresce alquanto col crescere della temperatura; così mentre a 0° essa è di 331^m, a 16° è di 340^m per secondo.

Si tira partito da ciò per determinare una distanza incognita; così i militari conoscono la distanza del nemico deducendola dal tempo che impiega il suono delle sue batterie per arrivar fino a loro; la larghezza di un fiume, di un lago, la distanza tra una nave e l'orizzonte sensibile sul mare, ecc. si determinano con uno sparo di fucile allo stesso modo; chiunque poi può conoscere la

distanza del fulmine contando i secondi d'intervallo fra il lampo ed il tuono; moltiplicando questo numero di secondi per 340, si avrà in metri la distanza cercata.

Nei gas differenti dall'aria la velocità del suono è differente; così mentre in questa a 0° essa è di 331 metri, nell'acido carbonico è di 262, nell'ossigeno di 317, nell'idrogeno di 1269. Queste velocità si sono trovate con una formula di Newton corretta da Laplace, e sono d'accordo coi risultati sperimentali ottenuti con differenti metodi e particolarmente con quelli di Regnault, il quale determinò la velocità del suono in molti gas chiusi in appositi tubi.

La velocità del suono nei liquidi e nei solidi si determina pure con formole fondate sulla teoria dell'elasticità, ma nell'acqua essa è stata trovata direttamente con apposite sperienze fatte da Colladon e Sturm sul lago di Ginevra. Essa fu trovata di 1435 metri per secondo, mentre la formula di Laplace darebbe nelle medesime circostanze 1438^m.

La propagazione del suono a distanza non si fa per traslazione del mezzo che lo trasmette, ma per moto vibratorio. I vari strati del mezzo, che trasmette il suono, si condensano alternativamente e si rarefanno in modo continuo e successivo, cosicchè la trasmissione succede, come dicono, per onde alternativamente rarefatte e condensate. Due di tali strati contigui, uno condensato e l'altro rarefatto, costituiscono ciò che si chiama un'onda sonora. Tutte le onde sonore successive, di un medesimo suono ed in un medesimo mezzo, sono di egual lunghezza, e ciascuna di esse è generata da una vibrazione intera del corpo sonoro. Così mentre una particella di corpo sonoro va e viene per completare un'intera vibrazione, spinge l'aria e la richiama tosto indietro, ed in quel frattempo il suono si propaga nell'aria per un'intera onda, metà rarefatta e metà condensata. La lunghezza di quest'onda e di ciascuna delle successive, che si formano se il corpo continua a vibrare, è uguale allo spazio che percorre il suono nel tempo in cui il corpo sonoro compie un'intera vibrazione di andata e ritorno. Quindi sulla linea di propagazione del suono a partire dal centro sonoro si trovano tante onde sonore le une di seguito alle altre quante sono le vibrazioni fatte dal corpo, e la lunghezza di quella linea sarà eguale al prodotto del numero delle onde per la lunghezza di ciascheduna. Sia s lo spazio percorso dal suono, n il numero delle onde formatesi o delle vibrazioni del corpo sonoro fatte in quel frattempo, l la lunghezza di un'onda, si avrà $s = n l$. Se n è il numero delle vibrazioni sonore fatte in un secondo, s sarà la velocità del suono, che possiamo chiamare v , e tra la lunghezza d'onda in un mezzo, la velocità del suono in esso ed il numero delle vibrazioni fatte in un secondo dal corpo sonoro si ha l'equazione $v = n l$.

Le vibrazioni sonore si succedono con grande celerità e non si potrebbero contare ad occhio. È provato che un movimento vibratorio non si riceve da noi sotto forma di suono se non quando il numero delle vibrazioni fatte in un secondo è compreso entro certi limiti. Si faccia vibrare una corda con velocità gradatamente crescente, il che si ottiene tendendola con una forza che vada crescendo; in principio, se la corda fa meno di 15 a 20 vibrazioni per secondo, non si sente alcun suono. Allorchè queste raggiungono il numero di 25 a 30 (più o meno, secondo la loro ampiezza e la sensibilità dell'organo dell'udito dell'osservatore), cominciano a mandare un suono che è il più grave de' suoni sensibili. Crescendo il numero delle vibrazioni per secondo, il suono va passando gradatamente dal grave all'acuto, all'acutissimo, e cessa di sentirsi allorchè il numero delle vibrazioni

arriva a 30, 40 o 50 mila per secondo, dipendentemente sempre dall'ampiezza di queste e dalla sensibilità dell'orecchio dell'osservatore.

Il bolognese Stancari fin dal 1706 pervenne a determinare il numero delle vibrazioni sonore corrispondenti ad un suono qualunque col mezzo di una ruota a pioli equidistanti, piantati tutto intorno presso la circonferenza, normalmente al piano di essa. Facciamo girare questa ruota in modo che i pioli vengano successivamente a passare presso al nostro orecchio; ad ogni piolo, che passa, ha luogo una pulsazione aerea, e se il moto di rotazione è abbastanza rapido, le pulsazioni generano un suono, che va inacutendosi colla celerità di rotazione. Contando i giri della ruota in un tempo determinato, quando il moto sia uniforme, e conoscendo il numero dei pioli, se ne può facilmente dedurre il numero delle pulsazioni o vibrazioni corrispondenti a qualunque suono e fatte in quel tempo. A questo modo lo Stancari, dando alla ruota velocità conveniente, ne riduceva il suono all'unisono coi suoni delle diverse canne dell'organo della cattedrale di Bologna, e poté determinare il numero delle vibrazioni corrispondenti ai suoni stessi.

Savart immaginò più tardi la sua ruota dentata, che, mentre gira, battendo coi denti contro una sottile molla, produce lo stesso effetto della ruota di Stancari, e se ne fanno le stesse applicazioni. Cagniard-la-Tour ideò e costruì per lo stesso scopo la sirena; altri idearono metodi grafici per cui le vibrazioni di un diapason o di una lamina tesa vengono a disegnarsi su di un foglio di carta, ove si possono numerare. Lissajous ottenne ancora il medesimo risultato proiettando su di uno schermo un fascetto di luce riflesso da uno specchietto fisso ad un braccio del diapason, e poscia da un secondo specchio girevole.

Le vibrazioni sonore non solo si possono numerare, ma ancora incidere, come fece Leone Scott fin dal 1856 col suo *fonautografo*. Un uomo parla contro una membrana tesa, la quale si mette a vibrare all'unisono della parola. Una sottile punta, fissa alla parte posteriore della membrana, va e viene vibrando come questa, mentre contro la punta si fa scorrere un foglio il quale riceve gli urti di essa. Se la punta è dura, ed il foglio è di stagno tenero e di spessore conveniente, si produce in questo un leggerissimo solco a tratti di varia profondità secondo il modo di vibrazione della punta. Con questo mezzo Edison venne a costruire il suo *fonografo* (1877). Il foglio di stagno si avvolge su di un cilindro, sul quale si è praticato un piccolo solco ad elice che serve di guida alla punta vibrante. Allorchè si vuole incidere la parola, mentre si parla contro la membrana munita di punta, si fa girare il cilindro, e questo girando scorre longitudinalmente in modo che sempre la punta corrisponda al solco ad elice. Terminato il discorso, si riporta il cilindro alla posizione d'origine di maniera che la punta torni al principio del solco, ed essa ha tracciato sullo stagno, e si fa girare il cilindro colla celerità di prima; allora la punta, spinta da una leggera molla contro il foglio di stagno, ripercorre tutte le cavità che ha in esso scavato, e oscilla e vibra come era fatta vibrare essa stessa dalla parola. È questo movimento vibratorio della punta si trasmette alla membrana, e dalla membrana all'aria, e tali vibrazioni trasmesse all'orecchio dei presenti si manifestano sotto forma di suono, o per dir meglio, di quegli stessi suoni che hanno dato alla punta il primo movimento; in altri termini, si riproduce il discorso pronunciato di fronte alla lamina. Tale è in sostanza il fonografo di Edison. Questo discorso (o canto, o suono, o rumore di qualun-

que genere) si può far ripetere dall'apparecchio un numero qualunque di volte, finchè il foglio di stagno non si logori. Lo si può conservare per anni e far poi sentire in tal modo la parola di personaggi che potranno già essere morti da lunga data.

Due suoni hanno tra loro un rapporto numerico, che è quello dei numeri delle vibrazioni loro corrispondenti e fatte nel medesimo tempo. In questo senso si sono stabiliti i rapporti numerici delle note della scala musicale, i quali servono a dar ragione di molti fatti, e sono il fondamento delle teorie musicali.

Un'onda sonora cammina regolarmente e colla forma che le è propria, finchè sta nel medesimo mezzo; ma giunta alla superficie che separa questo mezzo da un altro di diversa densità od elasticità, viene totalmente o parzialmente riflessa, secondo i casi, e rimbalza indietro precisamente come fanno i corpi elastici lanciati contro un piano resistente. Nasce da ciò il fenomeno dell'eco, o della riflessione del suono. L'eco può ripetere una volta sola o più volte un medesimo suono, e distinguesi in conseguenza in *unifona* e *polifona*. L'eco distinguesi ancora in *monosillaba* e *polisillaba*, secondo che ripete una sola sillaba o più.

L'eco unifona ha luogo se il suono si riflette su di una sola superficie; l'eco polifona poi si osserva solo là dove il suono si riflette più volte tra due o più superficie opposte, come avviene alla luce rimandata più volte da uno specchio ad un altro, dando luogo ad immagini multiple di un medesimo oggetto.

Si citano molti esempi di eco che ripetono molte sillabe. Abbiamo sul Biellese al Santuario di Graglia un'eco che ripete distintissimamente un intero verso endecasillabo. Un bell'esempio poi di eco polifona monosillaba abbiamo sotto il ponte Mosca a Torino. Un grido, un colpo di mano o di pistola viene ripetuto un grandissimo numero di volte. Ad ogni ripetizione però il suono s'indebolisce, e sembra che venga il medesimo ripetuto a dati intervalli da un uomo che fugge colla velocità del suono. Il numero delle ripetizioni dipende evidentemente dall'intensità del suono emesso, dal grado di silenzio nei dintorni e dalla tranquillità dell'aria.

Tre qualità sogliono i fisici distinguere nel suono: l'*intensità*, l'*altezza* e la *tempera*. La prima consiste nell'energia maggiore o minore con cui un suono si fa sentire. Essa dipende dall'ampiezza delle vibrazioni del corpo sonoro, e va variando colla distanza da questo corpo. Allorchè il suono si propaga sfericamente intorno al suo centro d'origine, l'intensità varia in ragione inversa dei quadrati delle distanze da quel centro. Ciò vuol dire che se ad una distanza dalla sua origine il suono si sente con una intensità, a distanza doppia l'intensità diventa quattro volte minore, a distanza tripla nove volte minore, a distanza quadrupla sedici volte minore e così di seguito, finchè si affievolisce di tanto, che cessa di essere sensibile. Ma se invece di farlo propagare sfericamente, lo si fa camminare in un tubo, allora l'intensità diminuisce molto meno, e può un suono anche debole essere ancora sensibile a distanza grande dal sito d'origine. Su questo principio sono fondati i telegrafi fonici o telefoni (non elettrici) adoperati per la corrispondenza tra le varie parti di un edificio.

L'*altezza*, che dicono anche *tono*, è la qualità per cui un suono è più o meno grave, più o meno acuto, e dipende dalla celerità con cui si succedono le vibrazioni sonore. Più questa successione si fa celeremente, e più il suono è acuto.

La *tempera* poi, che alcuni dicono anche *metallo*, è la qualità per cui due suoni, ancorchè della medesima

altezza e della medesima intensità, si distinguono tra di loro. Così distinguiamo facilmente il suono del flauto da quello del violino o da quello di una tromba, anche quando questi strumenti emettono una medesima nota. La tempera dipende dalla concomitanza di più suoni in uno, ed anche dal modo con cui vibrano le particelle sonore, le quali nelle loro escursioni possono oscillare come un pendolo in modo regolare, oppure essere affette da movimenti secondarii, come farebbe il pendolo stesso, se nel suo movimento incontrasse qua e là delle resistenze ineguali o ricevesse delle scosse. Si comprende come potrebbero la durata e l'ampiezza di queste oscillazioni conservarsi costanti, mentre il pendolo andrebbe da un estremo all'altro della sua corsa con moto che può variare all'infinito. Irregolarità analoghe nei moti vibratorii dei corpi sonori danno origine alla varia tempera dei suoni.

12. — DEL CALORE.

A. — Dilatazione, termometri.

Il calore è la causa del caldo e del freddo. Se comunichiamo del calore ad un corpo, questo si riscalda, e si raffredda sottraendogliene. Il calore fu riguardato come una cosa materiale, un fluido imponderabile; ora lo si ritiene come una specie di movimento, la cui natura non è ancora determinata. Nella prima ipotesi, comunicare calore ad un corpo significa infondere in esso nuove dosi di quel fluido, nella seconda, accrescere il movimento calorifico.

L'effetto del calore, che si manifesta col riscaldamento o col raffreddamento dei corpi, chiamasi *temperatura*, la quale pertanto si distingue dal *calore* come l'effetto dalla causa. Può benissimo un corpo di maggior temperatura contenere minor calore che un altro di temperatura minore, e viceversa.

In generale non succede in un corpo un cambiamento di temperatura senza un corrispondente cambiamento di volume. Ciò fa dire che tutti i corpi sono dilatabili aumentando in generale di volume col crescere della temperatura, e viceversa. Una palla di ferro che a freddo passa esattamente in un anello, riscaldata non vi passa più, e lasciata raffreddare torna a passarvi; se in un vaso a collo stretto versiamo un liquido che riempia il vaso e parte del collo, se ne vede tosto il livello alzarsi od abbassarsi in questo a misura che si eleva o si abbassa la temperatura; egualmente un gas chiuso in un vaso a collo stretto con una goccia di mercurio scorrevole nel collo, si dilata prontamente e si restringe anche per minimi cambiamenti di temperatura, il che viene indicato dai movimenti dell'indice di mercurio.

Su questo principio sono fondati gli ordinarii *termometri*, che sono strumenti che misurano la temperatura, ossia il caldo ed il freddo (non il calore). Qualunque corpo può servire a formare un termometro, ma siccome non tutti si dilatano con uguale regolarità, così i fisici hanno scelto per corpi termometrici quelli la cui dilatabilità è più regolare. I gas si dilatano tutti assai regolarmente; i liquidi poco, eccezion fatta del mercurio, le cui dilatazioni sono abbastanza regolari, per applicarle alla misura del caldo; i solidi anch'essi godono di poca regolarità di dilatazione.

I termometri a gas sarebbero i migliori. Essi constano di un tubo di vetro sottile aperto da una parte, e dall'altra terminato in bolla soffiata o bulbo, come dicono, nel quale sta il gas (ordinariamente aria ben secca) separato dall'aria esterna con una goccia di mercurio, che serve da indice, e che si alza o si abbassa nel tubo

col crescere o decrescere della temperatura. Se ne servono i fisici nelle sperienze di precisione. Sulle indicazioni di questi termometri influisce la variazione della pressione dell'aria, che può far discendere o salire l'indice di mercurio anche senza che avvenga variazione di temperatura. Il primo termometro forse, che si sia costruito, era ad aria e fu fatto da Galileo, il quale adoperava per ciò un bulbo di vetro, terminato in collo aperto, capovolto ed immerso parzialmente nell'acqua. L'aria contenutavi col riscaldarsi o col raffreddarsi faceva discendere o salire l'acqua nel collo, e da questi movimenti si giudicava della temperatura stessa. Anche in questo caso è causa di errore la variazione della pressione atmosferica.

I termometri a liquidi sono di gran lunga i più comodi ed i più adoperati. Tra i liquidi si presceglie il mercurio, come il più regolare nelle sue dilatazioni, e qualche volta anche l'alcool. Preparato un tubo di vetro col suo bulbo, lo si riempie del liquido completamente, e lo si fa riscaldare fino ad una temperatura superiore alla massima che dovrà essere indicata dal termometro, il che ottenuto, si chiude ermeticamente il tubo, e si lascia raffreddare. Il liquido si restringe, e rimane nella parte superiore del tubo il vuoto.

Gli accademici del Cimento furono i primi a costruire termometri a liquido; essi adoperavano l'alcool o acquarzene, ma non sapevano graduarli. Carlo Renaldini fu il primo (1693) che abbia segnato i punti fissi della graduazione barometrica, dividendo in 12 parti l'intervallo di temperatura fra il ghiaccio fondente e l'acqua bollente. Newton più tardi (1701) graduava i suoi termometri di olio di lino dividendo pure in 12 parti l'intervallo tra la temperatura del ghiaccio fondente e quella del corpo umano.

Si metta il termometro preparato, e da graduare, nella neve o nel ghiaccio triturato e fondente in un vaso a fondo munito di fori, perchè possa uscirne l'acqua di fusione del ghiaccio. Il mercurio o l'alcool nel tubo si arresterà dopo alcuni minuti ad un'altezza, che è uno dei punti fissi della graduazione. Messo poscia il termometro nell'acqua bollente sotto la pressione di un'atmosfera, si segna sul tubo il punto ove sale e si arresta poco dopo il liquido, ed ecco il secondo punto fisso. Se l'acqua bollente è sotto pressione differente da un'atmosfera, la sua temperatura non è quella del punto fisso, e bisognerà fare una correzione che si ricava da tavole particolari. Chiamasi *spazio fondamentale* l'intervallo tra i due punti fissi del termometro.

Nel termometro centesimale o di Celsius lo spazio fondamentale è diviso in cento parti eguali, o per meglio dire, di egual capacità, e le divisioni si prolungano da ambi i lati della scala. La temperatura del ghiaccio fondente è detta *zero*, e si segna 0° , quella dell'acqua bollente 100° ; i gradi sopra lo zero diconsi di *caldo* o *positivi* e si indicano col segno +; gl'inferiori di *freddo* o *negativi*, e s'indicano col segno —. Questo è freddo relativo e non vuol dire mancanza, ma minor dose di caldo ed anche di calore.

Nel termometro ottuagesimale o di Réaumur la temperatura dell'acqua bollente si segna 80° e quella del ghiaccio fondente 0° ; lo spazio fondamentale si divide in 80 parti eguali, e si prolungano le divisioni sotto e sopra.

Nel termometro inglese o di Fahrenheit la temperatura del ghiaccio fondente dicesi di 32° ed è segnata con questo numero, e quella dell'acqua bollente di 212° . Lo spazio fondamentale è diviso in 180 (= $212 - 32$) parti eguali, e lo zero corrisponde a 32° dello stesso termometro sotto la temperatura del ghiaccio fondente.

I numeri 100, 80 e 180 dei gradi, in cui è diviso lo spazio fondamentale, servono a calcolare la relazione dei gradi di un termometro con quelli dell'altro. Così 100° centesimali ne valgono 80 di Réaumur e 180 di Fahrenheit, ossia 5 dei primi ne valgono 4 dei secondi e 9 dei terzi; onde un numero qualunque di gradi centesimali si ridurrà in gradi ottuagesimali moltiplicandolo per $\frac{4}{5}$, ed in gradi inglesi moltiplicandolo per $\frac{9}{5}$; egualmente un numero di gradi ottuagesimali si riduce in gradi centesimali moltiplicandolo per $\frac{5}{4}$, ed in inglesi per $\frac{9}{4}$, ed un numero di gradi inglesi si riduce in centesimali moltiplicandolo per $\frac{5}{9}$ ed in ottuagesimali per $\frac{4}{9}$. Se trattisi di dare in gradi centesimali od ottuagesimali non un numero determinato di gradi inglesi, ma la temperatura indicata dal termometro inglese, bisogna tener conto della posizione relativa dello zero delle scale termometriche. Ad esempio, da quanti gradi ottuagesimali o centesimali è data la temperatura di un luogo, ove il termometro inglese segna 100° ? Si leva 32 da 100, ed il resto si moltiplica per $\frac{4}{9}$ e per $\frac{5}{9}$, e si trovano i gradi cercati. Viceversa se cerchi la temperatura segnata dal termometro inglese là ove gli altri termometri segnano un certo numero di gradi, si comincia a tradurre questi in gradi inglesi, e poi si aggiunge al risultato il numero 32.

Si dichiara una volta per sempre, che quando parleremo di temperature, intenderemo che siano quelle date dal termometro centesimale.

Un termometro giusto in origine cessa d'esser tale col tempo. Succede uno spostamento dello zero, e per servirsene bisogna di tempo in tempo verificarne la graduazione, il che si fa immergendolo, come già si disse, nel ghiaccio fondente. Se il mercurio si arresta sullo zero, la graduazione è buona, se no, bisogna fare alle sue indicazioni una correzione. Supponiamo che in vece di 0 segni $-0^{\circ}5$; bisognerà aggiungere a tutte le sue indicazioni questo numero ossia un mezzo grado.

Si adoperano pure in certi casi termometri a corpi solidi, e ne abbiamo parecchi, come quello di Breguet, quello di Borda, il pirometro di Wedgwood, ecc. ecc.

Oltre ai precedenti, abbiamo i termometri detti *differenziali* ed i termometri *a massimo* ed *a minimo*. I primi servono a far conoscere la differenza di temperatura di due corpi o di due ambienti. Un tubo piegato ad U col braccio orizzontale piuttosto lungo termina superiormente in ciascuna delle due estremità in bolla. Il ramo orizzontale ed i verticali fino a certa altezza sono ripieni di alcool, e le bolle di aria. Scaldando più l'una che l'altra delle due bolle, l'alcool discende nel ramo che corrisponde alla bolla che si riscalda, e sale nel ramo opposto e si arresta a livelli dipendenti dalla differenza di temperatura dell'aria delle due bolle.

I termometri a massimo ed a minimo servono a far conoscere la massima e la minima temperatura di un luogo durante un tempo qualunque. Immaginiamo un termometro a mercurio orizzontale con un cilindretto di ferro scorrevole nel tubo ed in contatto col mercurio. È chiaro che se la temperatura cresce, il mercurio spinge l'indice di ferro verso l'estremo della canna opposto al bulbo. Scemando la temperatura il mercurio si ritira, ma l'indice rimane nel sito corrispondente alla temperatura massima che ha avuto luogo, e questa viene così determinata. Fatta l'osservazione, si drizza il termometro per far discendere il ferro sul mercurio, e lo si ripone di nuovo orizzontalmente, ed ecco uno dei tanti termometri a massimo.

Un termometro a minimo si ottiene con un ordinario termometro ad alcool munito di un indice di smalto scorrevole nel tubo e dentro all'alcool. Se si capovolge il ter-

mometro col bulbo in alto, l'indice scorre fino all'estremo della colonna liquida, rimanendovi però sempre dentro, essendo impedito di uscirne dalla forza di capillarità. Si collochi ora il termometro orizzontalmente; se la temperatura diminuisce, l'alcool si ritira verso il bulbo e trascina con sé l'indice, ma se la temperatura cresce l'indice più non si muove, onde ci farà conoscere la minima temperatura che ha avuto luogo nel frattempo. Fatta l'osservazione, si capovolge il termometro per far tornare l'indice all'estremo della colonna liquida, e lo strumento è preparato per una nuova osservazione.

Il clima di un paese si determina coll'uso dei termometri. Si fanno per ciò osservazioni continuate della temperatura e si calcolano le medie orarie, diurne, mensili, annue e locali. Fatte queste osservazioni in molti paesi, se ne deduce l'andamento delle linee isotermitiche, ossia di egual temperatura sulla superficie della terra, e se ne ricavano importanti conseguenze.

Si osservò pure l'andamento della temperatura a misura che ci eleviamo in alto, sia sul fianco de' monti, sia in ascensioni aerostatiche, e si trovò che essa va scemando di circa un grado per ogni 150 a 200 metri di altezza, secondo i vari paesi e le varie stagioni. Nell'interno della terra essa va al contrario crescendo continuamente, almeno fino alle profondità massime a cui si è potuta misurare. Alla profondità di circa 15, 20 o 30 metri, secondo i paesi, la temperatura è costante ed eguale alla media del luogo. A partire da quel primo strato di temperatura invariabile, questa va crescendo di un grado ogni 15, 20 o 30 metri di profondità, secondo i differenti luoghi. Da questo fatto nacque la teoria del calor centrale della terra.

Se consideriamo i corpi rispetto alle loro dimensioni, possiamo distinguere la dilatazione calorifica sotto tre aspetti, *lineare*, *superficiale* e *cubica* o di volume. Chiamiamo *coefficiente di dilatazione lineare* di un corpo l'aumento di ogni sua unità di lunghezza generato col riscaldarlo da 0° ad 1°, *coefficiente di dilatazione superficiale* l'aumento di ogni unità di superficie, e *coefficiente di dilatazione cubica* l'aumento di ogni unità di volume per lo stesso riscaldamento da 0° ad 1°.

La sperienza fa vedere che se un corpo si dilata di una certa quantità da 0° ad 1°, esso dilatasi sensibilmente della stessa quantità da 10° ad 11°, da 60 a 61, ecc., purchè non si spinga la cosa al di là di certi limiti della scala termometrica.

Sia α il coefficiente di dilatazione lineare di un corpo; ogni unità lineare di questo si allungherà della quantità α pel riscaldamento di un grado, e se l è il numero delle unità di tutta la lunghezza del corpo, l'allungamento di questo per un grado sarà $l\alpha$, e per t gradi $l\alpha t$. Onde un corpo di lunghezza l_0 a 0° avrà a t gradi una lunghezza

$$l_t = l_0 + l_0 \alpha t = l_0 (1 + \alpha t).$$

In generale se l_t e l_t' sono le lunghezze di un corpo alle temperature rispettive t e t' , si avrà la relazione

$$l_t' = l_t [1 + \alpha (t' - t)],$$

formola per la quale, data la lunghezza di un corpo ad una temperatura nota ed il suo coefficiente di dilatazione lineare, trovasi la lunghezza di esso corrispondente ad un'altra temperatura qualunque, oppure date le lunghezze di un corpo a due temperature note, troviamo il coefficiente α di dilatazione, oppure ancora dato questo e le due lunghezze, una delle quali a temperatura nota, trovasi la temperatura corrispondente all'altra lunghezza. In questo senso ogni corpo serve da termometro: basta per ciò che sia noto il suo coefficiente di dilatazione lineare e la sua lunghezza ad una tempera-

tura nota, per esempio, quella di 0°; si espone il corpo in un ambiente qualunque, e quando ne abbia preso la temperatura, si misura la sua lunghezza, dalla quale col mezzo della formola deducesi tosto il valore della temperatura corrispondente.

Se chiamiamo β e γ rispettivamente i coefficienti di dilatazione superficiale e cubica, $S_0, S_t, S_t', V_0, V_t, V_t'$ le superficie ed i volumi alle temperature t_0, t e t' , col ragionamento come sopra, troviamo tra le temperature e le superficie corrispondenti le relazioni

$$S_t = S_0 (1 + \beta t),$$

$$S_t' = S_t [1 + \beta (t' - t)],$$

e tra le temperature ed i volumi

$$V_t = V_0 (1 + \gamma t),$$

$$V_t' = V_t [1 + \gamma (t' - t)].$$

Dall'equazione $l_t = l_0 (1 + \alpha t)$ ricaviamo $\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0 t}$, il che c'insegna che per trovare sperimentalmente il coefficiente di dilatazione lineare di un corpo, basta determinare le lunghezze di questo a 0° e ad una temperatura qualunque t ; l'aumento di lunghezza pel riscaldamento di t gradi diviso per $l_0 t$ dà il coefficiente cercato. Egli è con questo principio e adoperando vari artifizi per misurare colla massima precisione gli aumenti di lunghezza che si trovarono i coefficienti lineari di dilatazione dei differenti corpi. Le sperienze provarono che i coefficienti di dilatazione de' solidi sono estremamente piccoli, e per una piccola estensione della scala termometrica, sensibilmente costanti. Così da 0 a 100° la dilatabilità non soffre cambiamento sensibile; essa è però sensibilmente maggiore da 100 a 200°, che non da 0 a 100°, ed anche maggiore ancora per temperature più elevate. L'acciajo temperato fa eccezione alla regola.

Per ciascun corpo il coefficiente di dilatazione superficiale vale due volte quello di dilatazione lineare, ed il coefficiente di dilatazione cubica tre volte. Ecco qui una tabella dei coefficienti di dilatazione lineare di alcuni corpi.

Vetro	0.000008613
Platino	0.000008842
Acciajo non temperato	0.000010788
Ferro fuso	0.000011250
Ferro dolce	0.000012204
Acciajo temperato	0.000012395
Rame	0.000017182
Ottone	0.000018782
Piombo	0.000028575
Zinco	0.000029417

Nei liquidi e nei gas si considera la sola dilatazione cubica, la quale si ottiene sperimentalmente studiando il loro aumento di volume per noti incrementi di temperatura in vasi a collo stretto e diviso in parti di egual capacità. Si deve notare che col liquido si dilata anche il vaso che lo contiene, cosicchè la dilatazione osservata è, come dicono, *apparente*. Per avere la dilatazione assoluta si deve tener conto della dilatazione della materia del vaso. Pel mercurio la dilatazione assoluta è stata trovata direttamente con una particolare sperienza; essa è di $\frac{1}{5550}$ nei limiti di temperatura da 0 a 100°, di $\frac{1}{5425}$ da 100 a 200° e di $\frac{1}{5300}$ da 200 a 300°.

Tra i liquidi l'acqua è quella che presenta la massima irregolarità di dilatazione. Essa riscaldata da 0, od anche da alcuni gradi sotto lo 0, se è liquida, fino a 4°, invece di dilatarsi si restringe; da 4° in su si dilata, cosicchè presenta a 4° un *maximum* di densità. Se V è il volume

dell'acqua a 4°, si è trovato empiricamente che il volume V' a qualunque temperatura t è dato dalla formola

$$V' = V \{ 1 + 0.0000062(t-4)^2 - 0.00000016(t-4)^3 \}.$$

Questo fatto del *maximum* di densità, che presenta l'acqua a 4°, spiega perchè le acque stagnanti cominciano sempre a gelare alla superficie, e nei mari polari, non ostante le enormi masse di ghiaccio ed il gran freddo, l'acqua del fondo conserva ancora una temperatura adatta alla vita degli animali.

La dilatazione dei gas è quasi la stessa per tutti; il coefficiente di dilatazione dell'aria è 0.00366.

La forza del calore nel far dilatare i corpi è grandissima. Per misurarla bisognerebbe confrontarla con una forza meccanica capace di far crescere della stessa quantità tutte le dimensioni del corpo. Molard a Parigi, l'ingegnere Peyron a Torino ed altri tirarono partito di questa forza. Il primo se ne servì per restituire alla verticale due muri che si erano inclinati sotto il peso del solaio in una galleria del Conservatorio di Arti e Mestieri a Parigi, ed il secondo per riaggiustare la sala ellittica del Parlamento Subalpino nel palazzo Carignano a Torino, nella quale, forse in seguito all'esplosione della polveriera, si erano formate due fessure verticali opposte, cosicchè l'edificio minacciava di aprirsi. L'applicazione in simili casi si fa collocando convenientemente delle grosse spranghe o fasce di ferro, che si fanno arroventare con carboni ardenti, e che nel raffreddarsi si restringono con una forza straordinaria e serrano i muri.

Sulla varia dilatazione dei corpi sono pure fondati gli ordigni di diversa specie che servono alla compensazione degli orologi, dei barometri aneroidi, ecc.

B. — Cambiamenti di stato e tensione dei vapori.

Riscaldati convenientemente, i corpi solidi si liquefanno, i liquidi si evaporano, e raffreddati, i vapori tornano liquidi, ed i liquidi solidi. Avvengono dunque differenti cambiamenti d'aggregazione nello stato de' corpi, e le sperienze hanno fatto scoprire alcune leggi costanti con cui tali cambiamenti succedono.

Un pezzo di ghiaccio, messo in un ambiente, dal quale possa ricevere calore a sufficienza, si fonde; ma se, durante la fusione, lo si tiene in contatto con un buon termometro, si vede che la sua temperatura rimane costante ed a 0°, in qualunque paese si faccia la sperienza ed in qualunque mezzo, non ostante ch'esso vada continuamente ricevendo nuovo calore. Il ghiaccio che comincia a fondere è a 0° e l'acqua che ne deriva immediatamente è pure a 0°. Ciò significa: 1° che la temperatura del ghiaccio fondente è sempre e dappertutto la stessa, sulla quale proprietà è fondata precisamente la graduazione dei termometri; 2° che il ghiaccio per fondere consuma del calore, il quale cessa di essere sensibile al termometro.

Questi due fatti si verificano nella fusione di tutti i corpi solidi. Ogni corpo solido ha la sua temperatura propria di fusione, e non può ridursi a liquido senza consumare del calore, che dicono *latente*, o *di fusione*. I fisici hanno determinato con apposite sperienze per tutti i solidi la temperatura di fusione e la quantità di calore che consumano nel fondersi, e che cessa di esistere sotto forma di calore.

Per esempio, se mettiamo in un vaso un chilogrammo di ghiaccio a 0° ed uno di acqua ad 80° in condizioni che essi non possano perdere calore verso l'esterno, nè riceverne, od almeno che le quantità di calore scambiate coi corpi esterni si compensino, si vedrà il ghiaccio fondere, e dopo poco tempo si otterranno due chilogrammi d'ac-

qua a 0°. Il calore che aveva il chilogrammo d'acqua è dunque passato intieramente nel ghiaccio, e servì alla sua fusione totale, ma non a riscaldarlo. Ciò fa dire che un chilogrammo di ghiaccio per fondersi richiede e consuma tanto calore, quanto ne perde un chilogrammo d'acqua raffreddandosi da 80 a 0°, ossia quanto basterebbe a riscaldare da 0 ad 80° un chilogrammo di acqua. Ora il calore che riscalda di un grado un chilogrammo d'acqua, come vedremo meglio in seguito, prende il nome di *caloria*. Dunque si conchiude che un chilogrammo di ghiaccio per fondersi consuma 80 calorie, il che si esprime semplicemente dicendo che il calor di fusione del ghiaccio è 80.

Se col chilogrammo di ghiaccio a 0° avessimo messo un chilogrammo di acqua a 100°, avremmo ottenuto due chilogrammi di acqua a 10°, il qual risultato conduce alla stessa conclusione che la sperienza precedente. Ecco qui la temperatura di fusione di alcuni corpi:

Nomi delle sostanze	Gradi
Mercurio	- 40
Ghiaccio	0
Cevo	33
Stearina	43 a 49
Fosforo	44
Cera bianca	68
Zolfo	113
Stagno	230
Piombo	332
Zinco	412
Bronzo	900
Argento puro	1000
Oro di moneta	1180
Oro puro	1250
Acciajo più fusibile	1300
Id. meno fusibile	1400
Ferro dolce francese	1500
Id. battuto inglese	1600

ed ecco le calorie di fusione di alcuni corpi:

Corpi	Calorie di fusione
Ghiaccio	79.25
Fosforo	5.034
Zolfo	9.368
Nitrato di potassa	47.371
Cloruro di calcio	40.70
Fosfato di soda	66.80
Stagno	14.252
Bismuto	12.640
Piombo	5.369
Zinco	28.13
Argento	21.07
Mercurio	2.83

Nel congelarsi i liquidi restituiscono il calore che avevano reso latente nel passaggio inverso, ma la temperatura del congelamento non è più costante. Un liquido può cominciare a gelare alla temperatura della fusione del solido corrispondente, ma in generale perchè la solidificazione abbia luogo si richiede un maggior abbassamento di temperatura. Così, ad esempio, mentre non si può avere del ghiaccio a temperatura superiore a 0°, si ha sovente dell'acqua a 3, 4 ed anche a 10 gradi sotto lo zero.

L'emissione del calore di liquidità dell'acqua nel congelarsi spiega la rapida elevazione della temperatura invernale, che suole accompagnare il cadere della neve.

L'acqua nel congelarsi cresce di volume, il che dà la spiegazione del galleggiare del ghiaccio sull'acqua, della rottura dei recipienti che contengono acqua che si congela, dello spaccarsi delle piante più abbondanti di umori nei freddi inverni, dal franare dei monti, ecc.

Il freddo che si genera colle mescolanze frigorifiche è in generale dovuto alla consumazione di calore pel passaggio di corpi dallo stato solido al liquido.

I liquidi passano allo stato aeriforme a qualunque temperatura, ma sempre la causa determinante dell'evaporazione è il calore. La quantità di vapori che si formano da un liquido in un tempo determinato dipende: 1° dal grado di temperatura del liquido, 2° dall'estensione della superficie libera del liquido stesso, 3° dall'estensione dello spazio in cui passano i vapori formati, 4° dalla quantità dei vapori dello stesso liquido contenuti in questo spazio, 5° dalla pressione.

In uno spazio limitato a temperatura fissa non può essere contenuta che una quantità determinata di vapori di un liquido. Quando uno spazio contiene tutti i vapori di cui è capace, dicesi che esso è *saturo* di tali vapori, o che questi trovansi ivi a *saturazione*. Più uno spazio si accosta ad essere saturo dei vapori di un liquido, e più si rallenta in esso l'evaporazione del liquido stesso. In un'aria saturo di umidità i panni sciorinati non si asciugano; invece l'essiccamento è rapido in un'aria secca, e più rapido ancora se una corrente aerea allontana dai panni i vapori che vanno formandosi.

La tendenza che hanno i vapori (come tutti i gas) ad espandersi dicesi loro *forza elastica*, o più frequentemente *tensione*. In uno spazio determinato a temperatura fissa i vapori di un liquido hanno una tensione che cresce a misura che essi si avvicinano allo stato di saturazione, ed è *massima* a questo punto. La *tensione massima* di un vapore e la capacità di uno spazio pel medesimo crescono colla temperatura.

Le sperienze hanno fatto conoscere questi due elementi (tensione massima e capacità) per differenti vapori e a differenti temperature. La capacità si deduce dalla densità del vapore che satura uno spazio alla temperatura che si vuol considerare; la tensione si determina con misure speciali in ciascun caso. Il vapore acqueo è quello sul quale si sono fatti i maggiori studi; la sua tensione massima e la densità corrispondente vennero determinati per una grande estensione della scala termometrica. Ecco qui una tavola della tensione massima del vapore acqueo secondo i risultati delle sperienze di Régnault:

Temperatura in gradi centesim. di 10 in 10 da — 30 a 100	Forza elastica del vapore in millimetri di mercurio
— 30	0.386
— 20	0.927
— 10	2.093
0	4.600
10	9.165
20	17.391
30	31.548
40	54.906
50	91.982
60	148.791
70	233.093
80	354.643
90	525.450
100	760.000

Dulong e Arago erano giunti ai seguenti risultati:

Tensione del vapore espressa in atmosfere	Temperature corrispondenti
1	100
1.5	112.2
2	121.4
3	135.1
4	145.4
5	153.1
10	181.6
15	200.5
20	214.7
30	236.2
40	252.5
50	265.9

Ognuno comprende quanto sia importante la cognizione di queste tavole in molte applicazioni, ma specialmente in quella che si fa alle macchine a vapore. Ordinariamente in queste si fa agire il vapore alla tensione di 4 a 5 atmosfere. Ciò vuol dire che la temperatura del vapore in esse è da 140 a 160°.

Régnault con una lunga serie di sperienze di precisione ha fatto conoscere da 85° a 101 di decimo in decimo di grado la tensione massima del vapore acqueo per servire agli usi ipsometrici. Eccone la tavola, la quale potrà riuscire utile e preziosa per gli alpinisti che fanno uso dell'ipsometro, come si spiegherà qui appresso.

Gradi	Tensione	Gradi	Tensione	Gradi	Tensione
85.0	433.04	88.8	501.90	92.6	579.67
85.1	434.75	88.9	503.82	92.7	581.84
85.2	436.46	89.0	505.76	92.8	584.02
85.3	438.17	89.1	507.70	92.9	586.21
85.4	439.89	89.2	509.65	93.0	588.41
85.5	441.62	89.3	511.60	93.1	590.61
85.6	443.35	89.4	513.56	93.2	592.82
85.7	445.09	89.5	515.53	93.3	595.04
85.8	446.84	89.6	517.50	93.4	597.26
85.9	448.59	89.7	519.48	93.5	599.49
86.0	450.34	89.8	521.46	93.6	601.72
86.1	452.10	89.9	523.45	93.7	603.97
86.2	453.87	90.0	525.45	93.8	606.22
86.3	455.64	90.1	527.45	93.9	608.48
86.4	457.42	90.2	529.46	94.0	610.74
86.5	459.21	90.3	531.48	94.1	613.01
86.6	461.00	90.4	533.50	94.2	615.29
86.7	462.80	90.5	535.53	94.3	617.58
86.8	464.60	90.6	537.57	94.4	619.87
86.9	466.41	90.7	539.61	94.5	622.17
87.0	468.22	90.8	541.66	94.6	624.48
87.1	470.04	90.9	543.72	94.7	626.79
87.2	471.87	91.0	545.78	94.8	629.11
87.3	473.70	91.1	547.85	94.9	631.44
87.4	475.54	91.2	549.92	95.0	633.78
87.5	477.38	91.3	552.00	95.1	636.12
87.6	479.23	91.4	554.09	95.2	638.47
87.7	481.08	91.5	556.19	95.3	640.83
87.8	482.94	91.6	558.29	95.4	643.19
87.9	484.81	91.7	560.39	95.5	645.57
88.0	486.69	91.8	562.51	95.6	647.95
88.1	488.57	91.9	564.63	95.7	650.34
88.2	490.45	92.0	566.76	95.8	652.73
88.3	492.34	92.1	568.89	95.9	655.13
88.4	494.24	92.2	571.03	96.0	657.54
88.5	496.15	92.3	573.18	96.1	659.95
88.6	498.06	92.4	575.34	96.2	662.37
88.7	499.98	92.5	577.50	96.3	664.80

Gradi	Tensione	Gradi	Tensione	Gradi	Tensione
96.4	667.24	98.0	707.26	99.6	749.18
96.5	669.69	98.1	709.82	99.7	751.87
96.6	672.14	98.2	712.39	99.8	754.57
96.7	674.60	98.3	714.97	99.9	757.28
96.8	677.07	98.4	717.56	100.0	760.00
96.9	679.55	98.5	720.15	100.1	762.73
97.0	682.03	98.6	722.75	100.2	765.46
97.1	684.52	98.7	725.35	100.3	768.20
97.2	687.02	98.8	727.96	100.4	771.95
97.3	689.53	98.9	730.58	100.5	773.71
97.4	692.04	99.0	733.21	100.6	776.48
97.5	694.56	99.1	735.85	100.7	779.26
97.6	697.08	99.2	738.50	100.8	782.04
97.7	699.61	99.3	741.16	100.9	784.83
97.8	702.15	99.4	743.83	101.0	787.63
97.9	704.70	99.5	746.50	—	—

Abbiamo già notato che il passaggio dei corpi dallo stato liquido all'aeriforme, ossia l'evaporazione avviene a qualunque temperatura; succede però in questo passaggio un fenomeno che ha luogo a temperatura fissa se accade sotto pressione costante, ed è quello dell'ebollizione. Un termometro nell'acqua bollente sotto la pressione di un'atmosfera segna sempre e dovunque lo stesso punto di temperatura (100°), bolle invece ad una temperatura inferiore a questa a pressione minore e ad una temperatura superiore a pressione maggiore.

Il fenomeno dell'ebollizione avviene allorché il liquido, qualunque siasi, è portato a tale temperatura, che i vapori che da esso si formano hanno la tensione sufficiente per vincere la pressione esercitata sul liquido. A temperatura inferiore a questa la tensione dei vapori è troppo debole, e questi non possono formarsi che alla superficie del liquido, d'onde si staccano per diffondersi nell'aria o nel mezzo che incontrano; invece se la temperatura è quella che dà ai vapori una tensione eguale o maggiore della pressione sul liquido, allora questi si formano in tutte le parti della massa liquida, e salgono per la loro leggerezza ed elasticità agitando il liquido e producendo l'ebollizione.

Quindi ecco perché l'acqua, ad esempio, sotto la pressione di un'atmosfera bolle a 100°; a questa temperatura il vapore acqueo ha la sua tensione massima di 760 millimetri, eguale ad un'atmosfera.

La temperatura d'ebollizione di un liquido qualunque è sempre quella alla quale la tensione massima dei vapori del liquido è uguale alla pressione attuale sopportata dal liquido. Quindi dall'ultima tavola, che precede, possiamo immediatamente conoscere qual è la temperatura d'ebollizione dell'acqua sotto una pressione atmosferica qualunque da 433 a 788 millimetri. Si domandi, ad esempio, a che temperatura bolle l'acqua sotto la pressione atmosferica di 715^{mm}. La tavola dice che il vapore acqueo ha la tensione di 714^{mm}.97, quasi uguale a 715, alla temperatura di 98°3; dunque l'acqua sotto la pressione data bolle a 98°3. Se la pressione data non è quella precisa della tavola, si trova con una proporzione il vero valore della temperatura corrispondente. E con questo mezzo che si può fare la graduazione del termometro in qualunque paese e sotto qualunque pressione per segnare convenientemente il punto d'ebollizione dell'acqua.

Viceversa, se col termometro determiniamo la temperatura d'ebollizione in un sito qualunque, la tensione del vapore corrispondente a questa temperatura sarà eguale alla pressione atmosferica del luogo, ed ecco in qual ma-

niera un buon termometro ed un po' d'acqua pura possono risparmiarci la spesa ed il porto di un barometro. L'apparecchio che contiene il termometro ed i vasi adatti per farvi bollire l'acqua prende il nome di *ipsometro*.

L'evaporazione, sia che succeda alla temperatura dell'ebollizione, o a temperatura inferiore, non può aver luogo senza consumo di calore, che diventa latente, ossia non si manifesta più sotto forma di calore. Ad esempio, un chilogrammo di acqua, che passi allo stato aeriforme a 100°, consuma 537 calorie. Molte sperienze si fecero per determinare le calorie, che dicono di *evaporazione*, o di *elasticità*, dei diversi liquidi, e a differenti temperature. Ecco qui una tavola che fa conoscere la temperatura di ebollizione sotto la pressione di un'atmosfera e le calorie di elasticità di alcuni liquidi.

LIQUIDO	Temperatura dell'ebollizione	Calorie di elasticità
Acqua	100°	737
Alcool metilico	66.5	263.86
Alcool di vino	78	208.92
Acido formico	100	169
Etere acetico	74	105.80
Etere ordinario	38	91.11
Essenza di cedro	165	70
Iodio	180	23.95

Régnauld ha trovato che, bollendo l'acqua a 0° (sotto la pressione di 4^{mm}.6), il calore di elasticità del suo vapore è di 606.5 calorie; a 200° l'ha trovato espresso da 467.5. Dietro molte di queste determinazioni ha potuto costruire la seguente formola, che dà le calorie di evaporazione dell'acqua per qualunque temperatura. Essendo C il numero delle calorie che ci vogliono per elevare la temperatura di un chilogrammo d'acqua da 0 a t gradi, più ancora quelle che occorrono per trasformare quest'acqua in vapore alla stessa temperatura, la formola è:

$$C = 606.5 + 0.305 t.$$

Facendo, per esempio, $t = 100$, si trova $C = 637$, dal qual numero togliendo le 100 calorie necessarie per riscaldare l'acqua da 0 a 100°, resta per le calorie d'evaporazione a 100° il numero 537. Nella teoria delle macchine a vapore si fa un uso continuo di questa formola.

Il passaggio de' vapori dallo stato aeriforme allo stato liquido può farsi a differenti temperature dipendentemente dalla pressione a cui i vapori sono sottoposti. Sempre in questo passaggio il vapore restituisce tutto il calore di elasticità che avrebbe reso latente nel passaggio inverso alla stessa temperatura.

C. — Calore specifico, o calorie di riscaldamento.

Ricordiamo che s'intende per *caloria* la quantità di calore che è necessaria e basta per elevare da 0° ad 1° la temperatura di un chilogrammo d'acqua.

Ciò premesso, s'intende per *calorie di riscaldamento* o per *calore specifico* di un corpo il numero delle calorie che ci vogliono per riscaldare da 0° ad 1° un chilogrammo di quel corpo.

In un masso di ghiaccio a 0° scaviamo un pozzetto, mettiamovi dietro un pezzo di rame del peso di un chilogrammo alla temperatura per esempio di 20° e chiudiamo il pozzetto con una lastra di ghiaccio. Il ghiaccio si fonderà a spese del calore del rame che si raffredda. Allorché la temperatura di questo ha raggiunto 0°, si

pesi l'acqua proveniente dalla fusione. Sapremo quanto ghiaccio può far fondere il calore che perde un chilogrammo di rame per raffreddarsi da 20 a 0°; ma abbiamo già visto che ogni chilogrammo di ghiaccio per fondersi consuma 80 calorie (in numero tondo), quindi si conoscerà, dal peso del ghiaccio fuso, quante calorie perde il rame per raffreddarsi da 20 a 0° ossia, ciò che è lo stesso, quante ce ne vogliono per riscaldarlo da 0 a 20. Ripetuta la sperienza collo stesso rame a differenti temperature iniziali, si trova che le quantità di ghiaccio fuse sono proporzionali alle temperature stesse, e questa proporzionalità si verifica per tutti i corpi.

Supponendo pertanto che il ghiaccio fuso nella prima sperienza sia di 25 grammi, ossia $0,025$, moltiplicando questo numero per 80, troveremo che il rame ha perduto 2 calorie, ossia richiede 2 calorie per riscaldarsi da 0 a 20°, e richiederà per conseguenza un decimo di caloria per riscaldarsi di un grado. Adunque il calore specifico del rame è 0.1. Allo stesso modo si può trovare il calore specifico di qualunque corpo.

Sia c il calore specifico di un corpo, p il suo peso in chilogrammi, le calorie che occorrono per riscaldarlo da 0 a t gradi saranno in numero di pc ; infatti ogni chilogrammo richiede c calorie di riscaldamento per grado, p chilogrammi ne richiederanno pc per grado, e per t gradi pc . Lo stesso corpo per riscaldarsi da t a t' gradi richiederà $pc(t' - t)$ calorie. Altrettante ne perderebbe pel raffreddamento dello stesso numero di gradi.

Se p, c, t sono il peso, il calore specifico e la temperatura di un corpo, p', c', t' gli stessi elementi per un altro corpo, e questi due corpi sono mescolati insieme, o posti in condizione da ridursi all'equilibrio di temperatura senza perdita di calore all'esterno, e senza ricevimento di altro calore, essi ridurransi ad una temperatura comune θ , e tra gli elementi $c, c', t, t', p, p', \theta$ passerà la seguente relazione

$$pc(t - \theta) = p'c'(\theta - t'),$$

la quale trova frequenti applicazioni nella pratica e sulla quale è fondato il metodo detto delle mescolanze per la determinazione del calore specifico.

Un gas, chiuso in un vaso in modo che non possa dilatarsi, si riscalda per ogni incremento di calore che riceve. Il numero delle calorie necessarie per riscaldare da 0° a 1° un chilogrammo di un gas, tenuto in tal modo, costituisce ciò che si chiama il suo calore specifico a volume costante. Se invece esso è tenuto sotto pressione costante, per esempio in un vaso cilindrico chiuso da uno stantuffo scorrevole e premente sul gas con forza costante, riscaldato, si dilata, e la quantità di calore; che si richiede per elevarlo da 0° ad 1° la temperatura di un chilogrammo di esso in tal modo, dicesi suo calore specifico a pressione costante. Riflettendo che in quest'ultimo caso il calore comunicato al gas, oltre ad elevarne la temperatura, deve eseguire un lavoro, che è quello della rimozione dello stantuffo, facilmente si comprende che il calore specifico a pressione costante dev'essere maggiore di quello a volume costante. Il rapporto di questi due calori specifici ha una grande importanza nella teoria dinamica del calore.

La tavola seguente fa conoscere il calore specifico di differenti corpi solidi, liquidi ed aeriformi.

Solidi e liquidi.

Acqua	1.00300
Essenza di tercbentina	0.42500
Carbone di legno	0.24150
Piombaggine	0.24800
Zolfo	0.20259

Vetro	0.19768
Fosforo	0.18870
Diamante	0.14680
Acciajo	0.11848
Ferro	0.11379
Nichelio	0.10863
Cobalto	0.10696
Zinco	0.09555
Rame	0.09515
Ottone	0.09391
Argento	0.05701
Stagno	0.05623
Iodio	0.05412
Antimonio	0.05077
Mercurio	0.03332
Oro	0.03244
Platino laminato	0.03243
Piombo	0.03140
Bismuto	0.03084

Gas semplici.

Idrogeno	3.40900
Azoto	0.24380
Aria	0.23741
Ossigeno	0.21751
Cloro	0.12099
Bromo	0.05552

Gas composti.

Idrogeno protocarburato	0.59295
Ammoniaca	0.50836
Idrogeno bicarburato	0.40400
Protossido d'azoto	0.34470
Ossido di carbonio	0.24500
Idrogeno solforato	0.24318
Biossido d'azoto	0.23173
Acido carbonico	0.20246
Acido cloridrico	0.18520
Acido solforoso	0.15531

Vapori.

Etere solforico	0.47966
Alcool	0.45341
Etere acetico	0.40082
Benzina	0.37540
Solfuro di carbonio	0.15696
Cloroformio	0.15666

D. — Calore condotto e calore raggiante.

Il calore può propagarsi a traverso ai corpi di molecola in molecola più o meno facilmente, oppure slanciarsi da un corpo ad un altro a distanza con grandissima celerità. Un cilindretto di ottone lungo un decimetro, tenuto colla mano per un capo e coll'altro capo nella fiamma di una candela trasmette abbastanza prontamente ed in copia di molecola in molecola il calore di questa fino alla mano, e questo è *calore condotto*. Di fronte ad un focolare acceso, talvolta anche a distanza considerevole, sentiamo l'effetto del calore che da esso emana; uno schermo può sottrarci all'azione di tal calore, ma tolto lo schermo, immediatamente l'effetto suo si fa risentire, ed ecco il *calore raggiante*.

Il calore condotto si può riguardare come calore raggiante di molecola in molecola. I corpi, per la proprietà che hanno di trasmettere il calore a traverso la loro massa, dicesi *conduttori del calore*, e la proprietà stessa dicesi *conduttività*. Non tutti i corpi sono egual-

mente conduttori; così mentre non potremmo tener ferma in mano, senza bruciarci, una verga di ferro non troppo lunga, e rovente ad un suo capo, si tiene impunemente fra le dita un pezzetto di carbone per metà infuocato. Varia dunque la conduttività calorifica da corpo a corpo, e si suole determinare con una sperienza semplicissima, quando non si voglia giudicare che del grado suo relativo. Un vaso cilindrico di rame ha nella sua parete verticale una serie di fori eguali e ad eguale distanza dal fondo, i quali si chiudono con turaccioli attraversati da altrettanti cilindretti delle materie di cui si vuol esplorare la facoltà conduttrice. Questi cilindretti, che penetrano da una parte nel vaso e dall'altra sporgono in fuori di egual quantità, sono rivestiti esternamente di un sottile strato di cera. Si versi nel vaso dell'acqua bollente ad altezza superiore a quella dei cilindretti. Il calore si trasmetterà a traverso di questi all'esterno, e la cera si fonderà su di essi in una estensione più o meno grande, secondo la relativa loro conduttività pel calore.

Dopo un certo tempo la temperatura nei singoli cilindri si rende stazionaria, e cessa ogni fusione della cera. Si ammette che le conduttività dei cilindri siano in ragione delle distanze a cui si propagò la fusione della cera in tal tempo. È da notarsi che il tempo necessario perchè la fusione della cera si propaghi su ciascun cilindro alla massima distanza varia da cilindro a cilindro, e che se si prendessero le conduttività come proporzionali alla velocità con cui si propaga la fusione fino ad una determinata distanza dal vaso, si otterrebbero risultati differenti da quelli prima definiti e dipendenti, più che dalla vera conduttività, dal calore specifico della materia dei cilindri.

Allorchè in un cilindro od in una sbarra prismatica, che si scalda da un capo, è raggiunto per conduttività l'equilibrio di temperatura, il calore continua a fluire dalla sorgente calorifica lungo la sbarra ma non fa più elevare la temperatura di questa. Allora se immaginiamo la sbarra divisa con sezioni normali alla sua lunghezza in istrati sottilissimi, ogni strato riceverà tanto calore da quello che lo precede, quanto esso ne dà al successivo e ne perde nel suo contorno per contatto coll'aria e per irradiazione. A questo punto le sperienze dimostrano che crescendo le distanze degli strati dal focolare in ragione aritmetica, le rispettive temperature decrescono in ragione geometrica.

Se le due facce opposte di una lastra o di un muro sono a diversa temperatura, il calore fluisce dalla faccia più calda alla più fredda in quantità che dipende dalla conduttività della materia. Raggiunto l'equilibrio di temperatura, le quantità di calore che attraversano il muro in tempi eguali sono eguali (se le temperature delle facce opposte si conservano costanti) e le temperature degli strati successivi eguali attraversati dal calore sono in progressione aritmetica.

La quantità di calore che attraversa il muro in queste condizioni e nell'unità di tempo è proporzionale direttamente alla differenza di temperatura delle sue facce, e inversamente alla spessore del muro, e per averne il valore assoluto basta moltiplicare il rapporto di queste due quantità per un coefficiente numerico, che varia da corpo a corpo e che dicesi *coefficiente di conduttività* del muro o della lastra. Tale coefficiente è la quantità di calore che passa nell'unità di tempo per l'unità di superficie a traverso ad un muro di spessore eguale all'unità, e le cui facce hanno temperature che differiscono di un grado.

Le sperienze provano che in generale i metalli sono

eccellenti conduttori, e più di tutti l'argento, l'oro ed il rame. Mediocri conduttori sono i marmi, le diverse pietre, la majolica, la porcellana, il vetro, i mattoni, l'argilla; pessimi conduttori, o *coibenti*, come si suol dire, del calore sono i legni seccati, le ceneri, il carbone, la lana, la seta, il cotone, le piume, e quasi tutti i corpi porosi e finalmente divisi. I metalli stessi ridotti in polvere perdono gran parte della loro conduttività, probabilmente a cagione dell'aria che ne separa le particelle. In alcuni cristalli e nei corpi fibrosi la conduttività varia anche col variare della direzione dentro il corpo.

I liquidi ed i gas, il mercurio eccettuato, e forse anche l'idrogeno sono quasi assolutamente coibenti del calore, e se il riscaldamento si comunica da una parte ad un'altra della loro massa, ciò deriva non per la conduttività, ma per la mobilità delle parti, che si mescolano facilmente le une colle altre. I fisici inglesi dicono questo calore trasmesso *per convezione*.

Rappresentando con 1000 la conduttività dell'oro, Despretz ottenne per i corpi qui sotto una conduttività rappresentata dal numero che sta a ciascuno di fronte.

Oro	1000	Zinco	363
Platino	981	Stagno	304
Argento	973	Piombo	179
Rame	897	Marmo	23
Ferro	374	Porcellana	12

Rappresentando con 1000 la conduttività dell'argento, Franz e Wiedmann ottennero con altro metodo

Argento	1000	Acciajo	116
Rame	776	Piombo	85
Oro	532	Platino	84
Stagno	145	Lega di Rose	28
Ferro	119	Bismuto	18

La varia conduttività dei corpi pel calore dà ragione di moltissimi fenomeni ed usi. Da essa dipende la scelta dei materiali di costruzione o di abbigliamento per ripararci dal caldo e dal freddo. Un corpo buon conduttore toccato colla mano, a parità di temperatura, ci abbrucia più che un cattivo conduttore, se è più caldo che la mano, e produce una maggior sensazione di freddo, se è men caldo. Ciò avviene perchè il conduttore comunica alla mano prontamente una maggior parte del suo calore, che non l'altro corpo, nel primo caso, ed una maggiore ne sottrae nel secondo.

Il calore viene irradiato a traverso allo spazio anche senza i corpi che lo conducano. È sotto forma di calor raggianti che la terra riceve il calor del sole e de' corpi celesti. Per ispiegare i fenomeni del calor raggianti e della luce i fisici hanno dovuto immaginare un fluido sottilissimo ed eminentemente elastico che riempie l'universo ed al quale hanno dato il nome di *etere*. L'etere trovasi dappertutto, anche nell'interno de' corpi tra molecola e molecola e tra atomo ed atomo. I movimenti vibratorii delle particelle dell'etere possono comunicarsi agli atomi ed alle molecole dei corpi e viceversa. Si suppone che la causa del calore sia un movimento ristrettissimo e rapidissimo, secondo alcuni vibratorio, delle molecole de' corpi, il quale si comunica all'etere, che lo trasmette a distanza da molecola a molecola, da corpo a corpo con una celerità grandissima. Le vibrazioni dell'etere danno luogo, come quelle dell'aria nella trasmissione del suono, ad onde calorifiche e luminose di varia lunghezza dipendentemente dalla celerità delle vibrazioni, con questa differenza, che mentre nel movimento sonoro le vibrazioni succedono tutto al più a poche migliaia per

secondo, nel movimento luminoso e calorifico si fanno a milioni di milioni per secondo, la lunghezza di un'onda sonora può essere di alcuni metri, quella delle onde eteroee arriva appena ad un mezzo millesimo di millimetro. Essendo il calor raggiante e la luce l'effetto di uno stesso movimento eteroee, si discorrerà del primo quando parleremo della seconda.

E. — Termodinamica.

La termodinamica è la scienza della trasformazione del calore in lavoro e del lavoro in calore. Gli antichi già sapevano che il movimento è causa di calore. Galileo faceva consistere il calore nel movimento più o meno celere di particelle sottilissime della materia. Bacono nel 20^{mo} aforismo del secondo libro del suo *Novum Organum* ripone l'essenza del calore nel movimento: « Quando io dico che il movimento è il genere, di cui il calore è la specie, intendo di significare, non che il calore generi movimento, od il movimento generi calore (sebbene ambedue queste cose siano vere in certi casi), ma che il calore esso stesso, la sua essenza e quiddità, è movimento e non altro ». Locke poi definì assai felicemente il calore come segue: « il calore è una vivissima agitazione delle parti insensibili degli oggetti, la quale produce in noi quella sensazione per cui diciamo l'oggetto caldo; cosicché ciò che nella nostra sensazione è calore, nell'oggetto non è altro che movimento. Rumford e Davy ampliarono e confermarono con esperienze questo modo di vedere, ed altri molti camminarono sulle loro tracce. Il primo germe però dell'attuale dottrina termodinamica nacque nella mente del dottore Mayer di Heilbronn, e fu pubblicato nel 1842. L'inglese Joule indipendentemente da Mayer giunse alle medesime conseguenze, e stabilì sulle solide basi della esperienza il primo principio della termodinamica. Altri molti percorsero in seguito lo stesso agone, e si resero illustri i nomi di Rankine, Clausius, Thomson, Hirn e di tanti altri che lungo sarebbe a nominarli tutti.

Lo stringere un pezzo di legno in una morsa, il percuotere un pezzo di ferro o di piombo sopra l'incudine, il conficcare tra loro due corpi, il battere dell'acciarino contro la pietra focaja, ecc. ecc., sono altrettante azioni nelle quali si genera calore. Una palla che urta nel bersaglio, un corpo che cade e s'arresta, le stelle cadenti che penetrano nell'aria, gli assi che girano nelle ruote, le seghe che lavorano nei marmi, o nei legni, i trapani che forano i cannoni, sono tutti corpi che si scaldano più o meno per le descritte azioni, il che fa dire che una delle cause del calore è il movimento meccanico. Rumford, studiando il calore generato nel forare i cannoni, venne a costruire un apparecchio, nel quale riuscì a far bollire l'acqua col semplice strofinio, e Davy collo strofinio reciproco di due dischi di ghiaccio generò tanto calore da farli fondere in un ambiente, la cui temperatura era di alcuni gradi sotto lo zero.

In molti fenomeni fisici sviluppassi pure il calore. Generano calore la diffusione reciproca dei liquidi, gli assorbimenti gassosi di certi corpi, l'elettricità, il passaggio dei vapori allo stato liquido, e dei liquidi allo stato solido, ecc.

Oltre alle sorgenti meccaniche e fisiche di calore, abbiamo ancora le chimiche. In generale non avvengono azioni chimiche senza sviluppo od assorbimento di calore. La combustione, che è una delle cause precipue di calore sulla terra, non è altro che una combinazione chimica qualunque in cui si genera calore e luce. Le combustioni più ordinarie sono quelle dell'idrogeno, del carbone, e dei combustibili in genere, nell'aria o nell'ossigeno, il

quale fu distinto coll'attributo di comburente. Molti fisici e chimici determinarono sperimentalmente la quantità di calore che si genera nelle combinazioni chimiche. La tavola seguente dà le calorie di combustione di vari corpi, quali furono ottenute da Fabre e Silberman per ogni chilogrammo di combustibile.

Corpo	Calorie
Idrogeno	34462
Essenza di terebentina	10852
Etere solforico	9027
Carbone di legno	8080
Coke	8047
Grafite naturale	7797
Diamante	7770
Alcool assoluto	7184
Ossido di carbonio	2403
Zolfo nativo	2262
Idrogeno bruciato nel cloro	23783 3

Il calore negli animali è generato dalle azioni chimiche che avvengono nella respirazione, ed il calore del sole e in generale degli astri è probabilmente dovuto in parte alle azioni meccaniche, come sarebbero le cadute di corpi vaganti nello spazio, ed in parte alle azioni fisiche e chimiche.

Se ben si studiano tutti i fenomeni in cui si manifesta e quasi, in apparenza, si crea del calore, facilmente si riconoscerà che ivi si consuma un lavoro, che si trasforma, si può dire, in calore. Così il lavoro di strofinio o di percussione di un corpo si fa calore. Viceversa ove si consuma calore, che in apparenza viene distrutto, ivi si genera lavoro. Così nel passaggio dei corpi dallo stato solido al liquido e da questo all'aeriforme si consuma calore, che dicono reso latente, ma intanto si fa un lavoro di disgregazione delle particelle solide in liquide e delle liquide in aeriformi. Nei passaggi inversi, ove questo lavoro viene distrutto, il calore riappare.

Se colla mano alziamo un corpo, facciamo questo lavoro a spese del calore dei nostri muscoli; se il corpo ricade, il lavoro fatto viene distrutto, ma il corpo urtando sul suolo si riscalda e restituisce il lavoro perduto sotto forma di calore.

Nell'universo vi ha una somma fissa di forza viva (i meccanici chiamano *forza viva* di un corpo in movimento il semiprodotto della massa di esso per la sua velocità, $\frac{1}{2} m v^2$). Qualunque reazione avvenga di corpi

mai può distrursi, nè crearsi forza viva. La forza viva apparisce a noi sotto forma di movimento, di calore, di elettricità, ecc. La forza viva distrutta sotto un aspetto si manifesta sotto un altro, ma è sempre nella stessa quantità. Alzando un corpo del peso di p chilogrammi all'altezza di a metri, facciamo un lavoro che vale pa chilogrammetri (il chilogrammetro è l'unità di lavoro, e corrisponde al lavoro fatto nell'innalzare il peso di un chilogrammo all'altezza d'un metro); or bene, se questo corpo ricade dall'altezza di a metri e s'arresta sul suolo, perde tutta la forza viva che acquista nella caduta, forza viva che è espressa da $\frac{1}{2} m v^2$, essendo m la massa del

corpo, e v la velocità colla quale esso urta contro il suolo. Ora le formole della meccanica ci dicono che il peso di un corpo vale il prodotto della sua massa per la gravità, $p = mg$, e che il quadrato della velocità vale il doppio della gravità per l'altezza della caduta, $v^2 = 2g a$, dalle quali due relazioni si ricava $pa = \frac{1}{2} m v^2$, il che fa vedere che il lavoro e la forza viva sono la stessa cosa, e che

il corpo fa, per così dire, sopra se stesso nella caduta un lavoro eguale a quello che si è fatto per portarlo a quell'altezza. La forza viva del corpo sparisce nell'urto di questo contro il suolo, ma non si distrugge; si converte in parte in calore, che è pure forza viva, in scuotimento delle particelle del suolo e dell'aria, in movimento sonoro, ecc. Se potessimo calcolare le forze vive di tutte le particelle scosse dall'urto, e sommarle insieme, troveremo una somma esattamente eguale alla forza viva in apparenza perduta, e realmente solo trasformata.

Considerando in modo più particolare la trasformazione del calore in lavoro e viceversa, Mayer ha creduto di riconoscere che in ogni caso una quantità determinata di calore genera una quantità determinata di lavoro, e viceversa, e gli venne in capo di ricercare quale sia la quantità di lavoro che corrisponde alla consumazione di una caloria, od in altri termini, se una caloria si converte in lavoro, quanti chilogrammetri di lavoro genera? A questo numero di chilogrammetri diede il nome di *equivalente dinamico del calore*, il quale una volta conosciuto, possiamo sempre calcolare il valore del lavoro in cui può convertirsi un numero qualunque di calorie. Senza far esperienze, e considerando semplicemente i calori specifici dei gas a volume costante ed a pressione costante quali si conoscevano a quei tempi, Mayer ha potuto dare approssimativamente il valore dell'equivalente dinamico del calore. Abbiamo già visto che la differenza de' due calori specifici deve corrispondere al lavoro fatto dal calore per dilatare il gas a pressione costante. Ora questo lavoro è dato dal prodotto del peso p , col quale lo stantuffo preme il gas, per lo spazio a che il gas, che si dilata, fa percorrere allo stantuffo, ossia da pa , e se c è il calore specifico a volume costante, e c' a pressione costante, $c' - c$ sarà il numero delle calorie che generano il lavoro pa , ed una caloria produrrà un lavoro espresso da $\frac{pa}{c' - c}$, che è l'equiva-

lente dinamico cercato. Mayer applicando questa formula arrivò ad un risultato falso, perchè i valori di c e di c' a quel tempo non erano stati ancora bene determinati, ma egli non ha meno merito per ciò e devesi a lui la gloria d'aver avuto la prima idea dell'equivalenza del lavoro e del calore.

L'inglese Joule con molte serie di sperienze svariatissime, nelle quali convertivasi il calore in lavoro e viceversa, misurando esattamente ad ogni sperienza il lavoro ed il calore, giunse a risultati numerici differenti e poco d'accordo fra loro, ma convergenti sempre più verso un valore medio e fisso, a misura che le sperienze si facevano con maggior precisione, o con metodi più convenienti. Il risultato finale a cui giunse è il num. 425, vale a dire una caloria, mutandosi in lavoro, genera 425 chilogrammetri. Nei calcoli si ammette da tutti questo numero, sebbene vi sia ancora qualche incertezza di poche unità sul medesimo.

Viceversa, se un chilogrammetro di lavoro si converte in calore, ne nasce $\frac{1}{425}$ di caloria, e questo è l'*equivalente calorifico del lavoro*.

Le cose predette sono la base del *primo principio* della teoria dinamica del calore, il quale può enunciarsi così: ogni volta che il calore, agendo sopra un corpo, genera un lavoro meccanico esterno al corpo, scompare una quantità di calore proporzionale al lavoro prodotto. Reciprocamente ogni volta che un lavoro meccanico è consumato in azioni qualunque sopra un corpo, si genera una quantità di calore proporzionale a questo lavoro. *Il rapporto che esiste tra le quantità di calore scomparse o apparse, e le quantità di lavoro prodotte*

o consumate è una quantità costante, ed è quello appunto che prende il nome di equivalente meccanico del calore, o di equivalente calorifico del lavoro, secondo che si prende per unità il calore od il lavoro.

Allorchè il calore convertesi tutto in lavoro esterno, od un lavoro tutto in calore, il primo principio della termodinamica è sufficiente per calcolare vuoi l'effetto risultante, vuoi il calore od il lavoro necessario per produrre questo effetto. Ma quando oltre ad un lavoro esterno ha pure luogo un lavoro interno molecolare, allora il primo principio è insufficiente, e conviene ricorrere al *secondo principio*, il quale suolsi enunciare in molti e differenti modi, fra i quali il seguente dato da Rankine è forse il più elementare e più facile a comprendersi. *Per ottenere il lavoro totale interno ed esterno moltiplicate la temperatura assoluta, alla quale si è fatto il cambiamento di volume, per la quantità di cui varia il lavoro esterno dovuto alla variazione di un grado nella temperatura.*

Per ben comprendere questo enunciato bisogna ricordare che i fisici chiamano temperatura assoluta quella che è contata dallo zero assoluto, il quale dietro considerazioni teoriche e sperimentali è stato fissato a 273° sotto la temperatura del ghiaccio fondente, cosicchè si ottiene la temperatura assoluta di un corpo aggiungendo 273 alla temperatura ordinaria del termometro centesimale.

13. — LUCE.

A. — Propagazione, velocità, intensità della luce.

Newton faceva consistere la luce in un fluido formato di sottilissime particelle, dotate di speciali polarità, e suscettibili di slanciarsi con una straordinaria velocità non solo nello spazio vuoto, ma ancora a traverso ai corpi trasparenti. Questa ipotesi, detta dell'*emissione*, non è più ammissibile, essendo contraria ai fatti.

Ho già detto, parlando del calore raggianti, che l'etere riempie tanto gli spazi interplanetari, quanto gli intermolecolari. A traverso all'etere si trasmettono le vibrazioni e le onde calorifiche, luminose, ed anche chimiche; procedendo queste onde dal centro che le genera, producono differenti effetti sui differenti corpi che possono incontrare. Se raggiungono l'organo della vista con sufficiente celerità ed ampiezza di vibrazione, la loro forza viva comunicasi alla retina dell'occhio, si trasmette pel nervo acustico al cervello e si manifesta sotto forma di luce rossa, gialla, verde, ecc. secondo la lunghezza delle onde luminose, o, ciò che fa lo stesso, secondo la celerità di successione delle vibrazioni delle particelle eteree, perchè esiste tra il numero di queste, fatte nell'unità di tempo, la velocità della luce e la lunghezza d'onda luminosa, od eterea, la stessa relazione che ho detto esistere tra gli elementi analoghi nella trasmissione del suono. Se raggiungono gli organi del tatto, od il bulbo di un termometro, si manifestano sotto forma di calore. Finalmente se raggiungono certi composti chimici, producono la loro decomposizione, come avviene all'acido carbonico in contatto colle materie verdi delle piante, al nitrato d'argento, ecc., e se cadono su mescolanze di elementi chimici convenienti, determinano la loro combinazione, come avviene ad un miscuglio in parti eguali d'idrogeno e di cloro. Su queste proprietà delle vibrazioni eteree è fondata la fotografia.

Abbiamo dunque, rispetto ai loro effetti, tre specie di radiazioni, o di raggi eterei, *luminosi, calorifici e chimici*. Le vibrazioni delle particelle eteree si fanno in

direzione trasversale alla linea secondo cui camminano i raggi, e sono della stessa natura nelle tre specie di radiazioni, solo differiscono nella celerità con cui si succedono: le più lente e corrispondenti per conseguenza ad una lunghezza d'onda maggiore, si manifestano più particolarmente sotto forma di calore, esse non sono sensibili sotto forma di luce; se si fanno gradatamente più celeri, cominciano a mostrarsi all'occhio come luce rossa, che passa all'arancio, al giallo, al violaceo a misura che cresce la celerità. Al di là di questo limite l'occhio non le sente più, ma esse manifestansi ancora colle azioni chimiche. Le radiazioni luminose, rispetto alla lunghezza d'onda, sono dunque intermedie tra le chimiche e le luminose e mal si saprebbe precisare il limite di ciascuna di esse. Da ciò si vede, che l'occhio è limitato rispetto alla percezione della luce, come l'orecchio rispetto a quella del suono.

I raggi luminosi, come i calorifici ed i chimici, nei mezzi omogenei camminano in linea retta, ma quando raggiungono la superficie che separa il mezzo in cui camminano da un altro successivo, danno luogo a fenomeni che dichiarerò in seguito.

L'ombra e la penombra che proiettano i corpi opachi, posti sul passaggio della luce, si spiegano e la loro forma si determina geometricamente, partendo dal principio della propagazione rettilinea della luce. Tolto il corpo opaco, la superficie, su cui si proiettava l'ombra, resta tutta illuminata; il corpo opaco non faceva altro che intercettare i raggi che ora vanno ad illuminare il sito dell'ombra.

Un occhio situato nell'ombra proiettata dal corpo opaco non vede punto il luminare d'onde la luce emana, ma posto ai confini dell'ombra, ne vede una parte più o meno grande secondo la sua posizione. Nella zona d'onde vedesi parte del luminare sta la penombra. Se il luminare è il sole ed il corpo opaco la luna, per l'occhio situato nell'ombra havvi eclisse totale di sole, nella penombra eclisse parziale. Se il luminare non ha dimensioni, od è ridotto ad un punto, non vi ha penombra.

La luce che parte da un punto e passa per un foro di qualunque forma, fatto in un diaframma, ricevuta al di là di questo foro sopra uno schermo piano parallelo al diaframma, vi dipinge un'immagine simile alla forma del foro. Invero i raggi, che passano per questo, formano una piramide od un cono avente il vertice nel punto luminoso ed il foro per una sezione piana trasversale, e tutte le sezioni parallele di un cono o di una piramide sono figure simili.

Se la sorgente luminosa ha dimensioni e forma particolare, come il sole e la luna piena o falcata, ed il foro attraversato dalla luce è piccolissimo, qualunque sia la forma di questo, l'immagine della luce che si riceve sullo schermo è simile alla figura del corpo luminoso. Così avviene che la luce solare passando a traverso le foglie di una pianta, che non la intercettino totalmente, va a dipingere sul suolo l'immagine rotonda del sole, ancorchè gl'intervali, per cui passano i raggi luminosi tra foglia e foglia, abbiano forma poligonale. Se il sole è parzialmente eclissato, veggonsi sul suolo all'ombra delle piante le sue immagini falcate od anulari.

La ragione sta in ciò, che la luce, che parte da ciascun punto del luminare, va a formare sullo schermo, come già si è spiegato, un'immagine simile alla figura del foro, che possiamo supporre triangolare. Si proiettano così sullo schermo tante di queste immagini contigue, quanti sono i punti della sorgente luminosa, cioè infiniti, le quali si sovrappongono in parte e si distribuiscono come i punti corrispondenti del luminare.

Ciò spiega perchè nella nostra camera da lavoro vediamo spesso passare sul muro opposto alla finestra, o sulla volta, l'ombra od una grossolana immagine delle persone che passano di fuori, specialmente se sono illuminate dal sole; l'ombra cammina in senso contrario a quello della persona, e l'immagine è rovesciata. Se la camera è oscura e riceve la luce da un solo foro circolare ristretto, possiamo vedere proiettate su di uno schermo in essa le immagini rovesciate e abbastanza distinte di tutti gli oggetti ben illuminati e posti all'esterno di fronte al foro. Su questo principio è costruita la camera oscura, che divenne poi dagherrotipo e camera fotografica. Quanto più il foro di passaggio della luce è ristretto, tanto più distinta è l'immagine, e nella camera oscura per ricevere un fascio di luce abbastanza grande perchè le immagini riescano chiare, e rendere il foro piccolissimo per la distinzione di queste, si fa uso di una lente convergente.

La luce si propaga con velocità grandissima, che fu determinata la prima volta, almeno approssimativamente, da Roemer nel 1675 dietro le osservazioni degli eclissi del primo satellite di Giove. Allorchè questo satellite s'immerge nell'ombra del pianeta, si eclissa, come fa la luna entrando nell'ombra della terra, e noi cessiamo di vederlo al momento in cui l'ultimo raggio di luce da esso mandato arriva a noi. Ora si capisce, che passando Giove dalla congiunzione all'opposizione col sole rispetto a noi, trovasi da noi a distanze variabili, e l'ultimo raggio di luce del satellite, che si eclissa, arriva a noi più o men tardi secondo la maggiore o minore sua distanza. Debbono quindi nascere nell'avvenimento dell'eclisse dei ritardi e delle anticipazioni, dal cui studio si dedusse che la luce solare impiega oltre ad 8' per venire dal sole a noi. Bradley colla scoperta dell'aberrazione delle stelle confermò la deduzione di Roemer.

La velocità della luce è di 300 mila chilometri al secondo, ed è meraviglioso come un movimento così rapido si sia potuto misurare nel nostro secolo con isperienze di gabinetto da Foucault e da Fizeau con metodi differenti.

L'intensità della luce che procede da un centro, e propagasi sfericamente intorno, non è costante, ma varia, come quella del suono, in ragione inversa dei quadrati delle distanze dalla sorgente luminosa. Gli apparecchi che servono alla determinazione sperimentale di questa legge, ed al confronto dell'intensità relativa di due sorgenti luminose, diconsi *fotometri*. Questi sono per lo più fondati sulla facoltà che abbiamo di giudicare abbastanza con precisione dell'eguaglianza di illuminazione di due superficie vicine. Siano queste illuminate ciascuna da una sorgente luminosa; se il grado d'illuminazione è differente, mal sapremmo dire quante volte il grado d'illuminazione dell'una sia maggiore o minore di quello dell'altra, ma se avviciniamo od allontaniamo una delle sorgenti dalla rispettiva superficie, possiamo ridurre i due gradi d'illuminazione ad essere eguali, e riconosceremo facilmente questa eguaglianza. Due sorgenti luminose sono eguali quando illuminano egualmente le superficie rispettive alla medesima distanza. Scelte poi più sorgenti di equal forza, si vedrà che una sola, ad una distanza determinata, illumina la rispettiva superficie colla medesima intensità che quattro riunite a distanza doppia, o che nove a distanza tripla, il che prova la legge dell'inversa dei quadrati delle distanze. Quindi pel confronto della forza relativa di due sorgenti, collociamole a tali distanze dalle rispettive superficie, che queste vengano egualmente illuminate, ed il rapporto diretto dei quadrati di queste distanze, che si possono misurare, sarà quello delle forze delle due sorgenti.

Sovente, invece del confronto delle superficie separate e direttamente illuminate dalle sorgenti che si studiano, si fa il confronto delle intensità delle ombre vicine che un corpo opaco esposto ai due lumi proietta su di una superficie bianca. È chiaro che un lume illumina il sito ov'è proiettata l'ombra dell'altro, e quindi il confronto delle ombre è realmente il confronto di due tratti della superficie illuminati separatamente dai due lumi, e si può dire che questo metodo è identico col precedente.

B. — Riflessione della luce.

Il movimento luminoso in un mezzo omogeneo si propaga in linea retta, ma giunto alla superficie che separa questo mezzo da un altro, in generale si suddivide: in parte si riflette indietro, tornando nel primo mezzo, ed in parte passa oltre nel secondo. La porzione di luce, che penetra nel secondo mezzo, secondo la natura di questo, può ivi trasformarsi in calore od in altra forza viva, oppure camminare in esso sotto forma di luce. Dirò di essa qui appresso.

La porzione che rimbalza indietro prende il nome di *luce riflessa*, e questa riflessione si fa con legge semplicissima, che si enuncia così: *l'angolo di riflessione è uguale all'angolo d'incidenza, e questi due angoli giacciono in un medesimo piano normale alla superficie riflettente*. Per comprendere questo enunciato convien sapere che chiamano *raggio incidente* quello che va a percuotere contro la superficie ove avviene il rimbalzo o la riflessione, *angolo d'incidenza* quello che il raggio incidente fa colla normale alla superficie riflettente nel punto ove cade il raggio, *raggio riflesso* quello che rimbalza indietro, ed *angolo di riflessione* quello che fa il raggio riflesso colla stessa normale.

Dimostrasi questa legge sperimentando su-raggi luminosi riflessi da specchi. Cada sopra uno specchio un fascio di raggi luminosi paralleli con qualunque angolo di incidenza, sarà facile riconoscere l'anclamento del fascio luminoso riflesso e prendere le misure per la determinazione della legge. Una parte però della luce che rimbalza indietro segue in apparenza leggi differenti, e si diffonde tutto intorno nel primo mezzo, e prende per ciò il nome di *luce diffusa*, ed è luce riflessa dalle prominente od ineguaglianze della superficie riflettente.

Un punto luminoso dinanzi ad uno specchio piano manda su questo un fascio conico o piramidale di raggi avente per vertice il punto stesso e per base la faccia dello specchio, il complesso dei raggi riflessi forma come una continuazione dello stesso cono ripiegato indietro. Prolunghiamo i lati di quest'ultima porzione di cono al di là dello specchio, ed essi andranno a concorrere in un punto collocato simmetricamente al punto luminoso per rispetto alla superficie riflettente, vale a dire se quel punto ed il punto luminoso si uniscono con una retta, questa riesce perpendicolare alla faccia dello specchio e divisa dalla medesima per metà. Un occhio situato nel cono dei raggi riflessi riceve da questi un'impressione come se ognuno di essi provenisse da quel punto dietro lo specchio, e vede per conseguenza colla immagine del punto luminoso, *immagine* che dicono *virtuale*, perchè manca in quel punto ogni sorgente luminosa e ogni incrocicchiamento di raggi capaci di produrre quell'effetto, e per distinguerla dalle *immagini reali*, che risultano dall'effettivo concorso di raggi luminosi.

Se invece di un punto, mettiamo di fronte allo specchio un corpo, la luce che va da questo allo specchio genererà l'immagine virtuale di ciascun punto del corpo, e l'occhio situato sul passaggio della luce riflessa vedrà

l'immagine del corpo posta dietro allo specchio simmetricamente a questo.

Se invece di uno, abbiamo più specchi piani, la luce rimandata dagli uni agli altri genera dietro di essi più immagini, le cui posizioni facilmente si determineranno riguardando ciascuna immagine come oggetto, rispetto allo specchio successivo.

Da questa legge semplicissima della formazione delle immagini negli specchi piani si deducono quelle relative agli specchi curvi, poichè possiamo considerare ciascun punto di uno specchio curvo come uno specchio piano infinitamente piccolo situato sul piano tangente allo specchio curvo in quel punto.

Gli specchi curvi più frequentemente adoperati sono gli sferici, la cui faccia riflettente è una calotta sferica concava o convessa. Diconsi *raggio* e *centro* di curvatura dello specchio il raggio ed il centro della superficie sferica di cui la calotta è parte, *asse principale* dello specchio la retta indefinita che unisce il centro di curvatura col punto di mezzo della calotta, *asse secondario* qualunque retta che passa pel detto centro e per un punto dello specchio.

Per far comprendere le leggi della riflessione sugli specchi sferici, supponrò un tale specchio concavo e convesso ad un tempo, vale a dire una calotta sferica che riflette la luce tanto sull'una che sull'altra faccia, e dirò come si riflettono su tale specchio i raggi provenienti da un punto dell'asse principale dovunque situato su di questo. Cominciamo a supporre questo punto, o sorgente luminosa a distanza infinita dal lato della concavità, i raggi arriveranno allo specchio paralleli all'asse principale, si rifletteranno indietro e dopo la riflessione s'incrocicchieranno tutti in un medesimo punto dell'asse, il quale si chiama il *foco principale* dello specchio, e dista dallo specchio della metà del raggio di curvatura. Con un pezzetto di carta portato da un sottil braccio per non intercettare la luce incidente, si può verificare questa cosa. La distanza del foco principale dallo specchio dicesi *lunghezza focale* di questo.

Portiamo ora il punto luminoso a distanza finita dallo specchio, ma grandissima, i suoi raggi arriveranno allo specchio divergenti, e riflessi da questo convergeranno verso un punto dell'asse poco discosto dal foco principale fra il foco stesso ed il centro di curvatura, e questo punto si chiama *foco conjugato* del punto ove sta la sorgente luminosa.

Ora, se facciamo avvicinare il punto luminoso allo specchio, il foco conjugato di esso va avvicinandosi sempre più al centro di curvatura, e sarà nel centro stesso allorchè il punto luminoso arriverà nel centro. Se il punto luminoso si avvicina ancora di più allo specchio e passa nello spazio compreso tra il centro ed il foco principale, i raggi riflessi s'incrocicchieranno ancora sull'asse principale ed in quel punto stesso av'era la sorgente luminosa quando il suo foco conjugato era nel sito ove essa adesso trovasi.

Questi punti sono adunque fochi conjugati l'un dell'altro. Arrivata la sorgente luminosa al foco principale, i raggi riflessi riescono paralleli e concorrono a distanza infinita.

Se il punto luminoso si avvicina maggiormente allo specchio, i raggi arrivano a questo troppo divergenti, ed i raggi riflessi non convergeranno più, ma saranno divergenti essi stessi, e prolungati mentalmente al di là dello specchio, vanno a concorrere in un punto dell'asse principale, che chiamasi ancora *foco conjugato* del punto luminoso, ma esso è un *foco virtuale*, a differenza dei precedenti che sono reali, perchè risultanti dal reale

concorso de' raggi riflessi. Se il punto luminoso è vicinissimo al foco principale, il suo foco virtuale conjugato è a distanza grandissima dallo specchio, e va avvicinandosi a questo a misura che ad esso si avvicina pure il punto luminoso.

Se il punto luminoso passa oltre allo specchio, questo diventa convesso, e le leggi della riflessione sono ancora le stesse, ma i raggi riflessi saranno sempre *divergenti* ed i fochi *virtuali*. Quando esso è vicinissimo allo specchio, il suo foco conjugato virtuale sarà pure vicino allo specchio, ma dal lato della concavità, ed a misura che esso se ne allontana, il foco conjugato se ne allontana pure, avvicinandosi indefinitamente al foco principale, ove giunge allorchè il punto luminoso è a distanza infinita.

Se d e d' sono le distanze di due fochi conjugati dal centro dello specchio di raggio di curvatura r , per determinare due di questi elementi dato il terzo, si ha la relazione

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{2}{r}.$$

Un occhio situato sul fascio dei raggi riflessi vede l'immagine reale o virtuale del punto nel foco conjugato di questo, perchè giudica i raggi che lo urtano come provenienti da quel foco.

Colle stesse leggi avviene la riflessione dei raggi di un punto luminoso che cammini lungo un asse secondario. I raggi, provenienti da qualunque punto dinanzi ad uno specchio sferico, danno di questo punto un'immagine reale o virtuale nel foco reale o virtuale del punto stesso sull'asse secondario che passa pel medesimo.

Quindi si capisce come si formino le immagini degli oggetti negli specchi sferici. I raggi che partono dai singoli punti di un oggetto, e sono riflessi dallo specchio, formano un'immagine reale o virtuale dei punti rispettivi dell'oggetto, e l'occhio vede l'immagine di questo nel complesso di quei fochi conjugati, *rovesciata*, se reale, *diritta*, se virtuale. Le dimensioni lineari della immagine stanno in ogni caso alle omologhe dell'oggetto come le distanze rispettive dal centro di curvatura, ed evidentemente il grado d'illuminazione dell'immagine è tanto maggiore, quanto essa è più piccola che l'oggetto, e viceversa.

Tutte queste cose si possono con facilità verificare sperimentalmente coll'uso di uno specchio sferico e di una candela accesa. L'immagine della fiamma, reale o virtuale, si vede da un occhio situato nel fascio della luce riflessa e rivolto verso lo specchio. Le immagini reali si possono rendere visibili simultaneamente a più persone, ricevendole sopra un foglio di carta convenientemente collocato nello spazio da esse occupato.

Su queste proprietà sono fondate tutte le applicazioni degli specchi sferici.

C. — Rifrazione e dispersione della luce.

La luce che passa da un mezzo in un altro obliquamente alla superficie di separazione di essi, s'inflexe, vale a dire, cammina nei due mezzi, supposti omogenei, in linea retta, ma la retta percorsa in un mezzo non è la continuazione dell'altra. A questo fenomeno si dà il nome di *rifrazione*. Uno dei due mezzi può anch'essere il vuoto.

Diconsi mezzi rifrangenti tutti i corpi, in cui, penetrando obliquamente, la luce devia dalla sua direzione di prima.

Dalla rifrazione dipendono molti fenomeni: così un bastone immerso obliquamente nell'acqua sembra piegato alla superficie di questa; il disco della luna piena

presso l'orizzonte sembra un poco schiacciato nel senso del diametro verticale; gli astri si veggono al disopra dell'orizzonte quando in realtà sono ancora di circa mezzo grado al di sotto; un oggetto osservato a traverso ad un mezzo rifrangente a facce non parallele sembra spostato dal luogo in cui esso realmente si trova.

Nel primo mezzo il raggio di luce dicesi *incidente*, nel secondo *rifratto*. L'angolo del raggio incidente colla normale alla superficie di separazione dei due mezzi nel punto d'incidenza dicesi *d'incidenza*, e di *rifrazione* l'angolo del raggio rifratto colla stessa normale.

La sperienza prova che *questi due angoli sono in uno stesso piano normale alla superficie di separazione de' due mezzi*, ed è questa la prima legge della rifrazione ordinaria.

Se la luce passa dal vuoto in un mezzo rifrangente, essa si avvicina alla normale, od in altri termini, l'angolo di rifrazione è minore dell'angolo d'incidenza. Un mezzo dicesi più rifrangente che un altro, allorchè, a parità d'angolo d'incidenza, fa maggiormente accostare alla normale i raggi provenienti dal vuoto. Passando la luce da un mezzo meno rifrangente in uno più rifrangente, l'angolo di rifrazione riesce minore dell'angolo d'incidenza, e viceversa. Se questo passaggio si fa normalmente alla superficie di separazione dei due mezzi, non ha luogo rifrazione. Tutti questi sono risultati sperimentali.

Snellius e Cartesio hanno dimostrato sperimentalmente la seconda legge della rifrazione ordinaria, che è la seguente: *il seno dell'angolo d'incidenza diviso pel seno dell'angolo di rifrazione dà un quoziente costante per gli stessi mezzi, qualunque sia del resto l'inclinazione del raggio incidente*, ossia più brevemente, *il rapporto dei seni degli angoli d'incidenza e di rifrazione è costante per gli stessi mezzi*.

Questo rapporto costante si chiama *indice di rifrazione*, e varia col variare dei mezzi. Quando si parla dell'indice assoluto di un mezzo, s'intende che è quello relativo al passaggio della luce dal vuoto in esso. L'indice relativo di due mezzi è dato dal rapporto inverso degli indici dei due mezzi rispetto al vuoto.

La luce non cammina colla stessa velocità in tutti i mezzi, e la teoria ha fatto vedere che l'indice di rifrazione relativo a due mezzi è uguale al rapporto delle velocità della luce nei medesimi.

Abbiamo però, come già dissi, radiazioni luminose di diverso colore, ossia di diversa lunghezza d'onda. Or bene, la sperienza ha dimostrato che, anche per gli stessi mezzi, l'indice di rifrazione cambia colla natura della luce. L'indice di rifrazione della luce violacea è maggiore di quello della luce azzurra, questo maggiore di quello della luce verde, ecc., cosicchè, se un fascio di raggi luminosi di differenti qualità o tinte passa da un mezzo in un altro, ricevuto in questo sopra uno schermo, presenta distinti e separati i colori dei raggi che lo compongono, poichè le varie qualità di luce si allontaneranno diversamente dalla normale alla superficie di separazione dei due mezzi, e riesciranno divergenti, mentre prima formando un fascio solo a raggi paralleli, davano a questo una tinta uniforme risultante dalla loro mescolanza o composizione.

In questo fenomeno i raggi meno deviati sono i rossi, ed i più i violacci. Se si fa la sperienza con luce solare, la quale ha l'aspetto bianco, si riceveranno sullo schermo i sette colori dell'iride nell'ordine seguente: rosso, arancio, giallo, verde, azzurro, indaco, violaceo; se invece si fa la sperienza con un fascio che non contenga tutte queste qualità di luce, sullo schermo avremo degli in-

tervalli oscuri corrispondenti alle qualità di luce mancanti.

Questa esperienza si vuol fare con un prisma triangolare di cristallo; la luce solare, od altra, a raggi paralleli penetra per una faccia del prisma passando dall'aria nel cristallo, si rifrange e comincia a decomporsi; uscendo poscia dal prisma per una seconda faccia per rientrare nell'aria, si rifrange una seconda volta nel medesimo senso di prima e si decompone maggiormente, o per meglio dire, i raggi che già erano divenuti divergenti nel prisma, riesciranno più divergenti nell'aria, e potranno riceversi su di uno schermo e studiarli separatamente.

A questo fenomeno si dà il nome di *dispersione della luce*, ed all'immagine dei varii colori sullo schermo quello di *spettro*; sarà lo *spettro solare*, se il fascio rifratto è di luce solare, lo *spettro del ferro*, dell'*idrogeno*, del *carbone*, ecc. se è di luce di questi corpi resi incandescenti, oppure infiammati.

I colori separati nello spettro diconsi *semplici*, quelli della luce solare o bianca e di tante altre sorgenti luminose sono in generale composti. Newton che, primo di tutti, ha studiato il fenomeno della dispersione, ha insegnato varii metodi di ricomposizione della luce spettrale nella luce che l'ha generata. Per dimostrare che la luce bianca solare è realmente composta dei sette colori dello spettro solare, riunì questi in un fascio, e ricompose la luce bianca. Si può questa cosa ottenere in differenti modi. Ad esempio, facendo passare la luce decomposta da un primo prisma a traverso ad un secondo prisma eguale al primo e capovolto, cioè disposto di maniera che la luce in esso si rifranga in direzione contraria alla prima; quando le facce rifrangenti dei due prismi sono ben parallele, i raggi emergeranno dal secondo prisma paralleli e formeranno un fascio di luce bianca.

Si divida un disco di cartone in settori coi colori dello spettro solare, e lo si faccia girare celeremente intorno al suo asse, spariranno alla vista i colori, ed il disco apparirà bianco.

Nasce ciò dalla durata dell'impressione luminosa sulla retina dell'occhio nostro, per cui vediamo simultaneamente ciascun colore come se fosse diffuso su tutta la faccia del disco. Tutti i colori si confonderanno in questo modo e produrranno in noi la sensazione del bianco.

Facendo riflettere da specchi piani e proiettare sopra una superficie coincidenti due o più colori dello spettro solare, nasceranno dalla sovrapposizione loro tinte differenti secondo il numero e la qualità dei colori riflessi. Se si fanno coincidere insieme tutti i colori dello spettro, la luce risultante sarà bianca; se i colori coincidenti sono due che ne contengano uno solo fra loro nello spettro, il colore che ne risulta sarà questo che è fra loro compreso. Così, dall'unione del rosso col giallo nasce l'arancio, da quella del giallo coll'azzurro il verde, ecc. Fatti coincidere tutti i colori meno uno, ad esempio il rosso, la luce risultante dalla composizione fatta è verde, e fatti coincidere tutti i colori meno il verde, la luce risultante è rossa. Questi due colori rosso e verde poi, combinati insieme, producono la luce bianca.

Due colori di questa fatta, i quali, cioè, colla loro riunione producono il bianco, diconsi *complementari* uno dell'altro. Ogni colore dello spettro ha il suo complementare, che è quello che nasce dalla composizione di tutti gli altri colori dello spettro.

Ecco qui gli indici assoluti di rifrazione di alcuni mezzi rifrangenti rispetto alla luce gialla.

Cromato di piombo	2.97
Diamante	2.75

Solfo fuso	2.15
Flint-glass	1.60
Crown-glass	1.53
Albumina	1.36
Acqua	1.33
Ghiaccio	1.31
Aria	1.000294
Vuoto	1.000000

Supponiamo un raggio di luce che passi da un mezzo più in uno meno rifrangente (per esempio dall'acqua all'aria); l'angolo di rifrazione crescerà con quello d'incidenza e gli sarà sempre maggiore, e finirà per diventare retto, quando l'altro è ancora acuto. Quest'angolo acuto d'incidenza, a cui corrisponde un angolo di rifrazione retto, dicesi *angolo limite*. A questo punto il raggio rifratto prenderebbe una direzione tangenziale alla superficie di separazione dei due mezzi, e per un angolo d'incidenza maggiore dell'angolo limite, la legge non darebbe più un angolo di rifrazione. La esperienza dimostra che in questi casi la luce incidente non penetra nel secondo mezzo, ma si riflette completamente nel primo mezzo colla legge ordinaria della riflessione, dando luogo al fenomeno noto sotto il nome di *riflessione totale*. Siano i , r , n rispettivamente l'angolo d'incidenza, l'angolo di rifrazione e l'indice relativo ai due mezzi; la legge di Cartesio ci dice che $\frac{\sin i}{\sin r} = n$. Facendo $r = 90$, si avrà per determinare l'angolo limite i l'equazione $\sin i = n$.

Gli specchi a riflessione totale sono quelli che danno le immagini più distinte degli oggetti, e sono frequentemente adoperati negli strumenti ottici. Un prisma triangolare rettangolo isoscele di cristallo ordinario nell'aria riflette totalmente colla faccia ipotenusata la luce che cade normalmente ad una faccia cateto, e la dirige normalmente all'altra faccia cateto, d'onde esce per conseguenza senza rifrazione.

Le leggi enunciate servono a far conoscere l'andamento della luce a traverso a mezzi rifrangenti qualunque dei quali si conosca l'indice di rifrazione e la forma della superficie di loro separazione attraversata dalla luce.

La luce che attraversa un mezzo rifrangente a facce parallele situato in un mezzo omogeneo, come sarebbe l'aria, si rifrange all'ingresso ed all'uscita di quantità eguali, ma in senso contrario, quindi esce da quel mezzo con direzione parallela a quella che aveva dall'altra parte di esso. Se il mezzo è a facce inclinate, allora avviene quello che ho già detto parlando del prisma nel fenomeno della dispersione.

Si dà il nome di lente sferica ad un mezzo qualunque rifrangente terminato da due calotte sferiche opposte, una delle quali può anche essere piana, ossia di raggio infinito. Secondo la natura delle facce, le lenti diconsi *convesso-convesse*, *convesso-concave*, *piano-convesse*, *concavo-concave*, *concavo-convesse*, *piano-concave*, e sono o *convergenti* o *divergenti*. Le tre prime, nelle quali la spessezza della lente va scemando dal centro alla circonferenza, sono convergenti, cioè fanno convergere verso un punto i raggi che le attraversano dopo di essere caduti su di esse parallelamente gli uni agli altri. Le tre ultime, nelle quali la spessezza va crescendo dal centro alla circonferenza sono divergenti e fanno divergere i raggi che cadono paralleli su di esse. È bene notare che io sopporrò sempre le lenti situate in un mezzo meno rifrangente di loro.

Dicesi *asse principale* di una lente la retta che passa

pei centri di curvatura delle sue facce, e se una di queste è piana, l'asse è la retta che passa pel centro della faccia curva ed è perpendicolare alla faccia piana.

Per ogni lente esiste sull'asse principale un punto, detto *centro ottico*, che gode di tale proprietà, che i raggi, che attraversano la lente secondo una retta qualunque che passi pel medesimo, non vengono deviati, o per meglio dire emergono paralleli alla direzione che avevano prima di entrare nella lente.

Ogni retta condotta pel centro ottico obliquamente all'asse principale dicesi *asse secondario*.

Ciò premesso, cominciamo dalle lenti convergenti. Supponiamo un punto luminoso che si muova lungo l'asse principale di una di esse. Se il punto è a distanza infinita, i raggi arrivano alla lente paralleli, si rifrangono all'ingresso, divenendo convergenti, e tornano a rifrangersi all'uscita divenendo più convergenti ancora, e sono diretti verso un punto dell'asse principale, che è il *foco principale* della lente.

Se il punto luminoso è a distanza finita, ma abbastanza grande dalla lente, i raggi emergendo da questa vanno a convergere in un punto dell'asse principale più lontano, che si chiama *foco conjugato* del punto luminoso. Questi due punti sono reciproci, o fochi conjugati l'uno dell'altro, perchè ponendo la sorgente luminosa in uno di essi, la lente fa convergere i raggi verso l'altro.

Più il punto luminoso si avvicina alla lente, stando sempre sull'asse principale, e più il suo *foco conjugato* se ne allontana, emergendo i raggi della lente sempre meno convergenti, fino a diventare paralleli, allorchè il punto luminoso avrà raggiunto il *foco principale* dalla sua parte. Avvicinandosi il punto luminoso ancora di più alla lente, i suoi raggi arriveranno a questa troppo divergenti, e non potranno più essere resi convergenti dalla medesima, onde emergeranno divergenti, meno però che all'ingresso, e prolungati mentalmente indietro andranno a concorrere in un punto dell'asse principale dalla stessa parte del punto luminoso. Il punto di convergenza è il *foco conjugato virtuale* del punto luminoso, ed è a distanza grandissima dalla lente, se questo è vicinissimo al *foco principale*, e viene avvicinandosi a misura che si avvicina alla lente il punto luminoso.

Si comprende dal detto, che i fochi reali, ossia formati dal reale concorso dei raggi rifratti, sono rispetto alla lente dalla parte opposta del punto luminoso, ed i fochi virtuali dalla stessa parte.

Ciò che avviene per la luce che parte da un punto dell'asse principale, succede allo stesso modo per quello che parte da un punto di un asse secondario qualunque. Quindi è facile vedere che se di fronte ad una lente convergente si colloca un oggetto qualunque, la luce che parte da un punto di esso dovunque collocato e che attraversa la lente va a formare un'immagine reale o virtuale del punto stesso, ed il complesso delle immagini di tutti i punti dell'oggetto formerà l'immagine dell'oggetto stesso, la quale sarà essa pure reale o virtuale. Un occhio che riceva i raggi rifratti dalla lente vede questa immagine, rovesciata, se reale, e diritta, se virtuale.

Tutte queste cose si possono rendere sensibili con una lente convergente e colla fiamma di una candela anche in pieno giorno. Le immagini reali della fiamma si possono ricevere su di un foglio di carta e renderle visibili simultaneamente a più persone.

Se p e p' sono le distanze di due fuochi fra loro congiunti dal centro ottico della lente, R ed R' i raggi di curvatura delle due facce, n l'indice di rifrazione della lente

rispetto al mezzo esterno, si ha fra questi elementi la relazione

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right).$$

Le lenti divergenti essendo più sottili presso l'asse principale che presso il lembo, agiscono come un prisma che abbia la base al lembo della lente ed il vertice sull'asse o dalla parte dell'asse. Ora il prisma fa sempre deviare la luce verso la base; quindi ne segue che i raggi che arrivano alla lente paralleli all'asse o da un punto di esso, emergono sempre dalla medesima divergenti. Essi prolungati mentalmente indietro, s'incontrano in un punto dell'asse, e generano *fochi virtuali*.

Il *foco principale* della lente divergente è il punto dell'asse, nel quale concorrono virtualmente i raggi incidenti parallelamente all'asse e dalla lente rifratti. È facile vedere che allorquando i raggi arrivano alla lente divergenti da un punto dell'asse, essi emergeranno più divergenti che non nel caso dei raggi incidenti parallelamente all'asse. Quindi il *foco virtuale* di un punto luminoso è tanto più vicino alla lente divergente, quanto più il punto luminoso si accosta a questa.

Considerando che effetti analoghi avvengono per la luce che emana da un punto qualunque di un asse secondario, sarà facile comprendere come si formino le immagini degli oggetti nelle lenti divergenti.

Sulle proprietà degli specchi piani e sferici, del prisma e delle lenti sono fondate la massima parte degli strumenti ottici. Così gli occhiali ordinari sono formati con due lenti, convergenti per i presbiti, divergenti per i miopi; una lente convergente costituisce un *microscopio* che dicono *semplice*, con due lenti convergenti si fa il *microscopio composto* ed il *cannocchiale astronomico* o di Kepler, con una lente convergente ed un'altra divergente, il *cannocchiale primitivo di Galileo* ed il *cannocchiale da teatro*, con un grande specchio metallico ed una lente convergente il *cannocchiale a riflessione* o *catadiottrico*, come quelli di Newton e di Herschel, ecc.

Noterò ancora che gli specchi sferici e le lenti non concentrano propriamente in un punto geometrico la luce proveniente da un punto e da loro riflessa o rifratta. Perchè ciò avvenisse converrebbe dare agli specchi ed alle lenti una forma diversa dalla sferica. Il concentramento della luce nei fochi è solo approssimativo, ed al difetto che ne nasce si dà il nome di *aberrazione di sfericità*.

In causa della dispersione della luce i raggi di diverso colore non vengono rifratti egualmente dalle lenti, onde i fochi di concentrazione di questi differenti raggi non coincideranno in un medesimo spazio, e a questo difetto si dà il nome di *aberrazione di rifrangibilità*. Questa è la causa per cui in molti casi le immagini degli oggetti visti con certi strumenti ottici appaiono circondate da un'aureola coi colori dell'iride. Chiamano *cromatismo* questo difetto di tali strumenti, ed *acromatici* gli strumenti stessi quando con una particolare correzione ne vengono privati.

D. — Spettroscopia.

Osservando lo spettro solare con un cannocchiale che lo ingrandisce convenientemente, Wollaston fin dal principio del corrente secolo vide in esso alcune linee oscure trasversali, cioè dirette normalmente alla linea che va dal rosso al violaceo, e più tardi Fraunhofer, senza conoscere l'osservazione di Wollaston, ne scoprì un gran numero (600), le quali trovansi irregolarmente distribuite sulla lunghezza dello spettro, tutte trasversali, nere e

sottilissime. Qualunque sia la materia del prisma e l'angolo delle sue facce, non variando la sorgente luminosa, le righe corrispondono sempre ai medesimi colori, e conservano le loro disposizioni rispettive. Cambiano però col cambiare della natura della sorgente luminosa. Così la luce prodotta da un metallo in combustione somministra in generale uno spettro discontinuo, nel quale o mancano alcuni colori, rimanendo oscuro lo spazio che loro corrisponde, o si trovano qua e colà delle linee trasversali distintissime e più lucide che le regioni laterali dello spettro.

Nello spettro solare otto delle principali righe di Fraunhofer sono distinte colle lettere A, B, C, D, E, F, G ed H. La riga A è al principio del rosso, B al fine, C nell'arancio, D nel giallo, E nel verde, F nell'azzurro, G nell'indaco, H nel violaceo. Alla posizione di queste righe più distinte suolsi riferire quella di tutte le altre che sono in numero sterminato.

Chiamasi *spettroscopio* o *spettrometro* qualunque apparecchio che serva a far vedere le righe degli spettri luminosi od a misurarne la posizione rispettiva. Lo spettroscopio ordinario consiste in un prisma, per lo più di flint, od in un sistema di prismi, sul quale si fa cadere la luce da decomporre. Prima di arrivare al prisma la luce passa per una sottil fessura parallela agli spigoli longitudinali del prisma ed attraversa una lente convergente che dista dalla fessura di una quantità eguale alla sua lunghezza focale. La lente e la fessura si trovano agli estremi di un apposito tubo. La luce esce dalla lente a raggi paralleli ed attraversa il prisma, che la decompone. Lo spettro può riceversi ed osservarsi sopra uno schermo, ma è preferibile di osservarlo con un cannocchiale che riceve i raggi dispersi dal prisma, ed il quale è munito di micrometro con cui si può determinare la posizione precisa e relativa di ciascuna riga.

Le righe e le regioni luminose dello spettro delle fiamme artificiali variano col variare del corpo che in esse abbrucia, e quelle dello spettro della luce elettrica variano col conduttore da cui si trae la scintilla. Wheatstone osservò inoltre, che lo spettro delle scintille elettriche tratte da leghe metalliche presenta riunite le righe proprie di ciascun metallo che entra nella lega. È dunque probabile che il corpo incandescente od infiammato, da cui parte la luce, abbia la proprietà di eccitare nell'etere luminoso in modo particolare e di preferenza le vibrazioni corrispondenti ad alcuni raggi di luce piuttosto che ad altri. I raggi precipitati sono quelli che corrispondono agli spazi luminosi dello spettro, o per meglio dire, quelli che nascono da vibrazioni eteree sincrone con quelle del corpo luminoso.

Lo spettro della luce Drummond, cioè lo spettro che si ottiene con un getto di gas ossigeno e idrogeno accesi sopra uno spigolo di calce viva, ed in generale lo spettro di tutti i corpi solidi incandescenti, è continuo, cioè formato di una luce continua, senza righe sensibili. Pongasi sul passaggio della luce, tra una di queste sorgenti a spettro continuo ed il prisma, una sostanza infiammata e lo spettro cessa di essere continuo, e presenta le righe nere o gl'intervalli oscuri al posto preciso delle righe o tratti luminosi dello spettro della fiamma interposta. Avviene così il fenomeno che chiamano il *rovesciamento dello spettro*. Questa fiamma adunque, che da sé emette più facilmente certi raggi di luce, avrebbe quasi la proprietà di assorbire questi medesimi raggi allorché essi emanano da altre sorgenti. La cosa si può spiegare in questo modo: la sostanza infiammata vibrando più facilmente all'unisono dei raggi ch'essa manda, che non degli altri, riceve queste vibrazioni dell'etere per comunicarle

di nuovo in parte all'etere stesso, ma in tutte le direzioni, mentre prima esse procedevano solo verso il prisma. Quindi la luce corrispondente a queste vibrazioni, e diretta verso il prisma, sarà meno intensa, e la parte che le corrisponde nello spettro, diviene relativamente oscura.

La causa pertanto delle righe luminose è riposta nella natura stessa dei corpi luminosi, e quella delle righe oscure nella natura dei corpi infiammati attraversati dalla luce. Ciò tanto è vero, che studiando le righe proprie della luce procedente da ciascun corpo in combustione, i chimici rilevarono un nuovo mezzo delicatissimo a un tempo e potentissimo di analisi, cosicchè i fondatori della spettroscopia chimica Bunsen e Kirchhoff con tal mezzo hanno potuto scoprire due nuovi corpi semplici, il *Cesio* ed il *Rubidio*, Crookes e Lamy il *Tallio*, Reich e Richter l'*Indio*, ecc. ecc.

Nè si limita questo nuovo strumento di analisi chimica alla manifestazione dei corpi terrestri, ma ancora ci somministra il mezzo di giudicare quale sia la natura dei corpi che si trovano nell'atmosfera del sole e delle stelle fisse, cosa affatto sorprendente ed inattesa. Così studiando le righe dello spettro solare, il quale è rovesciato, poichè le righe sono nere, e confrontandole con quelle di varii corpi terrestri, si giudicò che la luce che viene dal sole debba attraversare un'atmosfera contenente vapori incandescenti, ossia ad altissima temperatura, di sodio, di ferro, di cromo, di nichelio, di magnesio, di manganese, ecc., le quali sostanze sono pertanto comuni al sole ed alla terra. L'atmosfera solare dalle medesime formata dicesi *cromosfera*. La cromosfera è la sede dove si manifestano le grandi eruzioni solari sotto forma di protuberanze, che una volta non si sapevano osservare fuori che durante gli eclissi totali di sole, e che ora collo spettroscopio si rendono visibili e si misurano giornalmente.

La fissità delle righe dello spettro relativo ad una medesima sostanza somministra il mezzo di misurare con maggior precisione gl'indici di rifrazione relativi ai raggi di diverso colore.

La dispersione delle radiazioni eteree non si limita allo spettro ottico o visibile dal rosso al violaceo, ma si estende dal lato del rosso per uno spazio circa altrettanto ampio quanto la parte luminosa, ed altrettanto ancora dal lato del violaceo. Le radiazioni oltre il rosso si manifestano con effetti calorifici, e concentrate danno il *calore* che dicono *oscuro*, le ultra-violacee con effetti chimici. Si hanno così tre spettri: *calorifico*, *luminoso* e *chimico*, ma gli effetti chimici e calorifici non si limitano agli spettri loro rispettivi; anche i raggi luminosi producono di tali effetti. Lo spettro chimico si rende sensibile facendolo agire fotograficamente sopra sostanze sensibili convenientemente preparate, il calorifico col mezzo di acconci termoscopi: l'uno e l'altro presentano pure le righe trasversali come lo spettro luminoso.

14. — MAGNETISMO.

A. — Fenomeni magnetici.

Dicesi *calamita naturale*, *pietra magnetica*, o *magnetite* un minerale di ferro che gode della proprietà di attirare il ferro, l'acciajo, il nichelio e alcuni altri corpi. *Magnetismo* dicono il principio, qualunque siasi, che nella calamita genera l'attrazione. Le calamite ora più adoperate sono d'acciajo e fatte artificialmente. L'azione attrattiva della calamita e del ferro è reciproca e si esercita qualunque sia la sostanza frapposta. La forza principale delle calamite si manifesta ordinariamente in

due punti opposti di ciascuna di esse, i quali diconsi *poli*, e la cui posizione si conosce spargendo sulla calamita della limatura di ferro. Ove questa più si accumula, là sono i poli. Tra questi havvi uno spazio, od una linea detta *neutra*, ove la limatura non aderisce o poco. Vi possono essere calamite con più di due centri d'azione; i soprannumerarii diconsi *punti conseguenti*.

Divisa una calamita, che non abbia punti conseguenti, in due o più pezzi, trovasi che ciascuno di questi ha i suoi due poli e gode di tutte le proprietà della calamita intiera.

Un ago magnetico, sospeso in modo che possa girare liberamente in un piano orizzontale, dirigesì co' suoi poli approssimativamente verso i punti nord e sud dell'orizzonte. Ciò ha fatto chiamare *polo nord* dell'ago, o della calamita, quello che si dirige al nord, e *polo sud* l'altro. Chiamasi asse dell'ago la retta che unisce i suoi due poli. Il piano verticale che passa per l'asse dell'ago mobile, come si è detto, in un piano orizzontale, ed in equilibrio, dicesi *meridiano magnetico*. Una volta qui da noi il meridiano magnetico coincideva col meridiano terrestre del luogo; ora non più. L'angolo acuto che i due meridiani fanno tra loro, rivolto coll'apertura verso il nord, dicesi *declinazione magnetica* del luogo; e questa dicesi *orientale od occidentale*, secondo che l'estremità nord dell'ago è all'oriente od all'occidente del meridiano terrestre.

Le più antiche osservazioni e misure della declinazione datano dal secolo xvi, alla quale epoca essa era occidentale. Essa fu trovata di 11° e mezzo a Parigi nel 1580, andò scemando poco per volta, e si ridusse a 0° nel 1666; poscia divenne occidentale e crebbe fino al principio del presente secolo raggiungendo il valore di quasi 23°. Ora essa va diminuendo, non essendo più che di 12 a 15°, e diminuirà fino a tornare zero e ridiventare di nuovo orientale.

Vi sono due linee sulla terra, le quali seguono all'ingrosso l'andamento de' meridiani terrestri, una in America e l'altra in Asia, sulle quali la declinazione è nulla. Esse dividono la terra in due emisferi, in uno dei quali (ove siamo noi) la declinazione è occidentale, e nell'altro orientale; queste linee si spostano movendosi d'occidente in oriente e fanno il giro intiero della terra in un tempo non ancora ben determinato. Le linee congiungenti i paesi di egual declinazione magnetica diconsi *isogoniche*; esse movonsi tutte come le linee di declinazione nulla.

La declinazione va pur soggetta a variazioni regolari e periodiche diurne ed annue entro ristretti limiti, ed a variazioni più forti ed irregolari, le quali sogliono accompagnare il fenomeno delle aurore polari, e si conoscono col nome di *burrasche magnetiche*.

La proprietà dell'ago di rivolgersi al nord ha dato origine alla *bussola* de' marinai, la cui origine sale ad una epoca, che i dotti non riescono ancora a determinare.

Un ago magnetico sospeso sul suo centro di gravità, e mobile nel piano del meridiano magnetico, s'inclina facendo coll'orizzonte un angolo, al quale si dà il nome di *inclinazione magnetica*. Nell'emisfero nord della terra è il polo nord quello che si abbassa, nell'altro emisfero, il polo sud. Nelle città dell'Europa meridionale l'inclinazione varia da 60 a 65°; essa è nulla o quasi nulla all'equatore e va crescendo nei due emisferi terrestri da 0 a 90° andando dall'equatore ai punti che corrispondono ai *poli magnetici* della terra. La linea che segue all'ingrosso l'andamento dell'equatore terrestre, intersecandolo qua e colà, sulla quale l'inclinazione è nulla, dicesi *equatore magnetico*. Le linee che uniscono i paesi di eguale inclinazione, diconsi *isocliniche*.

I poli magnetici del globo trovansi in due regioni

quasi diametralmente opposte della superficie terrestre, il boreale a circa 78° di latitudine nord e 68° di longitudine orientale dal meridiano di Roma, l'australe a 78° di latitudine sud e 112° di longitudine occidentale dallo stesso meridiano.

Chi voglia farsi un'idea generale e facile della posizione dei meridiani, dell'equatore, dei poli magnetici e delle variazioni secolari della declinazione, senza tener conto delle varie ed anche grandi irregolarità che il loro andamento presenta nei differenti paesi, immagini la retta che unisce i poli magnetici, la quale sarà l'asse magnetico, ed un sistema di circoli massimi terrestri passanti pei detti poli. Tutti questi circoli saranno altrettanti meridiani magnetici, ed il circolo massimo perpendicolare all'asse magnetico sarà l'equatore magnetico. Risulta chiaro da ciò che i meridiani magnetici non coincidono coi meridiani terrestri, e fanno con questi angoli di declinazione che variano da paese a paese. Uno però dei meridiani magnetici, quello che passa per l'asse della terra, coincide in tutta la sua circonferenza con uno dei meridiani terrestri, e su tutta questa linea la declinazione è zero. La declinazione pertanto è nulla in tutti i paesi i quali si trovano sul circolo massimo del globo che passa per gli assi magnetico e terrestre, e questo stesso circolo massimo divide il globo in due emisferi, in uno dei quali la declinazione è occidentale, nell'altro orientale. Ora i poli magnetici non sono fissi sulla terra, ma descrivono tutti e due in alcuni secoli intorno al polo terrestre un cerchio, camminando d'oriente in occidente e facendo spostare in conseguenza tutti i meridiani magnetici, d'onde nascono le variazioni periodiche secolari della declinazione.

Se si avvicinano i poli di due calamite, una delle quali almeno sia mobile, si vede che essi si attirano, se sono di nome contrario (uno nord e l'altro sud), e si respingono se sono omonimi. La terra si suole riguardare come una grande calamita, i cui poli siano ne' punti di inclinazione massima, ossia di 90°, e la cui linea neutra sia lungo l'equatore magnetico terrestre. In questo modo si spiega la direzione dell'ago tanto in declinazione, quanto in inclinazione. Il polo magnetico boreale terrestre attira il polo nord dell'ago, e respinge colla medesima energia il polo sud, agendo come una coppia, mentre il polo magnetico australe attira il polo sud dell'ago e respinge il polo nord. Sono adunque due coppie di forze che agiscono sull'ago, o per meglio dire agisce su di esso una coppia sola che è la risultante delle due, e ciò spiega perchè ne' suoi moti generati dalla calamita terrestre l'ago prende una direzione fissa, senza movimento di traslazione.

Una sbarra di ferro in vicinanza, od in contatto di un polo di calamita, diventa magnetizzata, ed acquista la facoltà di magnetizzare altre sbarre che le si avvicinano. Nella parte del ferro che è più vicina, od in contatto col polo della calamita, nasce il polo magnetico opposto a questo, e nella parte più lontana il polo omonimo. Il *magnetismo* così generato dicesi *indotto* o *d'induzione*; la sbarra di ferro è il corpo *indotto*, la calamita il *corpo inducente*. Ma il magnetismo indotto nel ferro non temporario, e dura solo quanto la vicinanza od il contatto del corpo inducente. Se al ferro si sostituisce l'acciajo, la magnetizzazione è più debole, ma stabile, il che fa dire che l'acciajo ha un *potere coercitivo* che non ha il ferro.

Anche la terra, come calamita, induce magnetismo nei corpi magnetici che sono fuori o dentro di essa, ed è per ciò che non esiste corpo magnetico il quale non sia più o meno magnetizzato; quindi troviamo frequentemente dei chiodi o dei pezzi di ferro o d'acciajo, che tennero per

lungo tempo una posizione invariabile rispetto all'asse magnetico della terra, magnetizzati stabilmente. In questo modo hanno dovuto formarsi le calamite naturali.

Collocando una sbarra d'acciaio colle sue estremità in contatto coi poli opposti di una forte calamita, possiamo farne una calamita artificiale. Meglio ottengonsi artificialmente le calamite facendo scorrere da un capo all'altro sulla sbarra d'acciaio da magnetizzare alcune volte di seguito, e sempre nel medesimo senso, un polo di calamita più o meno forte, secondo la grandezza della sbarra e l'intensità magnetica che vogliamo darle. Si magnetizza pure una sbarra facendo scorrere su di essa più volte, dal suo punto di mezzo verso gli estremi, due poli magnetici opposti. All'estremità della sbarra, ove termina la frizione di un polo, nasce il polo contrario a questo. Vedremo come anche colle correnti elettriche si possano calamitare i corpi magnetici.

Con potentissime elettro-calamite si venne a conoscere che il magnetismo non agisce solo sopra alcuni corpi, ma su tutti, siano essi solidi, liquidi od aeriformi. Alcuni, come il ferro, l'acciaio, il nichello, ecc. sono attratti, e ridotti in forma di sottili aste mobili tra i poli della calamita, si dirigono assialmente, come dicono, o polarmente, vale a dire verso i poli agenti; altri, come lo zolfo, il fosforo, l'antimonio, ecc. e più di tutti il bismuto, sono respinti, e tra i poli della calamita si dirigono equatorialmente. I primi sono detti *corpi paramagnetici*, i secondi *corpi diamagnetici*.

B. — Linee di forza, superficie di livello, potenziale magnetico.

Coulomb colla sua bilancia a torsione ha studiato le leggi delle attrazioni e ripulsioni magnetiche. Due centri o poli magnetici si attirano o si respingono in ragione diretta delle loro forze intrinseche od assolute, ed in ragione inversa dei quadrati delle loro distanze. Ove il magnetismo fosse qualche cosa di materiale, lasciandoci trarre dall'analogia colle azioni meccaniche dei corpi, potremmo dire che le azioni reciproche (attrattive o repulsive) di due centri magnetici sono in ragione diretta delle loro masse magnetiche ed in ragione inversa dei quadrati delle loro distanze. Nel linguaggio comune si usano, secondo i diversi autori, per questa idea, varie denominazioni, come *forza del polo*, *quantità di magnetismo*, *massa magnetica*, e poichè i due poli di una calamita esercitano azioni contrarie, le loro forze, o quantità o masse, che dir si vogliono, si distinguono l'una dall'altra coi segni *più* e *meno*, e si riguardano perciò una come *positiva* e l'altra come *negativa*. Suolsi riguardare come positivo il magnetismo del polo nord delle calamite, negativo quello del polo sud. In questo modo si possono rigettare le denominazioni di magnetismo *australe* e *boreale* che non sono da tutti intese nel medesimo senso.

Chiamando q e q' le quantità di magnetismo di due poli e d la loro distanza, l'azione loro reciproca può esprimersi colla formola $\frac{q q'}{d^2}$, ed è *positiva* se q e q' sono della stessa specie, ossia si respingono, *negativa*, se si attraggono.

Nei poli di una calamita regolare od uniforme abbiamo $q' = -q$, onde le due forze polari che possiamo esprimere con q e $-q$ formano una coppia, il cui momento $q l$ (se chiamiamo l la distanza dei poli o la lunghezza della calamita) è ciò che prende il nome di *momento della calamita* o *momento magnetico* di essa.

Chiamasi *campo magnetico* lo spazio nel quale si fa sentire l'azione del sistema magnetico che si considera,

qualunque sia il numero e la disposizione delle calamite attive. Esso è indefinito.

Dicono poi *forza* o *intensità magnetica* di un punto del campo la forza che agisce sull'unità di massa positiva o di quantità magnetica in quel punto. Questa forza è la risultante di tutte le forze attive del campo nel punto considerato, può essere positiva o negativa, e cambia in generale da punto a punto.

In un campo magnetico dicesi *linea di forza* una linea tangente in ciascun punto alla direzione della forza, e chiamasi *superficie di livello* una superficie normale in ciascun punto alla direzione della forza. Possiamo immaginare in un campo magnetico tante superficie di livello, quante vogliamo, vicine o lontane le une dalle altre. Supponiamo le linee di forza tutte rette e parallele nello spazio, le superficie di livello saranno tanti piani paralleli perpendicolari a ciascuna di esse; supponiamo ancora ch'esse siano rettilinee e procedenti da un centro come i raggi di una sfera, le superficie di livello saranno tante superficie sferiche concentriche. Questi esempi danno un'idea del modo con cui si debbono intendere le superficie di livello.

I valori delle forze cambiano in generale da punto a punto di una superficie di livello; e passando da questa ad una superficie di livello vicinissima, i valori corrispondenti su questa sono o tutti maggiori o tutti minori di quelli.

Nel senso tangenziale ad una superficie di livello il sistema magnetico, che forma il campo, non esercita nessuna azione, poichè essendo tutte le forze normali alla superficie, nessuna di esse può dare una componente tangenziale.

Quindi movendosi una massa qualunque magnetica lungo una superficie di livello, le forze del campo non fanno su di essa lavoro motore, nè lavoro resistente.

Una massa positiva magnetica, situata in un punto di una superficie di livello, è spinta dalle forze del campo normalmente a questa verso la superficie di livello vicina e di minor forza, una massa negativa sarebbe cacciata in direzione opposta.

Il lavoro eseguito dalle forze del campo nel far passare una massa q di magnetismo positivo da un punto di una superficie di livello al punto normalmente corrispondente di un'altra superficie vicinissima vale il prodotto della massa q per la forza F che la spinge tra quei due punti, e che si può riguardare come costante a cagione della grande vicinanza delle due superficie di livello (V. n. 12, E, pag. 619); esso vale adunque $q F$. Continuando la stessa massa a muoversi lungo la medesima linea di forza a traverso a successive superficie di livello vicinissime le une alle altre, e chiamando F_1 , F_2 , F_3 , ecc. i valori della forza nei singoli passaggi da superficie a superficie, il lavoro totale compiuto sarà $q F_1 + q F_2 + q F_3 + \text{ecc.}$, e lo rappresenteremo con $\Sigma q F$, indicando con ciò la somma di tutti i termini somiglianti a $q F$.

Ho supposto che la massa q si mova lungo una linea di forza, ma il valore di $\Sigma q F$ è invariabile e sempre lo stesso qualunque sia la via seguita dalla massa q per passare dal punto A della prima superficie di livello ad un punto qualunque B dell'ultima. Invero se invece di far camminare la massa q per una linea di forza, la facciamo scorrere sulla prima superficie di livello fino ad un punto qualunque A' di essa, e poi da questo punto la facciamo andare per la linea di forza, che vi passa, fino al punto corrispondente B' dell'ultima superficie, e finalmente la conduciamo da B' in B, in tutto questo percorso il solo lavoro fatto dalle forze del campo è quello che genera il

passaggio della massa da A' a B', poichè, come abbiamo visto, il lavoro di queste forze lungo una superficie di livello è nullo. Ora se il lavoro per il passaggio di q da A' in B' fosse diverso da quello che si fa da A in B, ne conseguirebbe che facendo passare alternativamente per le due vie una stessa massa, potremmo creare una quantità indefinita di lavoro ed avere il moto perpetuo, il che è assurdo.

Ciò premesso, chiamasi *potenziale magnetico* di una superficie di livello S_1 , il lavoro positivo o negativo (motore o resistente) che le forze magnetiche del campo fanno nel movimento di una unità di massa magnetica positiva da un punto della superficie S_1 ad un punto di un'altra superficie di livello S_0 , il cui potenziale si prende per zero, e dalla quale si computeranno i potenziali. Può essere questa una superficie di livello qualunque, allo stesso modo che un meridiano terrestre qualunque può essere preso come origine delle longitudini.

Partendo da questa definizione, e ammettendo con Coulomb, che le azioni magnetiche variano nella ragione inversa dei quadrati delle distanze, i matematici dimostrano che il potenziale magnetico, ora definito, in un punto qualunque del campo è una funzione algebrica delle distanze di questo punto dai centri magnetici o dalle masse che in esso agiscono. Siano q_1, q_2, q_3 , ecc. le masse magnetiche attive, che supporrò concentrate ciascuna in un punto, a_1, a_2, a_3 , ecc. le loro rispettive distanze dal punto che si vuol considerare nel campo; il potenziale magnetico di questo punto è la somma dei rapporti delle masse alle rispettive distanze, cioè vale

$$\frac{q_1}{a_1} + \frac{q_2}{a_2} + \frac{q_3}{a_3} + \text{ecc.} = \sum \frac{q}{a}.$$

Laplace, che fece conoscere le proprietà di questa funzione e che ne tirò un gran partito nella *Meccanica Celeste*, la designò colla lettera V (vol. 1°, pag. 156 dell'edizione del Governo), come fanno ancora quasi tutti gli scrittori di queste materie.

Green colla sua opera: *Essay on the application of mathematical analysis to theories of electricity and magnetism* (Nottingham, 1828, e ristampata più tardi nel *Journal di Crelle*) può dirsi il creatore della moderna teoria matematica dell'elettricità e del magnetismo. Fu lui che diede alla funzione V il nome di *potenziale*. L'opera sua passò inosservata fino al 1846, quando Gauss, Chasles, Sturm, Thomson ed altri matematici avevano già di nuovo scoperto varii degli importanti teoremi in essa contenuti.

Le due definizioni date del potenziale sono reciproche: partendo dall'una si deduce l'altra come conseguenza, e viceversa.

Dal detto risulta che una superficie di livello ha in tutti i suoi punti lo stesso potenziale, poichè pel movimento di una massa magnetica su di essa non occorre lavoro di sorta da parte delle masse magnetiche formanti il campo. Quindi una superficie di livello dicesi anche *superficie equipotenziale*.

Notisi che allorché un punto od una superficie diconsi essere ad un potenziale magnetico alto o basso, ciò non significa che in quel punto vi sia più o meno di magnetismo, anzi in generale non ve n'ha niente, ed esprime solo una condizione speciale delle forze magnetiche in quel punto od in quella superficie, o piuttosto la loro attitudine a produrre un lavoro magnetico.

Se P_1 è il potenziale della superficie di livello S_1 e P_2 quello di un'altra superficie S_2 , il lavoro che si compie nel passaggio di una unità di massa magnetica positiva da S_1 ad S_2 è espresso da $P_1 - P_2$, e se la massa che si

move è di q unità, il lavoro è $q(P_1 - P_2)$, ossia il prodotto della massa per la differenza de' potenziali delle due superficie.

Il valore della forza magnetica f agente sull'unità di massa in un punto della superficie S_1 , è dato dal quoziente della differenza $P_1 - P_2$ de' potenziali di S_1 e di S_2 (supponendo che queste due superficie siano infinitamente vicine) per la distanza d di S_1 da S_2 nel punto che si considera. Infatti (vedi num. 12, E, pag. 619) il lavoro suo vale il prodotto della forza per lo spazio percorso dal punto d'applicazione; avremo dunque $fd = P_1 - P_2$, d'onde $f = \frac{P_1 - P_2}{d}$. È dunque la forza proporzionale direttamente all'abbassamento di livello, o alla caduta di potenziale, come dicono, di due superficie vicine, ed inversamente alla distanza di queste. Quindi se immaginiamo una serie di superficie equipotenziali infinitamente vicine e tali che i valori successivi dei loro potenziali formino una progressione aritmetica, la forza in qualunque punto di una di esse è inversamente proporzionale alla distanza che separa questa dalla superficie successiva vicina nel punto considerato; infatti nell'ipotesi fatta il numeratore $P_1 - P_2$ del valore di f è costante.

Conchiudendo pertanto, se una quantità di magnetismo perfettamente libera e mobile si trova in un campo magnetico, essa verrà spinta e fatta muovere dalle forze del campo, determinate come ora si disse, dalle superficie di potenziale più elevato verso quelle di potenziale più basso, se positiva, ed in senso contrario, se negativa; e se essa è fissa ad un corpo e mobile con esso, potrà nel suo movimento trascinare anche questo.

Le linee di forza nel campo magnetico di una calamita si rendono sensibili distendendo sulla calamita un sottile foglio di carta e gettando su di esso della limatura di ferro. Ogni particella di ferro si magnetizza per induzione, e le piccole calamite così formate si dispongono le une di seguito alle altre lungo le linee di forza. Si vede così che queste procedono da un polo e vanno a raggiungere il polo opposto ciascuna per una curva che, nel tratto che corrisponde alla lunghezza della calamita, ha la concavità verso di questa.

Meglio si determina in qualunque punto del campo la direzione della linea di forza, che vi passa, mettendo in esso un ago magnetico, piccolissimo rispetto alle dimensioni della calamita, di forza abbastanza debole, perchè il suo magnetismo non venga ad alterare le condizioni del campo, e libero di muoversi in tutti i sensi intorno al suo centro di gravità. La direzione d'equilibrio, che prenderà quest'ago, sarà quella della forza in quel punto.

In questo modo appunto la direzione dell'ago d'inclinazione nei varii paesi del globo ci fa conoscere quella delle linee di forza del magnetismo terrestre. Se la calamita terrestre avesse due poli eguali, fissi e senza punti conseguenti, da tale direzione potremmo determinare geometricamente la posizione de' poli stessi dentro la terra. Ma il problema si rende assai difficile per ciò, che la calamita terrestre ha molto probabilmente de' punti conseguenti, i materiali magnetici in essa sono distribuiti irregolarmente e senza legge nota, e le cause del suo magnetismo (correnti elettriche, induzione cosmica, ecc.) variabili.

Secondo Biot, gran parte dei fenomeni magnetici terrestri si possono approssimativamente spiegare, ammettendo nella terra due centri magnetici opposti e vicinissimi presso al centro di essa e sull'asse suo magnetico. Si potrebbero ancora spiegare supponendo l'esistenza di falde magnetiche di forme particolari e convenienti-

mente disposte nel globo; ma l'ipotesi di Ampère, che vedremo in appresso, toglie gran parte dell'importanza loro a queste ipotesi.

15. — ELETTRICITÀ STATICA.

A. — Fenomeni di elettricità statica.

Un cilindro di vetro, di ceralacca o di altra sostanza resinosa, strofinato leggermente e celeremente, od anche percosso con un pezzo di lana o di seta, acquista la proprietà di attrarre i minuzzoli di carta, di paglia, di midollo di sambuco e simili. Due corpi strofinati con un terzo in certe circostanze manifestano un'attrazione reciproca, in altre si respingono. Non solamente il vetro, e le sostanze resinose, ma tutti i corpi conosciuti, strofinati in circostanze favorevoli, possono presentare i fenomeni descritti.

I corpi che posseggono questa proprietà, ricevuta per strofinio, di attrarre o di respingere altri corpi, diconsi in *istato elettrico, elettrizzati*, e chiamasi *elettricità* la causa di questa loro condizione.

Il vetro, la lana, le resine, ecc. anche tenuti colle mani, si elettrizzano per strofinio, i metalli e vari altri corpi, no; ma questi pure si elettrizzano, se, invece di tenerli direttamente colla mano, li impugniamo con guanti di seta, di lana, ecc. o li reggiamo con un manubrio di vetro, di resina, ecc.

La qual cosa ha fatto supporre che l'elettricità sia come un fluido materiale, che destato su certi corpi, vi aderisce e si manifesta colle suddette proprietà per un tempo più o meno lungo, secondo le circostanze, mentre su altri corpi non fa presa, e scorre subito via. Quindi nasce la distinzione dei corpi in *buoni e cattivi conduttori dell'elettricità*. L'ambra, la ceralacca, lo zolfo, le resine, il vetro, il cristallo di rocca, il diamante, ecc. ecc. sono *cattivi conduttori o coibenti*; tutti i metalli, tra i quali eccellono l'oro, l'argento, il rame, ecc., il carbone, la terra umida, la fiamma, i fluidi animali, le sostanze organiche non disseccate, ecc. sono *buoni conduttori*. L'aria è un cattivo conduttore. Se tale non fosse, i corpi conduttori non potrebbero stare in essa elettrizzati.

Questi ultimi tenuti colla mano e strofinati destano benissimo il fluido elettrico, il quale però non resta in essi, ma sfugge per la mano e pel corpo dell'osservatore, che è un buon conduttore, e va a disperdersi nel suolo, il quale è detto il comune serbatoio dell'elettricità. Ma se invece di tenerli colla mano, li isoliamo da essa e dal suolo con un corpo coibente, l'elettricità destata resta su di essi. In questo senso i cattivi conduttori si dicono anche *isolanti*.

Se presentiamo un corpo elettrizzato ad un pendolino sospeso verticalmente e formato di un filo di seta che porta inferiormente una pallina di midollo di sambuco, vedesi tosto questo attratto dal corpo, ma dopo di essersi stato qualche tempo in contatto, e qualche volta anche subito, si distacca e si allontana dal corpo, ossia viene dal corpo respinto. Due lamine, una di vetro e l'altra di resina, strofinate insieme, e presentate successivamente al pendolino si comportano come il corpo ora detto, ma succede nella speranza un fenomeno importante, ed è che allorquando il pendolino è in condizione di venir respinto dalla resina, esso è attratto dal vetro, e viceversa. Il pendolino toccato col vetro, si elettrizza dell'elettricità di questo per contatto, e quando n'è carico, esso ne viene respinto. Finchè il pendolino è così elettrizzato, il vetro strofinato colla resina lo respinge sempre, ma la resina lo attira; e se si elettrizza il pendolino colla elettricità della resina, esso vien respinto da questa ed

attratto dal vetro. Ciò ha fatto dire che vi sono due elettricità, o specie di elettricità, una del vetro e l'altra della resina, una *vitrea*, e l'altra *resinosa*. Due corpi qualunque, strofinati in condizioni convenienti perchè si elettrizzino, si caricano costantemente di due elettricità opposte, ed una di esse è sempre della specie dell'elettricità del vetro, e l'altra della resina, e ciò si riconosce colla esperienza del pendolino. Un medesimo corpo può caricarsi di elettricità vitrea o di elettricità resinosa, secondo la natura del corpo con cui esso viene strofinato; così il vetro che colle resine si elettrizza vitreamente, colla pelle di gatto si elettrizza resinosamente. Colla guida della esperienza si è costruito una tavola nella quale i corpi sono scritti con tale ordine, che uno qualunque di essi strofinato con uno di quelli che precedono prende l'elettricità resinosa, e con uno di quelli che seguono la vitrea. La pelle di gatto tiene in tale tavola il primo posto, le resine gli ultimi. Quest'ordine del resto può venir cambiato per un semplice cambiamento di temperatura, o col rendere più o meno liscia o più o meno scabra la superficie dei corpi, ecc.

Ai nomi di elettricità *vitrea* e *resinosa* si sostituirono quelli di elettricità *positiva* e *negativa* rispettivamente.

Per ispiegare questo antagonismo nei fenomeni, che presentano i corpi elettrizzati, abbiamo due ipotesi, una di Symmer, detta dei *due fluidi*, l'altra di Franklin e sostenuta dai più grandi elettricisti, detta di *un solo fluido*. Nella prima si suppone che esistano realmente due fluidi elettrici dotati di proprietà particolari. Ogni corpo allo stato naturale contiene egual dose di ciascuno di essi, i quali si neutralizzano così a vicenda, e non manifestano la loro presenza con nessun fenomeno elettrico. Due masse di un medesimo fluido si respingono, e due masse, una di fluido positivo e l'altra di negativo si attraggono. Per lo strofinio di due corpi i due fluidi si separano, ed uno dei due corpi resta carico in eccesso del fluido positivo, l'altro del negativo.

Nell'ipotesi di un solo fluido si ammette che tutti i corpi allo stato naturale, o non elettrizzati, posseggano una dose determinata di questo, e che lo strofinio faccia passare una parte di esso dall'uno nell'altro corpo, restando il primo carico *in difetto, in meno o negativamente*, il secondo *in eccesso, in più o positivamente*. Le particelle di questo fluido si respingono a vicenda, e tendono sempre ad equilibrarsi nei corpi. Quindi se due corpi sono elettrizzati tutti e due in più, o tutti e due in meno, si respingono, e se uno, in più e l'altro in meno, si attraggono.

Quindi ecco perchè i pendolini presentati ad un corpo elettrizzato vengono attratti. Se il corpo è elettrizzato positivamente, la sua elettricità decompone l'elettricità neutra del pendolino, attirando la negativa sulla faccia più vicina e respingendo la positiva sulla faccia opposta. La negativa, più vicina, è più attirata di quello che sia respinta la positiva più lontana, e non potendo la prima slanciarsi sul corpo a cagione del coibente frapposto, trascina con sé il pendolino. Nel contatto la poca elettricità negativa di questo si neutralizza con la positiva del corpo, e restano corpo e pendolino carichi di elettricità omonima, ed ecco perchè si respingono. Così avviene nell'ipotesi dei due fluidi. Nell'ipotesi di un fluido solo, l'elettricità in eccesso del corpo respinge l'elettricità del pendolino verso la faccia più lontana, e restano di fronte il corpo elettrizzato in più, e la faccia del pendolino più vicina elettrizzata in meno, quindi ecco l'attrazione. Dopo il contatto restano il pendolino ed il corpo elettrizzati in più, e si respingono. In modo analogo si spiega il fenomeno se il corpo è elettrizzato negativamente.

Un pendolino, come quello descritto, dicesi un *elettroscopio*, e serve a far conoscere se un corpo è elettrizzato, e di quale specie di elettricità è carico. Due pendolini vicini, o due liste di foglio d'oro, o due paglie, ecc. costituiscono pure altrettanti elettroscopii. I due pendolini formati di materia conduttrice sono verticalmente appesi l'uno accanto all'altro ad un cilindretto di ottone in un vaso di vetro. Il cilindretto passa a traverso al turacciolo e termina superiormente in forma di pallina. Se si tocca la pallina con un corpo elettrizzato, questa ed i pendolini si elettrizzano come il corpo, ed i pendolini, carichi di elettricità omonima, divergono. Se non si tocca la pallina, ma solo si presenta ad essa il corpo elettrizzato, l'elettricità dell'elettroscopio si decompone; l'eteronima è attratta verso la pallina, e l'omonima cacciata verso i pendolini, che divergeranno pure in virtù di quest'ultima.

Dal grado di divergenza si può anche giudicare dell'energia dell'elettrizzazione, e in questo senso l'apparecchio costituisce un elettrometro.

Supponiamo l'elettroscopio elettrizzato per contatto positivamente: i pendolini staranno divergenti. Accostiamo ora alla pallina dell'elettroscopio così carico, e senza toccarla, un corpo elettrizzato positivamente. Questo caccierà dalla pallina nuovo fluido positivo nei pendolini, i quali divergeranno perciò maggiormente di prima. Se il corpo presentato è elettrizzato negativamente, sarà spinto dalla pallina nei pendolini del fluido negativo, e diminuirà la divergenza, ed ecco un mezzo di riconoscere la specie dell'elettricità di un corpo.

Dagli esempi arrecati risulta che l'elettricità di un corpo agisce, per così dire, a distanza sull'elettricità neutra de' corpi vicini; quest'azione si chiama *induzione elettro-statica*.

Sul prolungamento dell'asse, tenuto orizzontale, di un cilindro di ottone isolato e munito a ciascuno degli estremi di una coppia di pendolini, mettiamo alla distanza di alcuni centimetri un corpo elettrizzato, per esempio un cilindro di ceralacca. I pendolini divergeranno ai due capi. Si allontani il corpo elettrizzato, e cesserà la loro divergenza, il che significa che l'elettrizzazione del cilindro non avvenne per trasporto di elettricità dal corpo elettrizzato al cilindro di ottone, ma per semplice decomposizione dell'elettricità naturale di questo. Egli divenne *elettrizzato per induzione*, e prende il nome di corpo *indotto* qualunque conduttore che si elettrizzi a questo modo, ed il corpo elettrizzato, che genera l'induzione, dicesi *l'inducente*.

Toccando con un *piano di prova*, cioè con un piccolo e sottile disco di ottone tenuto con manubrio isolante, la faccia dell'indotto più vicina all'inducente, e ricorrendo all'elettroscopio, si riconosce che il piano di prova si è elettrizzato di elettricità eteronima a quella dell'inducente. Ripetendo l'operazione sulla faccia opposta, si troverà su di essa l'elettricità omonima.

Mettendo un punto qualunque dell'indotto in comunicazione col suolo durante la presenza dell'inducente, sfugge l'elettricità omonima, e resta sull'indotto la sola elettricità contraria a quella dell'inducente.

Se, senza togliere la comunicazione col suolo, si allontana l'inducente, cessa lo stato elettrico dell'indotto, ma se si toglie prima la comunicazione col suolo, e si allontana poscia l'inducente, l'indotto resta elettrizzato, come se lo avessimo direttamente strofinato.

Per l'induzione si richiede che tra l'inducente e l'indotto vi sia un coibente, a traverso al quale, o meglio col concorso del quale passa l'azione induttiva. Il coibente, così frapposto, prende il nome di *dieletrico*, e la energia dell'induzione dipende dalla natura di esso.

L'elettricità libera si porta costantemente alla superficie dei conduttori, e si distribuisce su di essa variamente, secondo la forma della superficie stessa e la posizione dei conduttori vicini.

Una sfera cava conduttrice, isolata e munita di conveniente apertura, un vaso conduttore qualunque, una lastra di ottone piegata in forma di cilindro, ecc. per quanto fortemente elettrizzati, non danno segno alcuno di elettricità nel loro interno; tutta l'elettricità è sulla faccia convessa, il che si verifica facilmente col piano di prova.

Toccando collo stesso piano successivamente ed in differenti punti la superficie di un corpo conduttore elettrizzato, di forma qualunque e lontano da altri conduttori, e facendo uso di un elettrometro, si riconosce il modo di distribuzione dell'elettricità sul corpo. Si trova, ad esempio, che su di una sfera, essa è uniformemente distribuita; su di un ellissoide di rivoluzione intorno all'asse maggiore, l'intensità di elettrizzazione è maggiore ai poli e va scemando verso l'equatore; se l'ellissoide nasce dal rivolgimento intorno all'asse minore, la massima intensità elettrica ha luogo all'equatore, la minima ai poli. In generale l'elettricità si accumula su quelle parti della superficie dei conduttori, ove la curvatura è maggiore. Se il corpo termina in punta, come un cono, od ha spigoli taglienti, l'elettricità si porta tutta sugli spigoli e sulle punte, ed ivi acquista tanta energia da vincere la resistenza dell'aria, o del coibente, e da lanciarsi sui corpi conduttori più vicini.

Quindi i conduttori, che vogliono caricarsi un po' stabilmente di elettricità, non devono avere punta, nè spigoli, e si fanno terminare da tutte le parti in forma rotondeggiante.

Un conduttore elettrizzato si diseletrizza col presentargli a distanza una punta conduttrice, comunicante col suolo. Essa può sottrarre al corpo la sua elettricità, quasi assorbirla, od inviare al corpo un flusso di elettricità contraria, riducendolo allo stato naturale.

Su questa proprietà sono fondati i *parafulmini*.

Allorchè l'elettricità vince la resistenza del coibente frapposto e si lancia da un corpo ad un altro, accadono fenomeni luminosi. Ha luogo per lo più ciò che chiamasi *scintilla elettrica*, la quale cammina con direzione uncinata, come dice Beccaria, e si manifesta con luce, calore e suono. Si nota sempre nella scarica elettrica trasporto di particelle materiali tra i conduttori, ov'essa avviene.

Se la scarica si fa nel vuoto, o per dir meglio, in un mezzo molto rarefatto, essa, invece della scintilla, presenta una luce diffusa, visibile in un sito oscuro; e se avviene per le punte, presenta i così detti *fiochetto* e *stelletta*, che però non si vedono se non nelle tenebre. Se l'elettricità positiva esce dalla punta, ha luogo il *fiochetto*, cioè una luce alquanto diffusa e debole; se entra, la luce è più viva, ma meno estesa, e nasce la *stelletta*. I fuochi di Sant'Elmo, che appariscono sulle punte degli alberi delle navi, dei parafulmini, delle croci dei campanili, ecc. di nottetempo, durante un temporale, sono la *stelletta* od il *fiochetto*.

L'induzione tra due conduttori, uno dei quali almeno sia elettrizzato, avviene tanto più energicamente, quanto più i due corpi sono vicini. Accostiamo ad un disco conduttore isolato ed elettrizzato un altro disco eguale faccia a faccia, e comunicante col suolo e separato dal primo da un sottile strato di corpo dielettrico qualunque. Spariscono i segni di elettricità dal disco elettrizzato; così se questo è munito di un pendolino, che colla sua divergenza indica la condizione elettrica di esso,

vedesi immediatamente il pendolino discendere, e se con un mezzo qualunque somministriamo al primo disco nuova elettricità, continuando a caricarlo, vedremo il pendolino elevarsi di nuovo poco a poco, e col tempo venire a divergere come prima. La presenza del secondo disco ha reso il primo suscettibile di una maggior carica per una medesima divergenza dell'elettroscopio.

Se il secondo disco non fosse stato in comunicazione col suolo, la sua vicinanza al primo avrebbe pure fatto abbassare il pendolino, ma questo sarebbe ritornato alla divergenza primitiva, somministrando al primo disco una ben minore dose di elettricità, che nel primo caso.

In questo secondo caso, l'elettricità del primo disco decompone quella del secondo per induzione e chiama sulla faccia vicina tutta l'elettricità contraria di esso, la quale è così in quantità limitata; invece nel primo caso, per l'induzione l'elettricità omonima del secondo disco è cacciata nel suolo, e viene dal suolo nuova elettricità eteronima ad agire sul primo disco.

Avviene, per così dire, una condensazione dell'elettricità, e chiamano condensatori tutti gli apparecchi nei quali l'elettricità si accumula in questo modo.

Uno dei condensatori più noti è quello che chiamano *bottiglia di Leida*, dal nome della città ove furono fatti i primi esperimenti relativi ad esso. Consiste la bottiglia di Leida in un vaso di vetro, le cui pareti, interna ed esterna, sono rivestite ciascuna di un foglio di stagnola fino a certa altezza. Questi due fogli si chiamano le *armature*, una interna, l'altra esterna. Un cilindretto metallico parte dall'armatura interna, attraversa il turacciolo del vaso e termina superiormente in una pallina conduttrice.

Se si elettrizza una delle due armature, tanto che il pendolino segni relativamente ad essa una determinata deviazione, mentre l'altra armatura è isolata, messe allora le due armature in comunicazione fra loro con un *arco eccitatore* (cioè con un conduttore formato di due archi uniti a cerniera e muniti di manubrio isolante), avviene una scarica. Ripetendo l'operazione col caricare l'armatura interna fino a che il pendolino segni la stessa misura, essendo l'altra armatura in comunicazione col suolo, la scarica che si otterrà sarà grandemente più energica della prima.

Si fanno delle grandi bottiglie di Leida, ed anche se ne uniscono più insieme, per formare ciò che si chiama una *batteria*, e si possono con esse ottenere varii effetti fisici, chimici e fisiologici veramente straordinari.

L'elettricità in una bottiglia non istà sulle due armature, bensì sulle due facce opposte del vetro, e vi penetra dentro più o meno secondo la carica.

Una doppia prova abbiamo di ciò, ed è che 1° non si diselettizza totalmente la bottiglia colla prima scarica, ma si possono ottenere molte scariche successive, la cui intensità va però grandemente e successivamente scemando; 2° se si fa una bottiglia ad armature mobili, possiamo caricarla, e poscia levarne le armature (con manubri isolanti) per provare che le medesime non sono punto elettrizzate, e rimettendole di nuovo a posto, ottenerne una scarica come se non le avessimo toccate.

Per fare questa e gran parte delle sperienze citate, occorre una sorgente elettrica pronta e potente. Si fa uso perciò delle così dette *macchine elettriche*. La macchina elettrica ordinaria, adoperata nei Gabinetti di fisica, consiste in un grande disco di vetro, che si fa girare tra quattro cuscini di pelle pieni di borra, comunicanti col suolo, ed in un conduttore ben isolato, consistente per lo più in uno o più grossi cilindri vuoti di ottone e presentante al disco di vetro una serie di

punte metalliche. Girando tra i cuscini, il disco si elettrizza positivamente, agisce per induzione sulle punte del conduttore, il quale perde perciò l'elettricità negativa e resta carico della positiva. Adoperansi anche le macchine dette ad induzione, come quella di Holtz, la macchina idro-elettrica di Armstrong ed altre.

Una macchina semplicissima, e che tutti possono facilmente procurarsi, è l'*elettroforo* di Volta. Esso consiste in un disco coibente formato con uno strato di sostanza resinosa, versata su di un piatto qualunque, ed in un disco conduttore di diametro un po' minore del primo e munito di manubrio isolante. Si percuote il disco coibente con una pelle di gatto, o con un pezzo di lana ben asciutta, e lo si elettrizza in tal modo negativamente. Ponesi dopo su di esso il disco metallico tenuto pel manubrio isolante. Come il contatto dei due dischi non è perfetto, e la resina è tenace dell'elettricità, così questa non passa nel disco conduttore, ma ne decompone l'elettricità naturale tirando sulla faccia vicina la positiva, e cacciando sulla faccia opposta la negativa. Se tocchiamo il disco conduttore col dito, l'elettricità negativa fugge nel suolo, e la carica positiva si accresce come in un condensatore. Allontanato allora il disco metallico dalla sostanza resinosa, avendo cura sempre di tenerlo pel manubrio isolante, lo avremo carico di elettricità libera positiva, che potremo comunicare ad altri corpi, o trarne una scarica o scintilla.

Intanto il disco resinoso continua ad essere carico della sua elettricità, e ripetendo più volte di seguito la stessa operazione col disco metallico, possiamo rendere libera tanta elettricità positiva quanta vogliamo.

Lo strofinio e la percussione non sono le sole sorgenti di elettricità statica. Certi cristalli si elettrizzano per semplice compressione, altri colla sfaldatura, ed altri ancora col riscaldamento. La *tormalina*, ad es., durante il suo riscaldamento, si elettrizza per una metà positivamente e per l'altra negativamente. Durante il raffreddamento, essa presenta una polarità elettrica opposta alla prima. A temperatura costante non presenta fenomeni elettrici. Anche le azioni chimiche sono sorgenti di elettricità, anzi, come vedremo tosto, sono la principale sorgente, colla quale possiamo ottenere delle quantità enormi di elettricità, che, lanciata in corrente per adatti conduttori, produce effetti veramente straordinari, e dà luogo alle principali applicazioni dell'elettricità all'industria.

B. — Linee di forza, superficie di livello, potenziale elettrico, capacità, ecc.

Come pel magnetismo, così per l'elettricità, Coulomb ha dimostrato sperimentalmente che due quantità di elettricità, concentrate ciascuna in un punto, si attirano o si respingono in ragione diretta delle loro masse ed in ragione inversa dei quadrati delle distanze, cosicchè se q e q' sono le due quantità di elettricità e d la loro distanza, l'azione loro reciproca è espressa da $\frac{qq'}{d^2}$ ed è positiva se q e q' sono della stessa specie, negativa in caso contrario.

Quindi tutto ciò che ho detto, parlando del magnetismo, intorno al *campo*, alla *forza*, alle *linee di forza*, alle *superficie di livello*, al *potenziale*, ecc. si può applicare letteralmente all'elettricità, scambiando semplicemente le parole magnetismo in elettricità e magnetico in elettrico. Così il *campo elettrico* è lo spazio in cui si fa sentire l'azione del sistema elettrico che si considera; la *forza elettrica* di un punto del campo è la forza che agisce sull'unità di massa elettrica positiva in quel punto;

una *linea di forza* è una linea tangente in ciascun punto alla direzione della forza; una *superficie di livello* è una superficie normale in ciascun punto alla direzione della forza; il lavoro motore o resistente della forza del campo non far passare una massa elettrica da una superficie di livello ad un'altra qualunque è indipendente dalla via seguita in questo passaggio; *potenziale elettrico* di una superficie di livello S_1 è il lavoro positivo o negativo che le forze del campo fanno nel movimento di una unità di massa elettrica positiva da un punto della superficie S_1 ad un punto di un'altra superficie di livello S_2 , il cui potenziale si prende per zero, e dalla quale si computano i potenziali, oppure, se si preferisce l'altra definizione, il potenziale elettrico di un punto del campo è la somma $\sum \frac{q}{d}$ dei quozienti che nascono, dividendo cia-

scun elemento q delle masse elettriche del sistema per la sua distanza d dal punto considerato; una superficie di livello è una superficie *equipotenziale*, ossia di potenziale costante; il lavoro corrispondente al passaggio di una massa elettrica q da una superficie di livello S_1 ad un'altra S_2 vale $q(P_1 - P_2)$, essendo rispettivamente P_1 e P_2 i potenziali delle due superficie; la *forza* che agisce sull'unità di massa elettrica positiva in un punto della superficie S_1 è $f = \frac{P_1 - P_2}{d}$, essendo d la distanza

tra le superficie S_1 e S_2 supposte infinitamente vicine; essendo una serie di superficie di livello infinitamente vicine e di potenziali varianti in ragione aritmetica, la forza in ciascun punto di una di esse varia in ragione inversa della distanza normale di detto punto dalla superficie successiva vicina; in un campo elettrico una massa elettrica libera, ed abbastanza piccola perchè non alteri la situazione del campo, è spinta dalle superficie di maggior potenziale a quelle di minore, se positiva, in senso contrario se negativa.

Giova ripetere qui rispetto all'elettricità quello che ho già detto allo stesso proposito parlando del magnetismo, vale a dire che il potenziale di un punto, di una superficie, di uno spazio qualunque può essere grande o piccolo senza che vi sia in quel punto, su quella superficie od in quello spazio elettricità di sorta. Sia in un punto una massa elettrica q ; il suo potenziale alla distanza d sarà $\frac{q}{d}$. Se alla stessa distanza d da q trovasi

una massa elettrica q' , ivi il potenziale non sarà più $\frac{q}{d}$, nè $\frac{q \times q'}{d}$, bensì $\frac{q}{d} +$ il potenziale della massa q' nel

punto che si considera, il numeratore dell'espressione $\frac{q}{d}$ è una semplice massa, e non il prodotto di due masse. Quando diciamo che il potenziale P di un punto è il lavoro che le masse elettriche del sistema farebbero per trasportare l'unità di massa elettrica da quel punto fino alla superficie di livello zero, non intendiamo che vi sia realmente in quel punto l'unità di massa elettrica; se vi fosse, verrebbe ivi cambiato il valore del potenziale e per l'influenza della massa suppostavi, e per l'aggiunta del potenziale di questa. Quando si parla del movimento di una massa a traverso alle superficie di livello per l'azione di un sistema qualunque di masse elettriche estranee ad essa, si fa tacitamente l'ipotesi che quella massa sia tanto piccola a fronte delle masse agenti, che se ne possa assolutamente trascurare l'influenza.

L'espressione $\frac{q q'}{d^2}$ dell'azione reciproca di due masse elettriche q e q' diviene eguale all'unità quando $q = q' = 1$

e $d = 1$. Quindi, se tra due corpi identici piccolissimi, carichi di masse elettriche eguali e posti all'unità di distanza, l'azione elettrica è uguale all'unità, la massa elettrica di ciascuno di essi è uguale all'unità. I rapporti delle masse elettriche si deducono adunque dalla misura delle loro azioni reciproche.

L'idea di fluido e di massa elettrica fa nascere naturalmente quella di *densità*. Nei conduttori l'elettricità si porta alla superficie, e se essa vi è distribuita uniformemente, la *densità elettrica* è la quantità di elettricità che si trova su ciascuna unità di superficie; se la distribuzione è irregolare, la densità su di un elemento piccolissimo della superficie è il rapporto della quantità di elettricità, ch'esso possiede, all'area dell'elemento stesso.

Nei conduttori, portati in un campo elettrico, l'elettricità essendo libera di muoversi, la forza del campo ne cambia la distribuzione, ed avvenuto l'equilibrio, la forza stessa resta annullata dalla reazione dell'elettricità indotta. Dunque in un conduttore non esiste l'equilibrio elettrico se la forza del campo non è zero per ciascun punto di esso; in altri termini, l'elettricità che esso possiede esercita in ciascun punto un'azione eguale e contraria a quella delle masse esterne.

Dunque la forza elettrica sulla superficie e nell'interno di un conduttore in un campo in equilibrio è nulla, e per conseguenza il potenziale è costante per tutti i punti del conduttore; infatti abbiamo visto che la forza è data dalla differenza dei potenziali di due superficie di livello vicinissime divisa per la loro distanza, ora la forza nel conduttore è zero, dunque anche la differenza dei potenziali è zero.

Ne segue che la superficie di un conduttore in un campo elettrico in equilibrio è sempre una superficie di livello, e perciò tutte le linee di forza del campo che terminano ad un conduttore sono normali alla sua superficie. Il suolo è un conduttore; dunque la sua superficie è di livello, ossia di potenziale costante. E questa la superficie di livello, che tutti i fisici d'accordo prendono per prima, ossia per origine da cui si computano i potenziali, ed il suo potenziale si conta per zero.

Un fascio sottilissimo di linee di forza procedenti da un elemento di superficie di un conduttore elettrizzato, va a terminare normalmente ad un elemento della superficie di un altro conduttore; i due elementi si dicono *corrispondenti*. Due elementi corrispondenti in equilibrio contengono sempre quantità di elettricità eguali e contrarie, e se le due facce opposte dei due conduttori sono piane e parallele, la densità elettrica ρ sull'elemento d'una è uguale e di segno contrario alla densità ρ' sull'altro, si ha cioè $\rho' = -\rho$. Ciò ha ancora luogo allorchè i due conduttori invece di essere piani sono infinitamente vicini.

Secondo Faraday non esistono fasci di linee di forza indefiniti; tutti si appoggiano a conduttori e inducono elettricità opposta. Quindi non esiste nello spazio una massa d'elettricità libera senza che si trovi vicino o lontano un'altra massa eguale d'elettricità contraria. Così un corpo elettrizzato in una camera manda delle linee di forza e genera induzione tutt'intorno, ed i conduttori vicini, se ve ne ha, o la vòlta od i muri a qualunque distanza, in mancanza dei primi, si caricano di altrettanta elettricità contraria, quanta è la massa elettrica del corpo.

Su di una sfera di raggio r conduttrice, elettrizzata e lontana da ogni conduttore, l'elettricità si distribuisce uniformemente. La forza elettrica interna e sulla superficie, come abbiamo visto, è zero, ed il potenziale costante, e per un punto esterno la massa elettrica q della

sfera agisce come se tutta fosse radunata nel centro, onde se x è la distanza del punto dal centro, la forza sull'unità di massa in quel punto sarà $\frac{q}{x^2}$, e per un punto esterno tanto vicino alla superficie, che la sua distanza dal centro si confonda con r , la forza sarà $\frac{q}{r^2}$. Se ρ è la densità dell'elettricità sulla sfera, ρ esprimerà la quantità di elettricità che è sull'unità di superficie, e su tutta la superficie $4\pi r^2$ avremo $4\pi r^2 \rho$ di elettricità, onde $q = 4\pi r^2 \rho$, e la forza $\frac{q}{r^2} = 4\pi \rho$. Questo principio, che si verifica per tutti i conduttori, costituisce uno dei teoremi di Coulomb, e si enuncia dicendo che la forza elettrica in un punto vicinissimo ed esterno alla superficie di un conduttore elettrizzato vale il prodotto della densità elettrica corrispondente a quel punto pel numero 4π . L'azione $4\pi \rho$ come risulta dalla dimostrazione data, è quella esercitata, sul punto considerato, da tutta l'elettricità del conduttore.

Se il punto fosse dentro al conduttore, l'azione elettrica totale su di esso sarebbe zero, come già si è dimostrato. Ne consegue che, se con una sezione piana passante pel punto dividiamo in due parti qualunque la superficie del conduttore elettrizzato, le risultanti delle azioni delle due parti sul punto debbono essere eguali e contrarie. Poniamo adunque il punto interno vicinissimo alla superficie, e sia la detta sezione piana perpendicolare alla normale, alla superficie in quel punto. Verrà questa divisa in due parti, una piccolissima, elementare od infinitesima, come dicono, e l'altra costituente tutto il resto della superficie. L'azione della prima, che si farà evidentemente nel senso della normale, equivarrà a quella dell'altra e le sarà contraria, od in altri termini, fatta astrazione del segno, varrà la metà dell'azione totale. Ora sul punto esterno vicinissimo alla superficie ed al punto interno, e collocato sulla stessa normale, l'azione totale è $4\pi \rho$; dunque l'azione del solo elemento tanto sul punto interno, quanto sul punto esterno, vale $2\pi \rho$, e queste due azioni sono necessariamente di segno contrario.

È pure equivalente a $2\pi \rho$ l'azione dell'altra porzione di superficie sull'unità di massa elettrica nei punti considerati, e quindi l'azione di tale porzione sulla elettricità dell'elemento vale $2\pi \rho$ moltiplicato per la massa elettrica dell'elemento, la quale è $s\rho$, rappresentando con s la sua area, cosicchè l'espressione $2\pi s\rho^2$ rappresenta la forza con cui l'elettricità della detta porzione respinge l'elettricità dell'elemento. Questa è la forza con cui l'elettricità dell'elemento tende a fuggire dal conduttore e preme sul combente opposto, e che prende il nome di *pressione* o *tensione elettrica* in quel punto. Tale pressione riferita all'unità di superficie ($s=1$) vale $2\pi \rho^2$; essa è causa per cui la pressione dell'aria sui conduttori elettrizzati riesce di effetto minore che non sugli stessi conduttori allo stato naturale, ed il volume di una bolla d'acqua di sapone cresce quando la viene elettrizzata.

Come si vede, la tensione elettrica non va confusa col potenziale.

Chiamasi *capacità*, di un conduttore la carica o la quantità d'elettricità c , che bisogna dargli per portarlo al potenziale *uno*, allorchè tutti i conduttori che lo circondano sono in comunicazione col suolo. Quindi se nelle medesime circostanze si dà al conduttore una carica $2c, 3c, \dots, Pc$, il suo potenziale diviene $2, 3, \dots, P$; onde colla carica q , si ha $P = \frac{q}{c}$, ossia $q = cP$.

Partendo dalla seconda definizione che ho dato del potenziale, si trova tosto che il potenziale sopra e dentro una sfera conduttrice, elettrizzata e lontana da ogni altro conduttore, è $\frac{q}{r}$, essendo q la carica ed r il raggio,

poichè la somma $\sum \frac{q}{a}$ pel centro è precisamente $\frac{q}{r}$. Si arriverebbe allo stesso risultato partendo dalla prima definizione e considerando che, come ora si dimostrò, la forza presso la superficie della sfera è $4\pi \rho$. Si ha dunque per la sfera il potenziale $P = \frac{q}{r}$, ossia $q = rP$; ma

abbiamo trovato $q = cP$, dunque per la sfera $c = r$, ossia la capacità è uguale al raggio, il che fa vedere che la capacità è una quantità lineare. Siano due sfere nella condizione della precedente, una di raggio r , l'altra di raggio r' , colle cariche rispettive q e q' , e supponiamole ad egual potenziale, avremo $\frac{q}{r} = \frac{q'}{r'}$, il che fa ve-

dere che a parità di potenziale le cariche di due sfere sono nella ragione dei raggi; ma se chiamiamo ρ e ρ' le densità elettriche delle due sfere, sarà $q = 4\pi r^2 \rho$ e $q' = 4\pi r'^2 \rho'$, e l'eguaglianza dei due potenziali ci dà $4\pi r^2 \rho = 4\pi r'^2 \rho'$, ossia $r\rho = r'\rho'$, cioè le densità elettriche sulle due sfere, a parità di potenziale, sono in ragione inversa de' raggi delle sfere. Così se il diametro di una sfera è mille volte più piccolo di quello di un'altra, ed il potenziale delle due sfere è lo stesso, la densità elettrica sulla prima è mille volte più grande che quella della seconda. Se a ciò si aggiunge che l'elettricità di un conduttore, come si è dimostrato, esercita sull'aria, o sul dielettrico in contatto, una pressione che per ogni unità di superficie vale $2\pi \rho^2$, la quale cioè è proporzionale al quadrato della densità ρ , si comprenderà la ragione per cui i conduttori di piccolissime dimensioni facilmente disperdono l'elettricità all'intorno, e si avrà anche l'idea della causa del poter delle punte.

Dirò ancora poche parole della condensazione elettrica. Supponiamo un condensatore sferico, cioè formato di una sfera conduttrice interna A, e di un'altra cava esterna e concentrica alla prima. Sia r il raggio della prima, r' ed r'' i raggi interno ed esterno della seconda. Supponiamo la sfera B isolata, e la A carica di una quantità $+q$ di elettricità. Per induzione la faccia interna di B riceverà una carica $-q$, e la faccia esterna $+q$. Il potenziale al centro della sfera, e per conseguenza anche su tutta la sfera A, stando sempre alla seconda definizione, sarà

$$P = \frac{q}{r} - \frac{q}{r'} + \frac{q}{r''} = q \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} + \frac{1}{r''} \right);$$

e come la capacità c di A vale, per ciò che si è dimostrato, il rapporto di q a P , così avremo

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{r} - \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{r''} \right).$$

Ora la quantità tra parentesi è sempre positiva e minore di $\frac{1}{r}$; per conseguenza sarà $\frac{1}{c} < \frac{1}{r}$, ossia $c > r$. Senza la presenza della sfera B la capacità di A colla carica q sarebbe stata eguale ad r , onde si vede che la presenza di B ha fatto aumentare la capacità di A.

Mettiamo ora B in comunicazione col suolo; il suo potenziale diventa zero, e la carica esterna $+p$ cessa di esistere. Egli è come se il raggio r'' diventasse infi-

nito, ossia $\frac{1}{r''} = 0$; onde la relazione precedente diviene

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{r} - \frac{1}{r''} = \frac{r'' - r}{r r''},$$

$$e \quad c = \frac{r r''}{r'' - r} = \frac{r r''}{d},$$

chiamando d la differenza dei raggi, ossia la distanza delle due armature. Si vede che la comunicazione col suolo ha fatto ancora crescere di più la capacità della sfera interna. La capacità primitiva, senza l'armatura B era r , l'attuale è $\frac{r r''}{d}$, onde il rapporto della prima alla seconda è quella di d ad r' . Se d è piccolissimo, r' si confonde con r , e la capacità diventa $c = \frac{r^2}{d}$, cioè grandissima.

Per caricare adunque il conduttore A allo stesso potenziale di prima, ora che gli sta vicina l'armatura B comunicante col suolo, occorrerà una quantità di elettricità $\frac{r'}{d}$ volte maggiore di prima. Come si vede, la presenza dell'armatura B aumenta la carica corrispondente ad un potenziale fisso, oppure diminuisce il potenziale relativo ad una carica data.

Nei condensatori ordinari d è quasi sempre quantità piccolissima, onde la capacità del condensatore sferico riesce $c = \frac{r^2}{d} = \frac{4\pi r^2}{4\pi d} = \frac{S}{4\pi d}$, ove S esprime la superficie della sfera.

Questi risultati si possono applicare alla bottiglia di Leida a pareti di spessore costante e colle armature che lasciano poca parete scoperta; onde in essa sarà la capacità $c = \frac{S}{4\pi d}$, e la carica $q = \frac{SP}{4\pi d}$.

Chiamasi *forza condensante* il quoziente che nasce dividendo la carica del condensatore, allorchè essa fa parte dell'apparecchio di condensazione, per la carica ch'esso prenderebbe col medesimo potenziale, allorchè esso è lontano da ogni conduttore. Questo rapporto è quello delle capacità, e pel condensatore sferico vale $\frac{r}{d}$.

16. — ELETTRICITÀ DINAMICA ED ELETTROMAGNETISMO.

Se si uniscono con un filo metallico due conduttori elettrizzati a diverso potenziale, un flusso, o come dicesi una corrente d'elettricità scorre dal conduttore di potenziale più elevato all'altro. Ecco una *corrente elettrica*. Dicesi *elettricità dinamica* l'elettricità in questa condizione di movimento.

Ma la corrente, nell'esempio arrecato, è momentanea e di energia variabile dal principio alla fine, poichè a misura che l'elettricità passa da un conduttore all'altro, scema la differenza di potenziale e la forza elettrica lungo il filo di congiunzione si annulla al momento in cui i potenziali diventano eguali, il che succede in un tempo cortissimo.

Se il corpo di potenziale più elevato è il conduttore di una macchina elettrica in azione continua e l'altro è un conduttore isolato allo stato naturale, la corrente continuerà fino a che il potenziale di questo raggiunga l'altezza del potenziale della macchina; ma se il secondo conduttore comunica col suolo, la corrente continuerà tanto tempo, quanto continua l'azione della macchina.

Le correnti, che si possono ottenere con qualunque combinazione di questo genere, sono debolissime; per

aver correnti più intense bisogna ricorrere ad altri mezzi, uno dei quali consiste nelle pile.

Volta scoprì e dimostrò che il contatto di due metalli eterogenei è sorgente di elettricità. Uno di essi, pel semplice contatto, si elettrizza positivamente, l'altro negativamente. Tutti i metalli, e forse anche tutti i corpi eterogenei messi a contatto danno luogo ad una differenza di potenziale e si elettrizzano contrariamente. Volta diede a questo effetto del contatto il nome di *forza elettromotrice*, la quale non è altro che ciò che abbiamo fino ad ora chiamato *differenza di potenziale*. La maggiore o minore ampiezza della superficie di contatto non cambia la differenza di potenziale di due corpi, la cambia bensì il cambiamento di temperatura.

Volta fece dei metalli una tavola nella quale essi sono iscritti in tale ordine che uno qualunque di essi in contatto con uno di quelli che seguono si elettrizza positivamente, ed in contatto di uno di quelli che precedono si elettrizza negativamente, e dimostrò che in una serie di metalli a contatto successivo la somma algebrica delle forze elettromotrici è uguale alla forza elettromotrice dei due estremi.

Un disco di zinco, ad esempio, in contatto, o saldato con un disco di rame, si elettrizza positivamente, mentre il rame prende l'elettricità negativa. Questi due dischi così riuniti formano ciò che si chiama una *coppia zinco-rame*; sono *due elementi, zinco e rame*, che insieme formano una coppia, ma nel linguaggio comune chiamano *elemento* anche una coppia.

Vi ha dunque nell'unione di due elementi una forza elettromotrice, la quale stabilisce una differenza d'elettizzazione tra l'uno e l'altro. Se non diamo ad essi altra elettricità, uno è elettrizzato positivamente, l'altro negativamente, ma se comunichiamo ad essi una dose di elettricità qualunque, si stabilisce un nuovo stato di equilibrio, nel quale i due corpi possono essere carichi di elettricità omonima, ma sempre colla differenza costante di potenziale che è dovuta al loro contatto.

Se, tenendo sempre l'esempio della coppia zinco-rame, formiamo una serie di tali coppie in modo che lo zinco di ognuna di esse tocchi il rame della vicina, pel principio sopra enunciato, la somma algebrica delle forze elettromotrici non cambierà, ma se s'interponesse tra una coppia e la successiva un corpo conduttore, il quale col suo contatto cogli elementi laterali non generasse differenza di potenziale, allora le forze elettromotrici delle coppie si sommano, e possiamo ottenere un sistema, alle cui estremità i potenziali differiscono d'assai, e le elettricità opposte dovute al contatto saranno ivi più accumulate. In questo modo fece Volta la prima *pila*, di cui mandò la descrizione al presidente della Società di Londra nel marzo del 1800. Il conduttore frapposto da Volta alle coppie di zinco e rame era acqua acidula.

Comunichiamo a quest'*organo artificiale elettrico*, come lo chiamò egli nella sua descrizione, una dose di elettricità positiva o negativa, questa si distribuirà sui suoi elementi come se la forza elettromotrice non esistesse fra di loro, ed avremo un nuovo stato di equilibrio elettrico, nel quale la differenza di potenziale fra due elementi qualunque rimane inalterata.

Ai due estremi della pila si dà il nome di *poli*; polo *positivo* quello di potenziale più elevato, *negativo* l'altro. Se facciamo comunicare i due poli con un filo metallico, un flusso di elettricità positiva passerà pel filo dal polo positivo al negativo, e si formerà una corrente. Quelli che ammettono due specie di elettricità dicono che colla corrente positiva se ne forma pure una nega-

tiva che va in senso contrario alla prima, ma anche costoro si adattano al linguaggio comune, nel quale non si considera che la corrente positiva.

Dal polo positivo adunque l'elettricità positiva fluisce al negativo ed entra nella pila, ma ivi, per la forza elettromotrice degli elementi, non può ridurre il sistema all'equilibrio, ma passa di coppia in coppia e raggiunge di nuovo il polo positivo, per ricominciare e ripetere lo stesso movimento, fino a che non sieno cambiate le condizioni del sistema. Ecco la corrente elettrica, la quale nella parte del suo circuito esterno alla pila va dal polo positivo al negativo, e nella parte interna da questo a quello. Se si rompe il circuito in un punto qualunque, cessa la corrente, e le estremità corrispondenti alla rottura si troveranno nella condizione dei poli della pila senza il filo metallico che li congiunge.

Volta ammetteva che causa della corrente fosse la sola forza elettromotrice; ma si notò che nella pila avvengono fenomeni chimici importanti, i quali sempre sono causa di squilibrio elettrico, e nacque così una nuova teoria per spiegare i fenomeni della pila. Molte sperienze si fecero, molte cose si scrissero per sostenere l'una o l'altra delle due teorie, ma pare che ora i due partiti vogliano conciliarsi, ammettendo che il contatto e l'azione chimica concorrano a generare e mantenere la corrente. Infatti, come potrebbe questa sussistere senza una sorgente di elettricità, e senza qualche parte che mantenga una differenza di potenziale? Senza differenza di potenziale non c'è corrente; il contatto somministra questa differenza; non c'è corrente senza elettricità, e questa è somministrata dall'azione chimica.

Le molteplici forme e composizioni di pile si riducono tutte a due tipi, quella di Volta ad un liquido e quella di Daniell a due liquidi. In un vaso coibente contenente acqua acidula mettiamo due lastre, una di zinco e l'altra di rame, che non si tocchino; ecco il tipo della coppia voltaica. Dividiamo un vaso coibente in due compartimenti con un diaframma poroso, mettiamo in uno d'essi acqua acidula con una lastra di zinco, nell'altro una soluzione di solfato di rame con una lamina di questo metallo, ed ecco la pila Daniell. Finchè lo zinco ed il rame non si mettono in comunicazione metallica fra loro, non c'è corrente.

Secondo le applicazioni di ciascuna pila, si fa uso di una sola o di più coppie. Allorchè si fa uso di più coppie, queste sogliono disporsi in due modi differenti: 1° *In serie*, come dicono, unendo cioè metallicamente lo zinco di ciascuna coppia col rame della seguente. In una delle coppie estreme rimarrà libero il rame, che forma il polo positivo, nell'altra lo zinco, che forma il polo negativo. 2° *In quantità*, unendo tutti gli zинchi fra di loro, e tutti i rami fra di loro. Quest'ultima disposizione equivale alla formazione di una coppia sola colla riunione di più; nella coppia così formata la forza elettromotrice rimane come nella coppia semplice, ma cambia l'estensione delle superficie metalliche formanti la nuova coppia, che può dirsi *moltiplicata*, chiamando *doppia*, *tripla*, ecc., una coppia così formata di due, tre, ecc. coppie semplici. Nella pila in serie le forze elettromotrici delle coppie semplici si sommano. Secondo i vari casi di applicazione, conviene talvolta adoperare la coppia moltiplicata, talvolta la pila in serie, e talvolta ancora la pila in serie formata di coppie multiple.

Nelle pile ad un liquido la forza elettromotrice va prontamente scemando colla durata della corrente. Si riconobbe che causa di ciò è una nuova forza elettromotrice, che va generandosi, contraria alla primitiva, sulla superficie dei metalli entro il liquido. L'idrogeno, che

nasce dalle azioni chimiche dentro la pila, viene a formare uno strato sul rame, ed è causa della nuova forza elettromotrice. A questo fenomeno hanno dato il nome di *polarizzazione degli elettrodi*. Nelle pile a due liquidi l'idrogeno viene assorbito da nuovi reagenti chimici, e la corrente rimane, come dicono, *costante*, cioè s'indebolisce assai più lentamente.

Tutto ciò che può generare o mantenere una differenza di potenziale, e somministrare un'energia trasformabile in elettricità dà luogo ad una corrente. Il contatto fa la prima delle due cose; ma abbiamo visto che la forza elettromotrice dovuta al contatto varia colla temperatura; quindi se formiamo un circuito completo con due fili metallici eterogenei uniti capo a capo con due saldature, le forze elettromotrici in queste saranno eguali e contrarie e non ci sarà corrente, ma se si mantiene una saldatura più calda che l'altra, le due forze elettromotrici cessano di essere eguali; il calore somministrato alla saldatura più calda si trasforma in elettricità, e nasce una corrente che dicono *termoelettrica*, ed ecco la *pila termoelettrica*, o la *termopila*. Seebeck scoprì nel 1821 le correnti così generate. Nobili si servì della termopila per la misura del calore condotto, Melloni la perfezionò e l'applicò alla misura del calore raggiante, costruendo così il *termo-moltiplicatore*.

La presenza della corrente in un circuito chiuso si riconosce dagli effetti della medesima, che sono molti e differenti. Facciamo terminare i reofori della pila (che sono due fili metallici che partono dai poli di questa) in due lastrette di platino, le quali faremo immergere in acqua acidula in un vaso di vetro. Se la pila è sufficiente, si vedranno tosto le laminette di platino coprirsi di bollicine gassose, le quali si staccano e salgono per uscire dal liquido, e si possono raccogliere in apposite campane di vetro. Esse sono d'idrogeno e di ossigeno, e si trovano sempre nella proporzione in cui questi elementi formano l'acqua. Succede adunque la decomposizione dell'acqua, ed ecco un effetto chimico della corrente. Come quelli dell'acqua, così separansi colla corrente gli elementi di molti composti chimici. Si dà il nome di *elettrolito* al corpo che viene così decomposto, di *elettrodi*, uno *positivo*, l'altro *negativo*, ai metalli su cui vengono a far capo i componenti dell'elettrolito, e di *elettrolisi* a quest'azione elettrochimica. I componenti che appaiono sull'elettrodo positivo, come l'ossigeno nell'elettrolisi dell'acqua, si dicono corpi *elettro-negativi*, gli altri, come l'idrogeno, *elettro-positivi*.

I depositi, che nell'elettrolisi concentransi sugli elettrodi, danno origine, come già si disse, ad una forza elettromotrice contraria a quella della pila. Si tira partito di questa forza, o differenza di potenziale, nelle così dette *pila secondarie*. Dopo di aver decomposto, al modo che si spiegò, alquanto di acqua, se si lasciano gli elettrodi in questa, e si staccano i reofori dalla pila, riunendoli tra loro per completare il circuito, si ottiene una *corrente* contraria alla primitiva, che chiamano *secondaria*. L'apparecchio di decomposizione dell'acqua fa l'ufficio di pila. Se agli elettrodi di platino si sostituiscono due lamine di piombo nell'acqua acidula e si fa passare una corrente adatta, si forma una pila secondaria, che preparata convenientemente col tempo, può produrre effetti straordinari; tale è l'accumulatore di Gaston Planté.

La corrente, attraversando un elettrolito, ne decompone una quantità, la quale si è trovato essere proporzionale all'*intensità* della corrente, vale a dire, alla quantità d'elettricità che passa in una sezione trasversale del circuito nell'unità di tempo. Quindi dal confronto delle quantità di gas che producono nello stesso

tempo due correnti nella decomposizione dell'acqua, si deduce il rapporto delle loro intensità. In questo senso l'apparecchio di decomposizione dell'acqua diventa un eccellente mezzo di misura, e prende il nome di *voltmetro*.

Per ciascuna unità d'elettricità che attraversa il sistema, una medesima quantità d'acqua si forma nelle coppie e si decompone nei voltometri, il che fa dire che il lavoro chimico esterno di una pila eguaglia il lavoro interno. Siano A, B, C, ... diversi elettroliti, ed a, b, c, \dots i pesi di ciascuno di essi decomposti da una unità di elettricità; i numeri a, b, c, \dots si dicono gli equivalenti *elettrochimici* dei rispettivi elettroliti A, B, C, ... e la speranza fa vedere che essi sono proporzionali agli equivalenti chimici dei medesimi.

Col voltmetro pertanto si può misurare l'intensità di una corrente, e si trova che il valore di essa dipende dalla forza elettromotrice della pila e dalla natura, forma e grandezza dei materiali che costituiscono il circuito. A parità di altre circostanze, essa è proporzionale alla forza elettromotrice.

I materiali, di cui un circuito può comporsi, non godono tutti di una stessa conduttività, e quindi si capisce ch'essi devono opporre al passaggio dell'elettricità una resistenza più o meno grande. Ebbene, l'intensità della corrente, a parità di forza elettromotrice, è inversamente proporzionale alla resistenza del circuito. Quindi chiamando i l'intensità, e la forza elettromotrice, r la resistenza, possiamo esprimere la prima con $i = \frac{e}{r}$, che è ciò che costituisce la legge di Ohm. Chiamando sempre i l'intensità, e la differenza di forza elettromotrice tra due punti qualunque del circuito, ed r la resistenza di questa porzione, si avrà pure $i = \frac{e}{r}$.

La corrente produce pure effetti fisiologici ogni volta ch'essa attraversa il corpo di un animale. Questi effetti si manifestano sull'essere vivente con commozioni particolari, e sui corpi morti di fresco, con contrazioni, lo studio delle quali, fatto da Galvani sui muscoli e sui nervi delle rane, chiamò l'attenzione di Volta intorno a questi fenomeni e lo condusse alla scoperta della pila.

L'energia elettrica si trasforma sovente, anzi sempre, almeno parzialmente, in calore. Qualunque sia la forma sotto cui tale energia si manifesta, nel tratto del circuito, ov'essa apparisce, ci dev'essere una caduta di potenziale equivalente al lavoro fatto. Sia e questa caduta, o differenza di forza elettromotrice, ai due estremi della porzione che consideriamo, per quanto si è sopra spiegato, questa quantità e misura il lavoro che si fa nel passaggio di un'unità d'elettricità positiva da un capo all'altro di quella porzione. Se i rappresenta l'intensità della corrente, cioè la quantità di elettricità che passa in una unità di tempo in ciascuna sezione, il lavoro fatto per questo passaggio nella porzione considerata sarà ie . Dunque pel principio della conservazione delle forze vive, sotto qualunque forma si mostri l'energia di una corrente in una porzione di essa, il lavoro che ne nasce per unità di tempo varrà ei .

Quindi se tutto il lavoro elettrico di una corrente in una porzione di essa si trasforma in calore, il lavoro corrispondente a questo sarà ei , e questa quantità si esprimerà in calorie dividendola per l'equivalente dinamico del calore. La legge di Ohm ci dà la relazione $i = \frac{e}{r}$, quindi

$$e i = i^2 r = \frac{e^2}{r}$$

sono altrettante espressioni del lavoro o dell'energia, come dicono, della corrente. La seconda $i^2 r$, che dice che il calore generato dalla corrente è proporzionale alla resistenza ed al quadrato dell'intensità, costituisce la legge di Joule.

Tutto ciò spiega perchè al passaggio della corrente il circuito si riscalda, e si riscalda più dove la resistenza è maggiore. Se l'intensità della corrente è sufficiente e la resistenza in un tratto del circuito è grande, si capisce che il calore generato può rendere incandescente il conduttore ed anche fonderlo. Ecco il calore elettrico, ed anche la luce. Questa si ottiene e si applica sotto due aspetti all'illuminazione: per *incandescenza*, e per *arco voltaico* o di *Davy*, dal nome del primo fisico che con una potente pila la fece risplendere tra due carboni. Si portano prima i carboni a contatto perchè passi la corrente, e si staccano poscia per piccolo spazio. Le particelle di carbone, divenute incandescenti, si volatilizzano e producono tra i due carboni l'arco.

In un circuito omogeneo e di egual sezione in tutta la lunghezza, la resistenza è stata trovata in ragione diretta della lunghezza del circuito ed in ragione inversa della sezione trasversale. Quindi in un tale circuito l'intensità della corrente è in ragione diretta della sezione ed inversa della lunghezza. Cambiando la natura del circuito, cambia l'intensità dipendentemente dalla conduttività di esso. La conduttività e la resistenza di un circuito sono due quantità reciproche, il loro prodotto vale l'unità. Se una parte qualunque del circuito, quella per es. che è formata dalla pila, non è omogenea col resto, nè di sezione costante, la resistenza, ch'essa opporrà alla corrente, potrà sempre confrontarsi con quella del resto del circuito, e sarà eguale alla resistenza dovuta ad una lunghezza determinata di questo, o meglio a quella di una lunghezza di filo omogeneo di determinata materia, e di sezione costante. Tutte le resistenze si possono in tal modo rappresentare con quella di una lunghezza di filo appositamente scelto, la quale chiamasi *lunghezza ridotta* di quella della resistenza di cui si tratta.

Dalla legge di Ohm $i = \frac{e}{r}$ si ricavano molte conseguenze. Chiamando e la forza elettromotrice ed r la resistenza interna di una semplice coppia, r' la resistenza del circuito esterno, n il numero delle coppie (tutte eguali) della pila in serie, sarà la forza elettromotrice di questa ne , la resistenza $nr + r'$, e quindi l'intensità della corrente $i = \frac{ne}{nr + r'}$. Se gli n elementi semplici sono disposti in una coppia multipla, la sezione della corrente nella pila diventa n volte maggiore, mentre la forza elettromotrice non cambia, onde la resistenza della pila sarà $\frac{r}{n}$, e l'intensità $i = \frac{ne}{r + nr'}$. Queste due formole sono di grande utilità nella pratica. Dividendo i due termini di esse per n e facendo $n = \infty$, si ricava che col crescere del numero delle coppie, le intensità delle due pile in serie ed in coppia multipla convergono una verso $\frac{e}{r}$, l'altra verso $\frac{e}{r'}$. Se la resistenza r' del circuito esterno è tanto grande, che a fronte di essa possa trascurarsi la resistenza nr della pila, l'intensità della pila in serie diverrà $\frac{ne}{r'}$, ed $\frac{e}{r'}$ quella della pila in coppia multipla. È preferibile pertanto in questo caso la pila in serie. L'opposto avviene se r' è tanto piccolo, che nr scompaia a fronte di r , poichè le due intensità divengono allora rispettivamente $\frac{e}{r}$ ed $\frac{ne}{r}$.

In una serie di n coppie n^{ple} (*ennuple*), la forza elettromotrice diviene $n'e$, la resistenza della pila $\frac{n'r}{n}$, onde l'intensità è $i = \frac{n n' e}{n' r + n r'}$, e diviene massima per

$n'r + n r'$ minimo, poichè il numeratore è costante, essendo $n n'$ il numero degli elementi semplici dati da disporre nel modo più conveniente, ed e la forza elettromotrice di ciascuno di essi. Quindi conoscendo r ed r' sarà facile trovare i valori di n ed n' che soddisfanno alla condizione. Se $r' = k r$, essendo k un numero noto, il denominatore diviene $r (n' + k n)$, e sarà $n' + k n$ che deve diventare minimo. Siano, ad esempio, 12 elementi semplici da riunire nel miglior modo possibile supponendo $k = 1$; il problema si ridurrà a decomporre il numero 12 in due fattori interi n ed n' la cui somma sia minima. Essi sono 3 e 4, e perciò la miglior disposizione dei 12 elementi consiste nel farne una serie di tre coppie quaduple, oppure una di quattro coppie triple. La soluzione generale è facile, e trovasi per qualunque caso, che essendo N il numero degli elementi semplici, la condizione

della massima intensità si ottiene facendo $n = \sqrt{\frac{N}{k}}$, ed

$n' = \sqrt{k N}$. Nella pratica bisognerà prendere due fattori interi più prossimi a questi valori, ed il cui prodotto faccia N .

Uniamo con un filo conduttore due punti di una corrente, o per meglio dire, del circuito da essa percorso, presi a qualunque distanza. La corrente, giunta al nuovo filo, si biforcherà, e passerà in questo una porzione di corrente che dicono *derivata*, o di *derivazione*. Importa di saper calcolare in ogni caso quale modificazione apportano nell'intensità della corrente tali fili di derivazione, e quale sia la porzione della corrente in ciascuno di essi. Farò subito il caso più generale supponendo che un reoforo alla sua estremità diramasi in tanti fili o conduttori, che vanno tutti a riunirsi all'estremità dell'altro reoforo. Avremo tra i due reofori tante correnti derivate, quanti sono i conduttori inseriti nel circuito, meno uno, poichè uno qualunque di essi può considerarsi come parte del circuito principale.

Siano: R la resistenza totale della pila e dei reofori, esclusi i fili inseriti; r_1, r_2, r_3, \dots le resistenze rispettive di questi; I l'intensità della corrente, che è la stessa in tutte le sezioni del circuito; i_1, i_2, i_3, \dots le intensità rispettive nei fili inseriti. La conduttività del fascio di questi vale evidentemente la somma delle conduttività di ognuno di essi, ma la conduttività è reciproca della resistenza; dunque, chiamando r la resistenza del fascio, avremo

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots$$

Quindi per la legge di Ohm, se E è la forza elettromotrice della pila, sarà l'intensità totale

$$I = \frac{E}{R + r}$$

ove bisognerà mettere al posto di r il suo valore ricavato dall'equazione precedente. Le intensità nei singoli fili di derivazione si ricaveranno considerando che la loro somma vale I , ed ognuna di esse sta ad I come la conduttività $\frac{1}{r_n}$ del filo corrispondente sta alla conduttività $\frac{1}{r}$ del fascio.

Se r_1 è la resistenza del filo che formava parte del circuito primitivo, considerando gli altri fili del fascio come di derivazione, l'intensità I' della corrente, prima della derivazione, era

$$I' = \frac{E}{R + r_1}$$

ed essendo r_1 necessariamente maggiore di r , si vede che I è maggiore di I' . Dunque l'introduzione di fili di derivazione fa crescere l'intensità della corrente, il che è naturale, poichè essi aumentano la conduttività del circuito.

Tra l'elettricità ed il magnetismo passano relazioni così strette, che si può riguardare l'uno come una modificazione dell'altra e viceversa. Il descrivere le azioni reciproche di questi due modi di energia eccederebbe assolutamente i confini, tra i quali è ristretta la presente *Enciclopedia*, mi sforzerò nondimeno di accennare almeno brevemente i fatti principali.

Un ago magnetico, libero di muoversi in tutti i sensi, e sottratto a qualunque altra azione, in vicinanza di una corrente elettrica, si dispone col suo asse normalmente a questa. È la grande scoperta di Oersted descritta in una sua memoria del 1820. Sia un ago di declinazione in equilibrio nel meridiano magnetico, se facciamo passare sopra di esso una corrente orizzontale diretta dal sud al nord, esso devia volgendo il suo polo nord verso occidente; se la corrente va in senso contrario, cambia il senso della deviazione dell'ago. Si faccia passare la corrente al di sotto dell'ago e parallelamente ad esso dal sud al nord, e la punta nord dell'ago camminerà verso oriente e passerà nella direzione opposta, se si fa cambiare la direzione della corrente.

Si pieghi il filo che conduce la corrente in modo che questa passi sopra l'ago dal sud al nord, e torni indietro sotto dal nord al sud; le azioni delle due porzioni di corrente si sommeranno e sarà duplicata la forza da cui il polo nord dell'ago è spinto verso occidente, e questa deviazione s'inverterà sempre quando s'inverta la direzione della corrente. Già si comprende come ripiegando ancora una volta il filo in modo che la corrente passi una seconda volta dal sud al nord sopra l'ago, la forza si triplica e si moltiplica, facendo fare al filo più giri nel medesimo senso. Si ottiene in tal modo il così detto *moltiplicatore*. In queste sperienze la deviazione non è di un angolo retto, perchè l'ago è pur sollecitato dalla coppia magnetica terrestre che interviene a modificare l'azione della coppia dovuta alla corrente.

Si comprende come dalla maggiore o minore deviazione che una corrente genera in un ago, si possa dedurre l'intensità della corrente stessa. Su tal principio sono fondati i galvanometri.

Per conoscere in ogni caso la direzione che tende a prendere un ago sotto l'azione di una corrente vicina, si fa uso della seguente regola di Ampère.

Immaginiamo un uomo coricato lungo il circuito, anzi che faccia parte di esso, in modo che la corrente entri pe'suoi piedi, ed esca dalla testa, e la sua faccia sia rivolta verso l'ago. La destra e la sinistra di un tal uomo si dicono la destra e la sinistra della corrente. Ciò premesso, sotto l'azione di una corrente, il polo nord di un ago tende sempre a portarsi alla sinistra di essa.

Quest'azione è reciproca, e come la corrente fa muovere l'ago mobile, così un polo di calamita fa muovere una corrente mobile. Si sono immaginati varii congegni per rendere mobile una parte di circuito percorsa da corrente; ne citerò uno solo, quello della pila galleg-

giante, formata, ad esempio, da due lamine di rame e di zinco fisse ad un pezzo di sughero che galleggia sull'acqua acidula. Le lamine pescano sotto in questa, ed il circuito esterno sta sopra piegato in cerchio, od in altra figura.

Basta l'azione del magnetismo terrestre per far prendere a questa corrente una direzione particolare. Essa si dispone col piano del cerchio perpendicolare al meridiano magnetico del luogo ed in modo che la corrente nella parte inferiore della circonferenza vada dall'est all'ovest. Per rendere questo effetto più sensibile, si fa fare al filo, che forma il circuito esterno, più giri in cerchio, isolati gli uni dagli altri. Ridotto il circuito in equilibrio, presentiamo ad esso dal lato nord il polo nord di una calamita un po' forte, ed il cerchio viene respinto; esso è invece attratto dal polo sud. Presentando successivamente i poli della calamita alla faccia opposta del cerchio, avvengono azioni inverse, vale a dire, il polo nord attira ed il sud respinge il cerchio. L'equilibrio stabile del circuito rispetto alla calamita ha luogo, se questa è dentro al circuito colla sua linea neutra nel piano del cerchio e col polo nord alla sinistra della corrente.

Così vediamo che una calamita agisce meccanicamente, a distanza, non solo su di un'altra calamita, ma ancora su di una corrente; ora una corrente che agisce sopra una calamita, perchè non agirà essa pure sopra un'altra corrente? Ampère ha dimostrato che tutte queste azioni reciproche hanno luogo, e che due correnti agiscono meccanicamente a distanza l'una sull'altra, attirandosi se sono parallele e dirette nel medesimo senso, e respingendosi, se sono parallele e dirette in senso contrario. Due correnti ad angolo tendono a ridursi parallele e cospiranti.

Abbiamo visto che una corrente mobile ed in cerchio prende rispetto al meridiano magnetico una direzione determinata. Se pieghiamo la corrente in forma di elice a più spire e la rendiamo mobile col suo asse girevole in un piano orizzontale, la vediamo dirigersi come un ago, coll'asse suo diretto nel piano del meridiano magnetico. Ad un tale circuito, quando abbia le spire circolari, parallele ed eguali, si dà il nome di *cilindro elettrodinamico*, o di *solenoido*, e si chiama anche solenoido comunemente il semplice circuito piegato ad elice e mobile.

Un solenoido pertanto, rispetto alla terra, si comporta come una calamita, ed ha i suoi poli nord e sud, come questa. Or bene, la sperienza ha dimostrato che i poli omonimi di una calamita e di un solenoido si respingono, ed i poli eteronimi si attraggono, e la stessa cosa fanno e nel medesimo senso i poli di due solenoidi, cosicchè, negli effetti almeno, tra un solenoido ed una calamita non si scorge differenza.

Ampère, che ha studiato a fondo queste cose e sperimentalmente e col sussidio del calcolo, è stato condotto ad un'ipotesi felice intorno alla natura del magnetismo. Egli suppone che le molecole delle calamite siano percorse ciascuna da una o più correnti elettriche rientranti. Il complesso di queste correnti, ridotte naturalmente od artificialmente ad essere dirette nel medesimo verso e giacenti in piani paralleli, produrrebbe tutti gli effetti del magnetismo, allo stesso modo che la corrente del cilindro elettrodinamico fa agire questo come una calamita. La sola differenza adunque, che vi sarebbe tra una calamita ed un solenoido, consisterebbe in ciò, che le spire del solenoido non sono separate e vengono percorse da una sola corrente, mentre le correnti molecolari della magnete sarebbero almeno tante quante le particelle, e tutte separatamente rientranti.

Il magnetismo del globo poi sarebbe generato da correnti, che, presso all'equatore nell'interno della terra, si dirigono di oriente in occidente. Veramente la presenza di correnti telluriche è constatata da molti fatti conosciuti, e quella speciale, o quelle che sono causa, anzi essenza del magnetismo terrestre, potrebbero benissimo essere di natura termica, dipendente dall'ineguale e mobile riscaldamento della zona torrida durante le 24 ore nelle varie sue parti.

Arago ed Ampère furono i primi a far conoscere la proprietà che ha la corrente di rendere calamitati i corpi magnetici. Si avviluppi a più spire intorno ad una sbarra di ferro dolce un filo di rame rivestito di seta; divenendo il filo sede di una corrente elettrica, il ferro diventa magnetizzato, ed i suoi poli nord e sud si trovano disposti allo stesso modo, in cui si troverebbero i poli di un ago mobile sotto l'influenza della corrente e situato al posto della sbarra di ferro, in altri termini il polo nord si formerà alla sinistra della corrente. Cessata la corrente, cessa il magnetismo della sbarra. Il ferro dolce così magnetizzato dicesi una *calamita temporaria*, od una *elettromagnete*.

Sostituendo al ferro dolce l'acciajo, non si sviluppa il magnetismo così energicamente, ma dura anche dopo cessata la corrente. Invertendo la corrente, s'inverte in ogni caso la polarità magnetica.

Questi fatti confermano sempre più l'ipotesi di Ampère sul magnetismo. Nel ferro dolce e nell'acciajo non magnetizzati le correnti molecolari sono dirette confusamente in tutti i sensi. La corrente, che passa per le spire del rocchetto, tende a dirigerle parallelamente a se stessa, e le dirige più facilmente ed in maggior copia nel ferro dolce, ov'esse sono più mobili, più difficilmente ed in minor copia nell'acciajo, il cui potere coercitivo consisterebbe precisamente in ciò, che le sue molecole richiederebbero uno sforzo maggiore per cambiare di direzione. Cessata la corrente, le molecole del ferro, in causa della maggior loro mobilità, perderebbero tosto l'orientamento ricevuto dalla corrente, ed il magnetismo s'vanisce, mentre nell'acciajo esso rimane.

Sul principio del magnetismo temporario del ferro dolce sono fondati molti apparecchi e molte applicazioni dell'elettricità. L'energia che si può dare al magnetismo temporario, quasi non ha limiti. Si fanno elettro-magneti capaci di portare miglaja e miglaja di chilogrammi.

L'azione inversa, la produzione cioè di una corrente con una calamita, ha pure luogo. Non succede movimento di un polo magnetico senza che ne nasca qualche corrente nei conduttori vicini; non succede in un polo cambiamento di energia magnetica, che non produca lo stesso effetto. Ogni modificazione in un campo magnetico, qualunque ne sia la causa, produce delle correnti nei corpi conduttori che sono in esso. Lo stesso effetto deve necessariamente prodursi per qualunque modificazione di un campo elettrico; per conseguenza si possono generare *correnti* per azione a distanza o, come dicono, *d'induzione* sia con azione elettrica, sia con azione magnetica.

Ecco come possono ottenersi le *correnti d'induzione elettrodinamica*. Abbiasi un lungo filo conduttore piegato a spirale piana, ed anche avviluppato su di un rocchetto a corto asse, formante un circuito completo, di cui faccia parte un galvanometro, ed un secondo circuito simile al primo percorso da una corrente. Avvicinando rapidamente e coi piani delle spire paralleli i due circuiti uno all'altro, il galvanometro indica una corrente quasi istantanea nel circuito, di cui esso fa parte. Allontanando l'uno dall'altro i due circuiti, il gal-

vanometro indica una corrente in senso contrario a quella di prima. Quello della pila dicesi *circuito inducente*, ed *inducente* dicesi pure la corrente di esso; nell'altro, che dicesi *circuito indotto*, nasce la *corrente indotta*.

La corrente indotta dura tanto quanto il moto di avvicinamento o quello di allontanamento dei due circuiti; nel riposo loro relativo, per quanto intensa sia la corrente inducente, non nasce induzione.

La corrente che nasce durante l'avvicinamento, ha la direzione contraria a quella della corrente inducente, e dicesi *corrente d'induzione inversa*, l'altra, che corrisponde all'allontanamento, dicesi *diretta*, ed ha la stessa direzione che la corrente inducente.

Senza movimento relativo dei due circuiti, possiamo ottenere una modificazione del campo elettrico e correnti d'induzione, facendo variare l'intensità della corrente inducente. Così poniamo in vicinanza i due circuiti colle spire parallele: al momento in cui nasce la corrente nel circuito inducente, si mostra la corrente indotta inversa nell'altro circuito, e la corrente diretta al cessare della corrente inducente. Facendo crescere e decrescere in modo continuo quest'ultima, si ottiene la corrente indotta inversa, che dura quanto l'aumento, e la corrente indotta diretta, che dura quanto la diminuzione della corrente inducente.

Questi fenomeni si verificano sui fili telegrafici multipli e sempre quando due o più circuiti si trovano vicini per un tratto di considerevole lunghezza; l'ingresso e la cessazione della corrente in uno di essi viene accusato da correnti indotte negli altri.

Il rocchetto di Ruhmkorff è fondato su questo principio delle correnti indotte da altre correnti. In esso il filo indotto è sottile e lunghissimo, l'inducente grosso, e sono tutti e due avviluppati su di un rocchetto coll'asse formato di un fascio di fili di ferro dolce. Quando è ben fatto, questo rocchetto produce effetti veramente meravigliosi e straordinari.

Le correnti d'induzione magnetica si ottengono pure facilmente, anzi ammettendo la teoria di Ampère del magnetismo, si può predire l'azione di un polo ed il senso della corrente indotta nei vari casi. Infatti, in una calamita coll'asse orizzontale e nel piano del meridiano magnetico, coi poli diretti come quelli dell'ago di declinazione in equilibrio, le correnti di Ampère sono in piani normali all'asse e nella parte inferiore sono dirette da oriente in occidente, e per soprappiù la calamita agisce come un solenoide, quindi, dietro quanto precede, ognuno può predire l'azione elettrica di un polo sopra un circuito indotto. Ecco come si possono studiare queste correnti. Abbiamo un filo conduttore, vestito di seta, avviluppato su di un rocchetto cavo, e formante circuito completo con un galvanometro. Avviciniamo rapidamente ad una estremità del rocchetto un polo di calamita avente l'asse sul prolungamento di quello del rocchetto stesso. Nascerà nel filo indotto una corrente inversa a quella del solenoide che potrebbe rappresentare la calamita. Introduciamo nel rocchetto il polo, e la corrente indotta mostrerà la sua presenza sull'ago del galvanometro. Estrahendo od allontanando il polo rapidamente dal rocchetto, nascerà nel filo la corrente diretta. Cessato il movimento relativo del rocchetto e del polo, cessa ogni corrente, e scambiando il polo, cioè adoperando il polo sud, se prima si sperimentò col polo nord, o viceversa, si ottengono correnti indotte contrarie alle precedenti, ma sempre colla stessa legge in relazione alle correnti amperiane che si presentano col nuovo polo.

Se nel rocchetto mettiamo un cilindro di ferro dolce ed avviciniamo un polo, oppure una corrente inducente, la corrente indotta diviene più intensa in causa del magnetismo che si desta nel ferro dolce, il quale agisce come un solenoide cospirante col polo o col circuito inducente.

La terra, come calamita, produce pure correnti d'induzione, che dicono *magneto-tellurica*, sui conduttori che si muovono nel suo campo magnetico.

Le correnti d'induzione sono state scoperte da Faraday.

Per conoscere in ogni caso la direzione delle correnti indotte che nascono da un movimento relativo di due circuiti o di un circuito e di un polo di calamita, si applica la *legge di Lenz*, che può enunciarsi in questo modo: *qualunque movimento relativo di un circuito chiuso e di una corrente, o di un polo, sviluppa una corrente indotta diretta in modo che tende ad opporsi al movimento che si fa*. L'aumento d'intensità della corrente o del magnetismo inducente corrisponde ad un avvicinamento dei due corpi, e la diminuzione d'intensità ad un allontanamento. Così ad esempio, sapendo che le correnti contrarie si respingono, concluderemo tosto, applicando la legge di Lenz, che la direzione della corrente indotta dall'avvicinamento di un'altra corrente è inversa di questa, poichè essa deve opporsi all'avvicinamento e respingere in conseguenza la corrente inducente.

Un numero sterminato di macchine e di applicazioni è fondato sulle correnti indotte. Citerò soltanto la macchina di Clarke, ed in genere le macchine magneto-elettriche e dinamo-elettriche, delle quali l'anello di Pacinotti è il tipo primitivo. Di esse parlasi in altri articoli dell'*Enciclopedia*.

17. — MISURE ELETTRICHE.

Il confronto delle grandezze elettriche e magnetiche si faceva in modi affatto arbitrarii; Gauss e Weber furono i primi ad introdurre nella scienza l'uso di misure assolute. Le grandi applicazioni delle forze elettriche e magnetiche all'industria ed al commercio fecero sentire la necessità di tali misure, e finirono per occuparsene anche i grandi corpi scientifici. L'Associazione Britannica nel 1861 ordinò un sistema di misure magnetiche ed elettriche assolute e pratiche, il quale venne poi con poche modificazioni confermato dal Congresso internazionale tenuto a Parigi nel 1881 nell'occasione dell'esposizione di elettricità che vi ebbe luogo. Io farò conoscere quest'ultimo sistema, indicherò le sue differenze con quello dell'Associazione Britannica e spiegherò anche il modo di conversione delle unità di Gauss e Weber in quelle del sistema ora adottato.

Le grandezze, di cui dobbiamo stabilire in modo invariabile le unità, sono di quattro specie:

Meccaniche fondamentali	}	Lunghezza,
		Massa,
		Tempo.
Meccaniche derivate	}	Velocità,
		Forza acceleratrice, o accelerazione,
		Forza motrice o semplicemente forza,
		Lavoro.
Elettriche	}	Quantità di elettricità,
		Forza elettromotrice,
		Resistenza dei conduttori,
		Intensità della corrente, Capacità.

Magnetiche } Quantità di magnetismo,
Momento di una calamita,
Intensità del campo magnetico.

Le grandezze elettriche e magnetiche hanno, per la loro stessa definizione, tali rapporti, che determinata una di esse, si deducono tutte le altre.

Così se noi determiniamo l'unità di quantità elettrica dietro la legge di Coulomb, che dice che l'azione reciproca di due masse o centri elettrici q, q' alla distanza d vale $\frac{qq'}{d^2}$ (V. il num. 15, paragrafo B, pag. 632), e prendiamo per unità di quantità elettrica quella che, alla distanza uno, respinge con forza uno un'altra quantità eguale di elettricità, avremo la base di un sistema di misure, nel quale le unità di tutte le altre grandezze elettriche e magnetiche sono determinate. È questo il sistema che chiamano *elettrostatico*.

Se invece partiamo dalla misura dell'azione reciproca di due poli magnetici d'intensità q e q' alla distanza d , la quale azione è espressa da $\frac{qq'}{d^2}$ (V. il num. 14, paragrafo B, pag. 628), e prendiamo per unità di quantità magnetica quella che, alla distanza uno, respinge con forza uno un'altra quantità eguale, avremo una nuova base di misure, che formano il sistema *elettromagnetico*.

Oltre a questi si potrebbe ancora adoperare il sistema *elettrodinamico*, nel quale l'unità d'intensità di una corrente è definita dietro una formola di Ampère, che non è spiegata nel presente articolo; la definizione però può darsi elementarmente così: l'unità d'intensità è quella di una corrente di lunghezza uno, la quale attira, o respinge con forza uno un'altra corrente di eguale intensità, di egual lunghezza, parallela alla prima, distante da essa dell'unità di lunghezza, essendo tutte e due perpendicolari alla linea che unisce i loro punti di mezzo. Ma questo sistema è poco adoperato, è, in generale, meno comodo che gli altri due, e per di più, quando si conoscano i valori numerici delle varie grandezze negli altri due sistemi, possiamo facilmente ridurli al valore corrispondente nel sistema elettrodinamico, e viceversa, colla semplice moltiplicazione o divisione per un fattore costante. Così ad esempio, l'unità elettrodinamica di corrente vale l'unità elettromagnetica divisa per $\sqrt{2}$, e per conseguenza un numero qualunque di unità elettromagnetiche di corrente si ridurrà nel numero corrispondente di unità elettrodinamiche moltiplicandolo per $\sqrt{2}$, e viceversa se dividiamo per $\sqrt{2}$ un numero di unità elettrodinamiche di corrente, le riduciamo in unità elettromagnetiche.

Le unità meccaniche fondamentali sono il centimetro, la massa del grammo ed il minuto secondo di tempo medio; esse sono una lunghezza, una massa ed un tempo, e le rappresenterò colle lettere rispettive L, M, T. Le unità che ne derivano costituiscono il sistema assoluto propriamente detto, che si designa col simbolo C. G. S. (centimetro, grammo, secondo).

Le unità meccaniche derivate sono la velocità, l'accelerazione, la forza ed il lavoro. La velocità nel moto uniforme è lo spazio percorso dal mobile nell'unità di tempo, ed in generale è il rapporto dello spazio al tempo; essa è dunque il quoziente di una lunghezza divisa per un tempo; le sue dimensioni sono $\frac{L}{T}$, ossia LT^{-1} .

L'accelerazione è il rapporto dell'incremento della velocità all'incremento corrispondente del tempo; essa è dunque il quoziente di una velocità per un tempo, e per conseguenza le sue dimensioni sono LT^{-2} .

La forza è il prodotto di una massa per un'accelerazione, e le sue dimensioni sono LMT^{-2} .

L'unità di forza è la forza che nell'unità di tempo comunica all'unità di massa un'accelerazione eguale all'unità.

Il lavoro è il prodotto di una forza per una lunghezza; le sue dimensioni sono L^2MT^{-2} .

L'unità di lavoro è il lavoro prodotto dall'unità di forza che si move lavorando per un'unità di lunghezza nella sua propria direzione.

L'unità comune di lavoro è il chilogrammetro, ma per le misure elettriche, nelle quali si prendono per unità la massa del grammo ed il centimetro, l'unità di lavoro è differente; il rapporto di queste due unità trovasi qui sotto.

Quanto all'unità di forza, noi possiamo trovarne il valore in confronto del noto valore della gravità g con un semplice ragionamento. Dalla nota formola $p = mg$, la quale dice che il peso p vale il prodotto della massa per la gravità, ossia per l'accelerazione, fatto $m = 1$, risulta $p = g$, il che vuol dire che se prendesi l'unità di peso per unità di forza, la forza acceleratrice vale g unità di peso, e l'unità di massa è quella che pesa g unità di peso; ma se prendiamo per unità di massa quella dell'unità di peso, fatto $p = m = 1$, la formola dà $1 = g$ unità di forza, il che vuol dire che l'unità di forza è $\frac{1}{g}$ dell'unità di peso.

Dunque l'unità di forza prescelta vale la *gesima* parte dell'unità di peso, ossia $\frac{1}{g}$ del grammo. La forza pertanto del grammo vale g delle nostre unità di forza, e la forza del chilogrammo $1000g$.

Possiamo arrivare allo stesso risultato in altro modo: la forza g comunica in un secondo la velocità $g = 9^{m}81 = 981^{cm}$ al peso di g chilogrammi; dunque la forza di un chilogrammo comunica nello stesso tempo la velocità g ad un chilogrammo, e la forza di un grammo, che è la millesima parte della precedente, comunica la stessa velocità g ad un grammo, perchè a pari velocità le forze sono come le masse; per conseguenza $\frac{1}{g}$, ossia $\frac{1}{981}$ della forza di un grammo comunica alla massa del grammo la velocità di un centimetro. Concludiamo che l'unità di forza da noi prescelta vale la *gesima* parte di un grammo, esprimendo g in centimetri.

La forza di un chilogrammo varrà dunque $1000g$ di queste unità e moltiplicandola per un metro, ossia per cento centimetri, otterremo il chilogrammetro $100000g = 10^5g$ espresso nelle nuove unità, sempre essendo $g = 981$. Ponendo per questo numero 1000, il chilogrammetro espresso nelle nuove unità varrà prossimamente 10^3 , ed esattamente $10^3 \times g$, essendo qui g espresso in metri, ed eguale a 981 .

L'unità di forza così definita si rappresenta qualche volta col nome di *dina*.

Unità elettriche assolute. — L'unità di quantità d'elettricità nel sistema elettrostatico è quella che esercita l'unità di forza sopra una quantità eguale a se stessa alla distanza di un centimetro. Essa nasce dalla formola $f = \frac{qq'}{d^2}$, facendo $q = q' = d = 1$. Per $q' = q$ questa formola dà $q = d\sqrt{f}$, d'onde si ricava che le dimensioni della grandezza q sono $L^{\frac{3}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$.

La stessa unità nel sistema elettromagnetico è la quantità d'elettricità che passa nell'unità di tempo a traverso

ad una sezione qualunque del circuito percorso dall'unità di corrente. Le dimensioni sono $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$.

L'unità di forza elettromotrice, o di differenza di potenziale nel sistema elettrostatico, esiste fra due punti quando l'unità di lavoro è prodotta da un'unità di elettricità nel suo movimento dall'uno all'altro di quei due punti contro la ripulsione elettrica del campo. Le dimensioni della forza elettromotrice sono $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$.

La stessa unità, nel sistema elettromagnetico, è la forza elettromotrice dalla quale è generata l'unità di corrente in un circuito di un'unità di resistenza. Le dimensioni di essa sono $L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$.

L'unità di resistenza fra due punti di un conduttore, nel sistema elettrostatico, è la resistenza che non lascia passare dall'uno all'altro che un'unità di elettricità al secondo, quando l'unità di differenza di potenziale è mantenuta fra di essi. Le dimensioni della resistenza sono $L^{-1} T$.

La stessa unità, nel sistema elettromagnetico, soddisfa alla condizione che l'unità di corrente in un conduttore di un'unità di resistenza produce un effetto equivalente all'unità di lavoro per secondo. Deducesi questa definizione dalla legge di Joule sopra spiegata. Le dimensioni sono LT^{-1} .

L'unità di intensità della corrente, nel sistema elettrostatico, è la quantità di elettricità che passa in un secondo a traverso di una sezione di un circuito di resistenza eguale all'unità e colla differenza di potenziale pure eguale all'unità. Le dimensioni dell'intensità sono $L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$.

La stessa unità, nel sistema elettromagnetico, è tale che ogni centimetro di lunghezza di corrente agisce coll'unità di forza sopra un polo unità ad una distanza di un centimetro da tutte le parti della corrente. Per ottenere quest'effetto il filo dev'essere piegato in arco di circolo, nel cui centro è sospeso il polo magnetico libero. Le sue dimensioni sono $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$.

La capacità, sia nell'uno che nell'altro sistema, è il rapporto di una quantità di elettricità ad una differenza di potenziale, e vale uno quando i due termini del rapporto sono eguali all'unità. Le dimensioni della capacità nel sistema elettrostatico sono L , e nel sistema elettromagnetico $L^{-1} T^2$.

Unità magnetiche assolute. — L'unità di quantità di magnetismo, ossia il polo unità è quello che all'unità di distanza respinge coll'unità di forza un altro polo eguale. Le dimensioni dell'intensità magnetica nel sistema elettrostatico sono $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$ e nell'altro sistema $L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$.

Il momento unità di una calamita è quello ch'essa risente in un campo dell'unità d'intensità, essendo il suo asse normale alle linee di forza. Le dimensioni del momento nel sistema elettrostatico sono $L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}}$ e nel sistema elettromagnetico $L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$.

La forza magnetica o l'intensità del campo è la forza

che agisce sull'unità di massa magnetica. Le sue dimensioni nel sistema elettrostatico sono $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$, e nel sistema elettromagnetico $L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$.

Se chiamiamo q, e, r, i, c , i numeri esprimenti rispettivamente la quantità d'elettricità, la forza elettromotrice, la resistenza, l'intensità e la capacità, nel sistema elettrostatico, relativamente ad una corrente, e colle maiuscole Q, E, R, I, C le stesse grandezze nel sistema elettromagnetico, ricordando la legge di Joule (n. 16) relativa al lavoro di una corrente, e considerando che una stessa corrente nell'unità di tempo fa un lavoro che non cambia col cambiare delle unità colle quali lo misuriamo, esprimendo nei due sistemi quel lavoro, ricaviamo

$$i^2 r = I^2 R, \quad e i = E I, \quad e q = E Q, \quad e^2 c = E^2 C,$$

$$\text{d'onde} \quad \sqrt{\frac{R}{r}} = \frac{i}{I} = \frac{E}{e} = \frac{q}{Q} = \sqrt{\frac{c}{C}} = v,$$

chiamando v la costante che rappresenta il valore dei rapporti scritti. La speranza dà pel rapporto v un numero grandissimo e che deve scostarsi di poco dal valore della velocità della luce, che, espressa in centimetri, è 30 000 000 000 = 3×10^{10} . Veramente questo rapporto esprime una velocità, perchè sottraendo le dimensioni sopra date del denominatore di uno qualunque dei rapporti scritti da quelle del numeratore corrispondente, trovasi per le dimensioni del quoziente $L T^{-1} = \frac{L}{T}$ una velocità.

Le unità del sistema elettrostatico sono comode per i calcoli e le misure di elettricità statica, non per il magnetismo e l'elettricità dinamica, per quali si adoperano quasi esclusivamente le unità del sistema elettromagnetico.

Unità adottate in pratica. — Le grandezze delle unità assolute sopra definite non sono in proporzione delle quantità che occorre più frequentemente di misurare nella pratica. Quindi si scelsero per l'uso comune nuove unità, che sono multipli o sottomultipli noti delle precedenti, e che diconsi unità derivate dalle assolute. Ciò non porta nelle applicazioni maggior complicazione di quella che s'incontra misurando a chilometri le grandi distanze e a metri o millimetri le piccole. Ecco le nuove unità ed i nomi relativi stabiliti nel Congresso di Parigi.

L'unità di resistenza è uguale a 10^9 unità assolute C. G. S., e chiamasi *Ohm*. È questa una resistenza eguale a quella che presenta alla corrente una colonna di mercurio di un millimetro quadrato di sezione e della lunghezza di 104 a 105 centimetri. Un Comitato internazionale è incaricato di determinare col mezzo di nuove sperienze colla massima precisione questa lunghezza, che servirà di tipo per tutte le applicazioni.

L'unità di forza elettromotrice vale 10^8 unità assolute e prende il nome di *Volt*. È un po' meno della forza elettromotrice di una coppia Daniell.

L'unità dell'intensità della corrente, o come dicono anche, l'unità di corrente, è quella che è generata dalla forza elettromotrice di un Volt in un circuito che abbia la resistenza di un Ohm. Essa dicesi *Ampère*, e vale $10^{-1} = \frac{10^8}{10^9}$ unità assolute.

Chiamano *Coulomb* la quantità di elettricità che in un secondo attraversa la sezione di un conduttore percorso da una corrente di un ampère; essa vale 10^{-1} unità assolute.

Chiamano poi *Farad* la capacità d'un condensatore, le cui armature prendono una differenza di potenziale di un

volt quando la carica è di un coulomb. Il farad vale 10^{-9} unità C. G. S., o assolute.

Col prefisso *mega*, o *micro* ai nomi precedenti si indicano nuove unità che sono un milione di volte più grandi o più piccole delle precedenti. Così un *megohm* vale un milione di ohm, un *microhm* un milionesimo di ohm, un *microfarad* un milionesimo di farad, ecc. Il microfarad è anzi l'unità più comune per la misura delle capacità, essendo l'unità farad troppo grande per le misure che occorrono più frequentemente.

Essendo di e volt la forza elettromotrice che genera la corrente di i ampère in un circuito di r ohm di resistenza, il lavoro $ei = i^2 r$ fatto nell'unità di tempo (secondo la legge di Joule) si riduce in chilogrammetri semplicemente col dividerlo pel valore della gravità g espressa in metri, ossia per 981. Infatti e unità volt valgono $10^9 e$ unità C. G. S., ed i unità ampère valgono $10^{-7} i$ unità C. G. S.; quindi ei delle prime valgono $10^2 ei$ delle seconde. Ma abbiamo trovato che un chilogrammetro in unità assolute vale $10^7 g$, dunque la quantità $10^7 ei$ varrà tanti chilogrammetri, quante volte essa contiene $10^7 g$, vale a dire ne varrà $\frac{ei}{g}$.

L'unità di corrente, nel sistema di Weber e Gauss, era da molti già chiamata *Weber* e le resistenze si misuravano spesso nell'unità *Siemens*, equivalente alla resistenza di una colonna di mercurio lunga un metro e della sezione di un millimetro quadrato; essa vale presso a poco 0.953 ohm.

Le dimensioni, sopra date, delle varie grandezze servono a trovare il rapporto delle unità assolute di due sistemi, nei quali i valori delle unità meccaniche fondamentali sono differenti. Così se invece di prendere per unità il centimetro, la massa del grammo ed il secondo, si prendesse un numero l di centimetri, m della detta massa e t di secondi, le unità assolute varierebbero nella ragione dell'unità al prodotto delle potenze di l , m e t indicate dalle rispettive dimensioni. Così stando al solo sistema elettromagnetico, l'unità di quantità elettrica starebbe alla nuova come l a \sqrt{lm} , poichè le dimensioni

della quantità elettrica sono $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$; l'unità di forza elettromotrice starebbe alla nuova, come l a $\frac{\sqrt{lm}}{t^2}$; ecc.

In questo modo si troverebbe, che fatto $l=10^7$, $m=10^{-11}$ e $t=1$, il sistema assoluto C. G. S. si cambierebbe in un altro sistema assoluto, in cui le unità sarebbero quelle stesse pratiche ora definite.

Con questi principi sarà facile l'intelligenza della seguente tavola dei rapporti delle unità fino ad ora usate.

Unità fondamentali	Unità pratiche	Unità C. G. S.	Unità di Gauss e Weber
Lunghezza	10^7 metri	Centimetro	Millimetro
Massa	10^{-11} gr.	Grammo	Milligrammo
Tempo	Secondo	Secondo	Secondo
Resistenza	Ohm	10^9	10^{10}
Forza elettromotr.	Volt	10^8	10^{11}
Corrente	Ampère	10^{-1}	10
Quantità	Coulomb	10^{-1}	10
Capacità	Farad	10^{-9}	10^{-10}

Prof. GIOVANNI LUVINI.

FIUMI E TORRENTI — Franc. *Fleuves et torrents*.
Ingl. *Rivers and Stroms*. Ted. *Flüsse und Regenbäche*. Spagn. *Rio y torrente*.

CAPO I. — COGNIZIONI GENERALI SUI CORSI D'ACQUA.

I. — Definizioni e classificazioni.

Le acque correnti che si formano in rivoli, torrenti e fiumi sono l'origine di vantaggi considerevoli, sia come mezzo di comunicazione e di trasporto, cui servono i fiumi navigabili; sia come potenza motrice, allorchè adatti a fornire il movimento negli opifici industriali; sia come elemento di produzione, quando apportano alle vallate ed alle pianure i benefici dell'agricoltura. Pertanto i corsi d'acqua in generale possono essere oggetto di dritti diversi che sono determinati dalle leggi e dalla giurisprudenza. Sulle relative disposizioni diremo in apposito articolo, annunciando solamente ora, che la diversità dei dritti e degli obblighi di cui i corsi d'acqua possono essere l'oggetto, rispetto allo Stato, o agli enti morali dipendenti, o ai privati, riposa principalmente sulla distinzione fra i corsi d'acque *navigabili*, o atti al trasporto in generale, e quelli a ciò disadatti.

In quanto alla classificazione fisica, i corsi d'acqua più discreti pel volume d'acqua che raccolgono prendono il nome di *rivoli* o *ruscelli*, se conducono acque chiare e perenni provenienti da vene di sorgenti: se animati solo da acque piovane, per cui restano secchi nelle stagioni non piovose, non sono che *torrentelli*. I corsi d'acqua che di *torrenti* prendono il nome sono ritenuti nel linguaggio ordinario per corsi impetuosi, che hanno pendenza risentita, che vanno soggetti a grandi piene e restano a secco durante parte dell'anno. Stando esclusivamente alla radice della parola, *torrente* vuol dire quel corso d'acqua il cui alveo resta alternatamente asciutto: epperò la seguente definizione è genericamente la più accettabile. *Torrente* si è quel fiume che *subitamente ed impetuosamente cresce, manca e scema, perocchè non viene da vene d'acqua viva, ma da acqua piovana*. Ma sotto l'aspetto tecnico, possono meglio dirsi torrenti quei corsi d'acqua che corrono in vallate corte, girando a' piè dei contrafforti montuosi, o insenati nei loro fianchi, soggetti a piene subitanee e brevi, che scavano a monte e depositano al termine della gola, divagando fra le proprie alluvioni: il loro pendio è molto pronunziato.

Ogni altro corso d'acqua di andamento prolungato, che abbia anche un certo volume d'acqua perenne, e che abbia evidenti i fenomeni torrenziali, dicesi *fiume-torrentizio*.

Fiume, è dai geografi definito quel corso d'acqua che scorre nel proprio letto dalle sorgenti al mare; e chiamano col nome francese *rivière* quello che si getta in altro corso d'acqua maggiore. Ma il linguaggio ordinario ed il buon senso rifiutano il nome di fiume a ogni corso d'acqua poco considerevole anche se si getti direttamente nel mare; per cui la denominazione va meglio applicata tenendo conto della sua natura: di maniera che alla parola generica di *fiume*, che indica sempre un corso d'acqua perenne (sebbene a portata variabile fra limiti estesissimi), va aggiunta una specificazione relativa ai fenomeni più spiccati che lungo il corso o nella corrente si verificano, o anche rispetto alle prerogative che gli sono connesse.

Così abbiám notato che rispetto ai dritti ed agli obblighi dello Stato vengono i fiumi distinti in *navigabili* e *non navigabili*: in *fiume-torrente*, se i fenomeni torrenziali vi sono pronunziati: in fiume *ghiaioso* se il letto corra in *ghiaja*: in fiume *tributario* quando si

perda in altro corso d'acqua che dicesi *ricevente*: fiume *perenne* poi è quello dotato sempre di un'abbondante portata, e fiume *reale* quello navigabile fino al mare.

Sono in sostanza variabili fra limiti estesissimi i fenomeni che accompagnano un corso d'acqua prolungato per causa delle origini diverse dell'alimento suo diretto, di quello dei suoi tributari, e della natura dei medesimi.

II. — Alimento dei corsi d'acqua.

Le piogge che provengono dalla precipitazione dei vapori trasportati dai venti costituiscono l'alimento dei corsi d'acqua, sia che vi affluiscano dalla superficie del terreno o che ne scaturiscano di poi in forma di sorgenti, e sia che cadano in forma di neve, il che non muta le due condizioni precedenti. Le piogge sono tanto più copiose per quanto più elevata è la temperatura dell'aria, le cui correnti attraversino per lungo tratto i mari, e quanto più bassa sarà quella della regione cui sono diretti i venti impregnati di vapori, ove è maggiore l'azione refrigerante che li fa precipitare anche in forma di neve. Ne consegue che sono più ricchi d'acqua quei fiumi che hanno origine da regioni fredde ed elevate.

Ma le acque di pioggia e le nevi, dopo giunte alla superficie del terreno, in parte si disperdono per evaporazione, in parte corrono direttamente ai compluvii, ed in parte penetrano nel suolo ad alimento delle sorgenti le quali non sempre e non tutte raggiungono il fiume. La loro copia dipende principalmente dal grado di permeabilità del terreno.

In Italia il versante meridionale delle Alpi è più copioso di sorgenti che non l'Appennino; il che dipende dal comprendere quello maggiore estensione di terreni permeabili; sebbene dipenda ancora dalla maggior copia delle nevi che, liquefacendosi lentamente, porgono più abbondante alimento alle sorgenti; ed in particolare dall'esistenza dei ghiacciai, che a mezzo dei loro strati inferiori prolungano tale alimento anche durante i geli dell'inverno. A questa regola fa eccezione nell'Appennino il bacino del Tevere, abundantissimo di sorgenti in qualsiasi stagione.

Oltre alla permeabilità influisce la stratificazione del sottosuolo ed il pendio. Nella pianura sub-alpina dell'Alta Italia vi è una zona di ricche sorgenti ove segue il passaggio dei terreni diluviali non stratificati, forniti di notevole pendenza, a quelli di minor declivio stratificati: nella pianura sub-appennina la copia delle sorgenti trovasi all'unglia dei conoidi dei fiumi torrentizii che ne discendono, ove pure avviene un rapido cambiamento di pendenza.

Le acque superficiali si raccolgono nei compluvii delle regioni montuose formanti bacini alimentari, costituiscono i torrenti che vanno ad accrescere la portata dei fiumi; le acque assorbite dal terreno si raccolgono in bacini sotterranei, e non sempre sorgono nel corso d'acqua prossimo al luogo ove cadono, ma invece alimentano laghi e sorgenti e ruscelli lontani dal luogo stesso, cioè vanno a formare la ricchezza di altre valli. Le nevi ammassate sui monti arricchiscono le sorgenti, ed in alcuni stati di fusione scorrono anche direttamente nei medesimi alvei delle acque meteoriche.

Molti fiumi sono alimentati dai laghi come estuarii loro; epperò invece di prendere origine da un esteso bacino che abbraccia varii compluvii, giacciono per qualche tratto negli altipiani prossimi ai margini dei laghi. Così la Brenta che nasce dai laghi Caldonazzo e Levico, l'Adige dal lago di Garda, il Ticino dal lago Maggiore, l'Adda dal lago di Como, e l'Inn, il principale affluente del Danubio, dal lago *Sitz*.

III. — Natura e caratteri dei torrenti e dei fiumi. Loro classificazione.

La diversa provenienza delle acque che costituiscono l'alimento dei torrenti e dei fiumi, unitamente alla natura del suolo, cioè alle sue proprietà geognostiche, alla orografia ed alla topografia del bacino o territorio in cui i corsi d'acqua si svolgono danno loro caratteri svariati, poichè dall'uno all'altro varia la costituzione fisica del bacino e dell'alveo, e lo stato delle acque è diverso da una stagione all'altra e da un tempo all'altro della stessa stagione.

a) I *torrenti* sono quei corsi di acqua intermittenti alimentati quasi esclusivamente dalle piogge, e che perciò sono soggetti a rimanere asciutti durante periodi di tempo più o meno lunghi: hanno sempre declivio sensibile, ed in generale vi ha luogo il movimento di materie di varia natura e grandezza. Partono dalle regioni montuose e sono incassati nei fianchi dei versanti, — il più delle volte sono tributari di altri torrenti maggiori o dei fiumi, — ve n'ha di quelli che si scaricano direttamente in mare dopo non lungo percorso.

Tre cause distinte concorrono alla esistenza dei torrenti. La causa *geologica*, risultante dalla natura del suolo che si presta più o meno ad essere escavato e corrosivo o a scoscendere: — la causa *meteorica* ossia le azioni atmosferiche: cioè la diversa temperatura, l'umidità, la siccità e le piogge, dalle quali azioni nasce la disgregazione dei materiali, e la grande massa delle acque riunite che tende a rodere e a trascinare: — la causa *topografica*, ossia la forma delle valli e dei compluvii che riuniscono le acque.

Quest'ultima causa però può essere una risultante delle altre due, come l'effetto del loro antico e continuato concorso; per cui presidono sopra ogni altra circostanza la natura del *suolo* e quella del *clima* alla formazione dei torrenti. Infatti, in regioni egualmente elevate ed esposte non tutti i torrenti presentano le stesse condizioni; sicchè queste dipendono dalla diversa consistenza del suolo che può risentire in maniera più o meno pronta e disastrosa gli effetti delle acque: e per l'opposto quando la resistenza del suolo fosse identica, i diversi fenomeni debbono provenire da differenza di clima, ed ognuno vede quale possa essere l'influenza del cadere delle piogge in forma d'uragani abbondanti e violenti, il liquefarsi delle nevi, poi subitanei abbassamenti di temperatura o per prolungata azione di venti meridionali.

Così, ad esempio, il versante italiano delle Alpi svizzere è solcato da rovinosi torrenti, mentre sul versante opposto corrono le acque con pari pendio senza fare danno; il che dipende certamente dalla diversa resistenza del suolo: — esistono montagne elevate e nude dalle quali non si distaccano materiali, epperò i torrenti non ne trascinano, come quelli delle Alpi francesi nel versante italiano, come in alcune regioni dei Pirenei, della Corsica e del Jura.

La vegetazione in generale e quella legnosa in ispecie consolidano il terreno; gli danno quella resistenza che naturalmente non avrebbe, lo rendono inattaccabile dalle acque; epperò la conservazione delle foreste garantisce il suolo e quindi impedisce alle azioni meteoriche di rodere e trascinare i materiali. Invece dove esistono pendici di recente disboscate, queste vedonsi solcate da numerosi torrenti incipienti o già escavati; per cui devesi ritenere che la distruzione di una foresta lascia il campo alle acque di scorrere, riunirsi prontamente e solcare, creando torrenti nuovi, o in taluni casi ravvivando torrenti già repressi ed ammorzati.

Cosicchè il *disboscamento* ed il *dissodamento* del suolo formano la causa secondaria, ma immediata alle due prime, nella esistenza dei rovinosi torrenti.

Le acque si raccolgono nelle inflessioni e negli impluvii, rodono, quando il terreno vi si presta, e travolgendo in esse materiali d'ogni natura; e questi possono cadere anche dai fianchi scoscesi ed escavati al piede, quando la naturale stratificazione geologica non regge all'abbassarsi del letto del torrente. Allorchè la pendenza non è più proporzionata al pronto movimento di quella massa; quando dalla gola stretta ed incassata il torrente invade la valle, ossia il campo posto a piè del monte, ne conseguono quivi i malefici effetti di inondazioni e depositi di materiali, che con diverse forme producono gravi danni sui campi e nei fiumi ricevitori.

I torrenti sviluppano grande energia allorchè abbondanti e ripetute sono le loro piene, quando voluminoso è il trasporto dei materiali, e che più recenti e freschi sono gli scoscedimenti dei burroni e dei fianchi dell'alveo; dalle quali cose nascono pronunziate variabilità di letto.

In alcuni però l'energia è moderata perchè moderati sono quei fattori; ed altri infine corrono quasi placidi ed innocui, pur conservando taluni caratteri torrenziali. In questi il trasporto dei materiali è minimo, il letto è stabile e non straripano, fanno molto rumore ma poco male: — di tal natura ve n'ha molti nelle catene dei Vosgi e dei Pirenei.

Come tutti i corsi d'acqua così i torrenti tendono senza posa alla stabilità, ossia ad un regime permanente: — il loro lavoro energico, gli accumulamenti dei materiali, gli approfondamenti o escavazioni, e le continue variazioni di letto non danno che il tempo necessario a che la forza della corrente sia equilibrata dalla tenacità del suolo e dalla forma dello stesso, quando non siano anche presenti altre cause esterne perturbatrici. Seguendo questi criterii rispetto all'attività torrenziale, allo stato delle gole, delle pendenze dell'alveo e dei materiali in moto, il Surell (1) classifica i torrenti nei seguenti gruppi: 1° Quelli di origine recente, ossia in piena attività; nei quali è viva la tendenza a corrodere e ad escavare, il che rende incerto il profilo del letto; 2° Di origine antica quelli più facili a regolare, nei quali il letto ha preso la pendenza più confacente, ma il cui alveo non è peranche fissato, perchè tuttavia vagante; 3° Quelli che dice *estinti* ossia ammorzati, perchè depresso il loro impeto, la loro attività e variabilità: sono quelli che naturalmente hanno raggiunto il reggimento stabile per lo svolgersi e per l'esaurirsi spontaneo delle cause concorrenti allo svolgimento dei fenomeni torrenziali.

b) I *fiumi torrenziali* sono quei corsi d'acqua che quantunque ricevano numerosi tributari, e vadano soggetti a piene considerevoli, pure in alcuni periodi dell'anno si riducono a magre pronunziate; hanno pendenze meno sensibili dei torrenti e maggiore sviluppo; lung'hessi ha luogo il trasporto di materiali dalla mezzana grandezza in giù; i loro affluenti sono dei torrenti.

c) I *fiumi* propriamente detti convogliano sempre un corpo d'acqua di qualche importanza; hanno quindi per provvida legge di natura pendio molto mite. S'avvicinano ai fiumi torrenziali quelli che ne hanno taluni caratteri, cioè grandi e subitane variazioni di portata, trasporto di materiali, instabilità del letto, e in generale quelli che non sono navigabili in alcun loro tratto.

Diconsi *perenni* quei fiumi nei quali in tutto l'anno scorre un considerevole corpo d'acqua, alimentato da circostanze ed origini diverse fra quelle suddette; ma tutte concorrenti a mantenere il volume d'acqua che afferma il carattere di perennità: sono talune volte navigabili.

Chiamansi poi fiumi *lacuali* quelli che hanno origine dai laghi o paludi, giacciono per un breve tratto in pianura o in altopiano, secondo la postura del loro alimentatore: hanno pendenze moderate e trasportano pochi materiali o niente: sono in generale navigabili. Così, oltre ai fiumi italiani della Lombardia, sono lacuali il Volga, la Newa, il Dnieper, la Dwina, ecc.

IV. — Variazioni di portata (2).

Definizione della portata nei suoi vari stati. — Allorchè un fiume abbraccia tributari di diversa origine, lo stato delle sue acque è soggetto a diverse fasi; ed alcune di queste, ancorchè l'alimento sia di un solo genere, sono dovute alle condizioni topografiche del corso del fiume e delle valli nelle quali si svolge, uno coi propri tributari.

L'alimento dovuto alle piogge presenta ripetute e subitane variazioni di portata, non solo pel fatto teorico di durata e di quantità, ma anche per quelli provenienti dalla forma del bacino tutto. Infatti le piogge cadono in generale su di una parte del bacino alimentatore di un fiume alternatamente con le rimanenti parti; o possono cadere in tutto il bacino, a seconda dell'estensione di questo; dipiù il cammino che le acque debbono percorrere prima di giungere dai vari affluenti al ramo principale, è diverso, per cui le piogge che cadono in uno estremo del bacino impiegano tempo differente per giungere nel fiume, da quello che impiegano le acque cadute in altra parte, sebbene giunte al suolo contemporaneamente.

Nel fiume francese la *Loire* le piene dell'affluente Vienne arrivano a Saumur più presto di quelle proprie della Loire, sebbene pervengano dalle stesse regioni, poichè le ultime debbono percorrere da 50 a 60 leghe di più: le piene provenienti dall'affluente stesso si elevano da 5 a 6 metri a Saumur, mentre quelle che percorrono maggior cammino si elevano da 4 a 5 metri.

Le piene degli affluenti della Foresta Nera e dei Vosgi arrivano nel Reno un giorno prima delle piene provenienti dalla Svizzera, e quindi già trovansi basse a Bâle quando le seconde sopraggiungono.

Mentre per le esposte ragioni l'alimento dovuto alle piogge presenta sì ripetute e subitane variazioni di portata, per l'opposto le sorgenti formano il fattore meno incostante della portata dei ruscelli e dei fiumi. Variano solamente le sorgenti da stagione a stagione; in generale decrescono di volume nei mesi di luglio, agosto, settembre ed ottobre; in alcune regioni però tale fenomeno si ritarda fra l'agosto ed il novembre, ed in altre anche al di là; ricominciano ad essere abbondanti nell'inverno; sono più ricche in primavera, protraendosi tal periodo fino all'estate.

I fiumi ingrossati da affluenti che prendono origine dalle montagne, ove giacciono nevi perpetue, hanno le massime secche in inverno; il contrario avviene nei paesi meridionali ove le nevi fondono presto; e quindi nei primi le piene hanno luogo in giugno e luglio, come

(1) *Études sur les torrents des Hautes Alpes.*

(2) Sulla misura delle portate, vedi gli articoli *Idraulica* e *Idrometria*.

pel Reno, il Rodano e la Garonna; negli altri possono aver luogo al finire dell'autunno e dell'inverno, secondo le variazioni meteoriche e della temperatura; perchè le nevi precoci fondono poco tempo dopo cadute, specialmente se succedono loro piogge abbondanti; quelle in ritardo invece si liquefanno al diminuire dei freddi invernali.

Il passaggio dalle magre alle massime piene dei fiumi, e viceversa, non avviene gradualmente, cioè senza discontinuità; ma sibbene per una sequela di sovralzamenti e di abbassamenti intermedi e dissimili.

Per le opere da progettare ed eseguire nei fiumi e nei torrenti è necessario conoscere le magre e le piene, accertandosi della loro variabilità e delle cause che le producono con le più esatte indagini.

In taluni fiumi, durante un certo periodo del loro stato di magra, si osserva l'affluenza lungo l'alveo delle acque che durante le piene si sono insinuate nel sottosuolo e nel suolo marginale; così per es. tra Saint Didier e Vitry la Marna ha il suo alveo di magra in uno strato di ghiaja di 2 a 5 metri di spessore; da esso sgorgano come da sorgenti le acque infiltratesi durante le piene.

La Garonna ha una parte del suo alveo cavato nel tufo, coperto da uno strato di ghiaja, e da questo emergono le acque suddette: similmente pel Reno francese, che corre in una massa di ghiaja e di pietrisco.

Vi sono delle sorgenti anche perenni, talune volte nel letto dei corsi d'acqua, che si rendono visibili quando essi sono in massima magra. Per contrario v'ha dei fiumi il cui letto è tappezzato di un deposito di limo argilloso che impedisce ogni permeazione nei terreni adiacenti.

Le diverse origini dei corsi d'acqua influiscono molte volte insieme ad accrescere le variabilità di portata di uno stesso fiume, specialmente quando il fiume sia il risultato di molti tributari, diversi per origine, per indole e per andamento topografico.

Così, fra i più rimarchevoli esempi, i fiumi e torrenti tributari del Po sono di natura diversa, ma distribuiti quasi regolarmente dalle sorgenti alle foci del fiume recipiente; quindi i loro afflussi riescono successivi, senza di che la portata massima delle piene nel basso Po sarebbe di gran lunga più voluminosa.

Quando la causa di quelle piene si estende a tutto il bacino, come può avvenire per le piogge autunnali, allora alluiscono prima nei tronchi inferiori del Po i fiumi torrentizii dell'Appennino a valle della Scrivia; vi succedono i fiumi alpini del Piemonte, e finalmente quelli lacuali della Lombardia.

Le piene estive del Po, che durano parecchi mesi, sono dovute ai soli affluenti alpini pel disgelo delle nevi e dei ghiacciai.

Il Po basso in massima piena non raggiunge i 7000 metri cubi di portata a minuto secondo, mentre la somma delle portate dei suoi affluenti supera i 14,000 metri cubi a secondo. A tanta differenza influisce non solo la notata successione delle piene degli affluenti, ma anche la capacità dell'alveo del fiume che col suo riempirsi ritarda lo scarico delle acque nel tronco inferiore.

Consimili circostanze si verificano nel Rodano, i cui affluenti delle Cevenne sono invernali, quelli delle Alpi estivi, ed intermedi quelli del Jura.

Nel Tevere invece scorgonsi fenomeni ben diversi da quelli del Po, poichè, ad eccezione dell'Aniene, ossia Teverone, le cui sorgenti sono le più prossime a Roma, tutti gli altri affluenti (la Nera col Velino, la Chiana con la Paglia, il Chiassio col Topino, e l'alto Tevere)

hanno le loro sorgenti a distanze pressochè uguali dal punto di confluenza della Nera presso Orte. Ne consegue che le loro piene, allorchè sono contemporanee, discendono quasi simultaneamente fin presso Orte, e però in Roma giungono ad altezza straordinaria. La piena del 1870 giunse ad 11 metri sul zero di Ripetta e quella del 1846 a 12 metri a monte della città; quella del 1598, la massima di cui s'abbia memoria, a 13 metri sulla magra. Nella piena del gennaio 1845, il fiume in 24 ore si rialzò da 3 metri a 8. 45.

L'azione dei laghi sulla portata dei fiumi da essi alimentati è duplice; infatti è ritardatrice per il tempo necessario al loro proprio riempimento, ed è moderatrice perchè il volume delle acque che vi alluiscono è maggiore di quello che forniscono ai rispettivi emissari; la differenza è perduta per effiltrazione nel fondo del bacino e per evaporazione dalla superficie del lago. Tale perdita è maggiore o minore secondo l'estensione del lago e l'altezza a cui può riempirsi, e secondo la natura del fondo. La differenza tra l'afflusso e l'efflusso può giungere ad un terzo ed anche alla metà del primo.

Le piene dei fiumi e propriamente di quelli perenni distinguonsi in tre stadii o periodi: di *piena crescente*, di *colma* e di *piena decrescente*.

La *magra ordinaria*, che i Francesi dicono *étiage*, è il basso livello ordinario delle acque, che nei fiumi navigabili si distingue quando incomincia a risentirsi qualche difficoltà nel percorrerli.

La *magra annuale* è la media delle magre più sensibili determinate in una serie di anni.

La *magra massima assoluta* è quella maggiormente pronunziata in un certo periodo.

Dicesi *stato ordinario del fiume* quello che per più lungo periodo dell'anno vi si verifica.

Le portate medie unitarie per minuto secondo, moltiplicate pel tempo di loro durata, danno la portata integrale del periodo stesso; e così si ottiene la portata integrale di ciascun periodo dello stato delle acque.

Dalla portata integrale dell'anno divisa pel tempo, si ricava la portata media unitaria a minuto secondo; e la media fra le portate medie unitarie dei vari anni è quella che dicesi *modulo del fiume*.

Il modulo indica l'importanza di ciascun fiume.

Chiamansi *tenute* le durate delle singole altezze del pelo di acqua, cioè dei vari stadii del fiume in ogni mese dell'anno per un dato periodo. Queste tenute o stazionarietà delle acque del fiume formano un requisito necessario ed utilissimo alla navigazione.

Il grado di perennità di un fiume si deduce dal rapporto tra la portata massima annuale ed il modulo.

La perennità di un fiume, ossia la permanenza nella abbondanza della sua portata è tanto più sensibile quanto più vasto è il bacino raccoglitore, e quanto più è diversa l'indole dei tributari in guisa che i loro afflussi giungano al recipiente in tempi successivi, come quando sono in parte invernali, in parte estivi; questi ultimi hanno d'ordinario elevato grado di perennità, giacchè prendono origine da ricche sorgenti il cui deflusso ha un lento e lungo periodo, ossia sensibile grado di permanenza; e così pure quelli che attraversano laghi di grande capacità.

Per registrare il valore delle piene e delle magre si fa uso degli idrometri per lo più costituiti da scale metriche semplici e talvolta muniti di galleggianti, dai quali sono indicati e talune volte automaticamente registrati, mediante apparecchi meccanici, i vari stadii delle acque, cioè le altezze rispettive (V. IDROGRAFIA).

Gli idrometri o scale metriche sogliono piazzare nei luoghi ove ha stanza un agente subalterno addetto al servizio del fiume o di qualche sua dipendenza; come per esempio al punto di derivazione di canali di qualsiasi genere. Per studiare l'indole del fiume riescono utili gli idrometri situati a valle della confluenza dei principali tributarii.

Nei fiumi della Lombardia lo zero dell'idrometro è generalmente collocato al livello della magra ordinaria, mentre nelle provincie Venete e nell'Emilia lo zero è collocato in alto, al segnale di guardia degli argini. In ambedue le disposizioni si ha l'inconveniente di avere delle altezze negative, ma vi sono dei vantaggi rispettivi; così nel primo sistema quello di riferirsi ad un livello che offre le minori anomalie; nel secondo di potervisi facilmente riferire gli idrometri intermedi temporanei durante le piene.

Le osservazioni idrometriche si praticano ordinariamente al mezzogiorno di ogni giornata; in tempo di piena però si registrano ad ogni ora; nei fiumi torrentizii soggetti a rapide piene si praticano ad ogni quarto d'ora.

Collegando fra loro le scale degli idrometri riferiti al medesimo piano di rapporto, ed essendo note le distanze rispettive, si ottengono così le livellazioni del pelo d'acqua nei varii stadii del fiume; ed unitovi il corredo delle sezioni trasversali dell'alveo, già rilevate, si ottengono le portate relative a ciascuno stato della corrente.

Le osservazioni idrometriche giornaliere per un dato idrometro si rappresentano anche con curve, le cui ascisse rappresentano il tempo, le ordinate le suddette osservazioni altimetriche.

NB. Per quanto riguarda la misura della portata, rimandiamo il lettore all'articolo *Idraulica, Definizioni, principii e misura delle acque correnti, idrometria.*

V. — Divisione del corso e del bacino dei torrenti e dei fiumi.

I trattatisti sono quasi tutti concordi nel dividere il corso d'ogni torrente o fiume torrente in tre parti, distinte in riguardo ai fenomeni che vi si verificano ed alle forme dell'alveo.

La prima che dicesi bacino di raccolta, o di ricezione, o di alimentazione, è quella regione costituita dalle alte ramificazioni e dai compluvii, nella quale le acque si raccolgono e si riuniscono, e dove per la forte pendenza del suolo, le acque stesse hanno potenza ad escavare.

La seconda, che dicesi canale di scolo o di scarico, è formata da quel tratto d'alveo che serve di passaggio alla corrente riunita e dove è terminato il fenomeno dell'escavazione; tratto necessario ed indispensabile, ma di varia lunghezza, che può raggiungere limiti molto estesi od essere ristrettissimo, tanto da ridursi ad una linea di passaggio nei torrenti di recente formazione.

Il molto sviluppo di questa parte dell'alveo corrisponde all'estensione della valle lungo la quale si adagia il corso d'acqua; è generalmente compresa fra sponde bene distinte e salde, senza di che la corrente divagherebbe, perderebbe velocità e quindi depositerebbe i materiali; è quel tratto dell'alveo in cui è poco offensiva l'attività della corrente anche se torrentiale; e che se potesse essere artificialmente prolungato, tutto il corso ne resterebbe stabilito.

La terza parte che dicesi bacino o letto di deiezione, di deposito o di alluvione, è quella ove le materie, rimosse dal bacino di raccolta e convogliate dal canale di scarico, vanno poi a fermarsi. Questo tratto infimo ha

nei corsi torrentizii l'aspetto d'una rovina, i materiali sono ammonticchiati, l'alveo è vagante; ma quell'accumularsi dei materiali ha pure le sue leggi.

Alcuni autori dividono invece tutto il bacino dei corsi d'acqua in quattro parti, e sono: bacino d'alimentazione — canale recipiente — letto di deposito o di alluvione — letto di scarico o di efflusso. Le due ultime parti possono confondersi in una sola, cioè in quella che abbiamo chiamato letto di deiezione, che molto prolungato, come in casi particolari e specialmente nei fiumi, può meglio dividersi in due parti.

Tutti i torrenti ed i fiumi torrentizii hanno in generale il loro bacino così divisibile nelle tre parti suddette, ma vi è più o meno sviluppata l'una parte o l'altra, secondo la loro attività e l'importanza.

La formazione del letto di un torrente è tutto un lavoro proprio alla sua energia.

Quando si voglia riflettere quale abbia potuto essere lo stato del suolo anteriormente alla esistenza di un torrente, si scorge come esso stesso lavorando a mezzo delle acque solca il suolo e trascina i materiali, i quali colmano i salti del terreno per formarsi il pendio di cui abbisognano per passare dalla gola del monte nella valle; e quanto più ripido è il pendio nella gola del monte, e piana invece sia la valle, tanto più il torrente ha bisogno di rialzare il cono di deiezione. Le acque dapprima assoggettate a seguire i risalti del terreno, distruggono a poco a poco questa irregolarità, abbassando alcuni punti e rialzando altri. Così si riempie l'angolo ottuso formato dalla scarpa della montagna con la pianura, sostituendo una linea curva continua ad una linea spezzata. Ecco come la forma, ossia la topografia del luogo, pure agisce fra le cause prime della formazione dei torrenti. Il risultato del descritto lavoro è quello della creazione della curva del letto più conveniente allo scorrimento delle acque.

Concorrono a formare il letto di deiezione la mancanza di sponde solide ed alte, per cui si produce l'allargamento di sezione e lo spandimento delle acque, quindi perdita di velocità e formazione di depositi. Vi influisce anche la diminuzione della pendenza naturale della vallata, rispetto al bacino superiore; sicché, allargamento di sezioni e diminuzioni di pendenza sono le cagioni della formazione dei depositi. Sono però queste due cause indipendenti l'una dall'altra, perchè la diminuzione di pendenza talune volte non è progressiva.

La forma del letto di deiezione è molto rimarchevole, specialmente nei torrenti in cui il canale di scolo è breve o nullo. Si presenta allora, a guisa di un monticello conico molto depresso e disposto all'uscita della gola, e talune volte sembra come un contrafforte del monte.

Il profilo longitudinale, a partire dal vertice del cono, forma una curva continua concava verso il cielo, di cui la pendenza cioè diminuisce dall'alto al basso, diventando sempre meno ripida. Tale inclinazione varia colla natura del deposito, ossia dei materiali che lo compongono; per cui in generale è quasi costante per tutti i torrenti della medesima località.

Il profilo trasversale del cono di deiezione presenta la figura convessa sul cui culmine esiste una depressione che è il letto sul quale le acque si mantengono ancora all'uscire della gola per forza impulsiva; ma il minimo ostacolo, il minimo scoscendimento le fa deviare e spandere per tutta la superficie. In generale, perchè le alluvioni si dispongano seguendo la detta forma, bisogna che il torrente all'uscire dalla gola possa spandersi liberamente. Il vertice del cono si attacca alla

pendenza dell'alveo nel canale di scolo per breve che questo sia; in tale intervallo la pendenza è alquanto meno ripida che non nel primo tratto del profilo longitudinale del cono, il che rende sensibile la parte culminante dello stesso.

Per contrario il letto del canale di scolo si collega col profilo del bacino di raccolta con accrescimento di pendo. Cosicchè il profilo generale del torrente presenta tre parti distinte, di cui quella di mezzo che appartiene al canale di scolo può essere, come si è già detto, raccorciatissima, tanto da ridursi ad una linea di passaggio fra la gola ed il deposito alluvionale.

Molte volte il cono di deiezione è l'insieme di molti depositi che si attaccano l'uno all'altro, con leggiera inflessioni intermedie; ciò si verifica quando l'espansione della corrente non è del tutto libera all'uscire dalla gola, come quando a questa succede un alveo ancora incassato, od anche per altre circostanze.

Secondo de Bastelica (1), il cono, nella parte superiore è convesso, alla parte inferiore è concavo, e la curvatura varia con la qualità dei materiali.

Questa conformazione del letto nei torrenti è facile a distinguersi; non così negli altri corsi d'acqua meno rapidi, sebbene quivi i fenomeni che si sviluppano siano identici. L'acqua al certo corre con le medesime leggi nei torrenti come nei fiumi; solo la curvatura del profilo è meno risentita, poichè le pendenze in un torrente stanno a quelle di un fiume come se di questo fosse ridotta la scala delle lunghezze, rispettando inalterata quella delle altezze. È il rapporto delle ascisse alle ordinate che è variato; ma le proprietà caratteristiche delle curve, come le leggi di formazione sono le medesime. Le proprietà fondamentali di escavare, trascinare, interrare, appartengono a tutti i corsi d'acqua rapidi ed alimentati da piogge: ma nei fiumi le forze sono sparse (*délayées*) su di una grande superficie, mentre che nei torrenti si presentano concentrate in una regione circoscritta.

Ciò che avviene alle foci dei fiumi quando si scaricano in mare, è comparabile a quanto avviene nei torrenti nello sboccare sulla pianura.

I *delta* sono i veri letti di deiezione dei fiumi, i quali non avrebbero *delta* se non giungessero alla foce carichi di torbide raccolte nelle parti superiori del loro corso. Hanno dunque i fiumi i due estremi come i torrenti; ma il tronco intermedio, il canale di scarico, che nei torrenti può ridursi quasi ad una linea, può costituire da solo la parte più sviluppata del corso di un fiume.

VI. — Classificazione dei materiali trascinati e depositi lungo gli alvei.

Questi possono essere divisi in cinque classi a cominciare da valle salendo verso a monte: *sabbia sottile*, *sabbia grossa*, *ghiaja minuta*, *ghiaja grossa* e *frombole*, *pietre* e *massi grandi*.

Le sabbie sottili terrose e fangose, la belletta (*boue*), certe volte costituiscono la parte più abbondante della massa dei materiali trascinati, ma variano con la qualità mineralogica dei monti, cioè del bacino raccoglitore. Quando le acque depositano insieme alla belletta frombole e ghiaja, si forma un miscuglio come un vero *béton*, che col tempo acquista molta durezza, ed è l'origine di alcune puddinghe.

Le sabbie stesse si depositano sovra pendenze molto varie, secondo il grado della loro dissoluzione nelle acque, ovvero secondo che questa ne è più o meno carica.

Le arene e la ghiaja minuta (*gravier*) si fermano con inclinazione anche varia, che non eccede il 2 1/2 per cento.

La ghiaja grossa (*galets*) e le frombole, comprese fra la ghiaja minuta e le pietre, aventi al massimo il diametro o il lato di 25 cent., si depositano sopra pendenze fra il 2 1/2 ed il 5 per cento.

Le pietre grosse fino alla dimensione di 1/2 metro cubo si fermano alle pendenze comprese fra 5 ed 8 cent. per metro. Le pietre di dimensioni maggiori si trovano rimosse ove le pendenze sono superiori alle ultime indicate.

Quando le grosse pietre giungono al cono di deiezione, il torrente le deposita al vertice del ventaglio, e molte volte sono massi caduti da vicine sponde per via di frane.

La belletta più sottile, propriamente detta *limo* (*limon*), è una terra arenosa finissima; non si deposita mai nei torrenti, è generalmente trasportata fino ai fiumi e da questi al mare nella maggior parte.

Il deposito di tali diverse categorie di materiali dopo le piene, sono il testimone dell'azione di queste più o meno violente, di cui danno una certa misura; ed il loro esame è necessario, come vedremo a suo tempo. Aggiungiamo però ora alcune utili osservazioni sul modo con cui si produce e ripetesi il movimento dei materiali.

Supponiamo per poco il letto resistente all'impulso dell'acqua: ciò è dovuto al natural modo di disporsi delle pietre, delle frombole e dei macigni che si fanno mutuo appoggio; si vedranno alcune volte, per la precedente azione delle acque, grandi macigni in cima ai più piccoli, in modo da raccogliere la massima energia della corrente esponendovi la superficie maggiore, ma poggiandosi per resistere sulle pietre più piccole poste a valle.

Sarebbe impossibile (dice il Costa di Bastelica) il creare consimile stabilità artificialmente, perchè non si saprebbe produrre egual frazionamento della forza risultante da tutte le reazioni dell'acqua, che nascono da quel disordine apparente del letto di un torrente che trasporta ghiaja, pietrisco e macigni.

Lo stesso autore chiama velocità *limite di trasporto*, quella che vincendo la stabilità di ciascuna pietra, successivamente muove tutta la massa del materiale formante il letto del torrente.

Dapprima si muovono le pietre minute, sicchè poco alla volta queste non danno più appoggio alle grandi; distrutto così il mutuo concorso di stabilità, ogni pietra si trova spinta da una forza impulsiva maggiore della velocità limite di trasporto, quindi il moto si comunica dalle più piccole alle più grandi, e resterebbero animate da una velocità diversa se non avvenisse che, crescendo di molto la massa dei materiali in moto, quelli minuti formano come involuero ai più grandi e si muovono come una massa sola; e quindi si stabilisce uniformità di moto con una velocità media generale. Questo fatto dicei *trasporto in massa*, mentre al principio non è che *parziale*, o come i Francesi lo chiamano, *triage*.

La corrente di materiali si pronunzia tanto più facilmente che quelli sono più piccoli e differiscono meno fra loro in dimensioni, perchè la velocità comune si stabilisce più prontamente essendo i punti di contatto molto numerosi. Il deposito poi si fa inversamente, incominciando dal fermarsi i materiali più grandi e pesanti, in ultimo i leggieri. Qualunque corrente, poichè è munita di velocità, ha tendenza a corrodere, ma la corrosione ed il trasporto, sebbene nascano dalla stessa

(1) *Les torrents, leurs lois et leurs effets.*

causa, sono in ragione inversa nel medesimo tempo e nella medesima corrente. Infatti, diventato considerevole il trasporto in massa che è il lavoro meccanico della corrente (il cui effetto utile è tanto più grande per quanto è minore la velocità residuale), la velocità diminuisce, quindi non ha forza di corrodere; se invece il trasporto è debole ha effetto la corrosione ed il fenomeno si ripete e si alterna successivamente. I materiali più grossi si fermano, dopo questi si ammonticchiano i più piccoli in forma di scanno attraverso l'alveo. Si produce quindi il rallentamento della corrente, ed il deposito si completa e si accresce propagandosi a monte; per cui diminuisce la pendenza del fondo, e così anche la velocità della corrente; restando annullato del tutto il moto dei materiali.

L'acqua poi cerca di sprigionarsi dal bacino o dal ristagno cercando, con andamento tortuoso, un passaggio sul ciglio dello scanno; quando giunge per pressione a procurarselo, in quel punto è richiamato tutto il corso d'acqua che solca e rimuove l'ostacolo producendo di nuovo il movimento di tutta la massa dei materiali soffermatasi. Molte volte lo scanno cede alla pressione dell'acqua, rigurgitata a monte istantaneamente, e quindi si produce una valanga d'acqua e materiali, che i Francesi chiamano *débacle*. A questo effetto è dovuto il trasporto dei più grossi macigni fino a 100^{mc}, e si palesa in modo rovinoso quando è prodotto dal sopravvenire di una piena.

Le pendenze dei fiumi, prese nel loro insieme su lunghi tratti, seguono in generale quella delle valli in cui corre il fiume, epperò diminuiscono dalle origini alle foci. Così ad esempio: il Reno, sotto corrente Bâle, ha la pendenza del 0.96 per mille, presso Strasbourg del 0.61, presso il confluyente Lanter del 0.35, a monte delle sue foci del 0.04. La Senna, a partire da Marçilly, scende con la pendenza del 0.23, 0.19, 0.10 e 0.07, le due ultime fra Parigi ed il mare. Talune volte si notano pendenze maggiori che succedono ad altre minori, che poi si cambiano nuovamente obbedendo alla legge generale: per es.: il Rodano ha la pendenza di 6 millim., 6 metri sotto corrente Lione, in seguito quella di 2 millim. e poi di 7½ mill. Queste varietà sono dovute alla costituzione geologica del suolo e delle valli, ed alla natura dei materiali che compongono il letto dell'alveo; e molte volte al concorso di affluenti di diversa natura, cioè che portano diverse qualità di materiali.

Gli affluenti producono anche altre circostanze e variazioni delle quali sarà detto in seguito.

Fanno nondimeno eccezione alla regola generale i fiumi provenienti dai laghi o da sorgenti, e che però diconsi ad acque chiare: essi hanno il profilo longitudinale il cui insieme presenta, almeno per un certo tratto, la convessità verso l'alto, val quanto dire le pendenze vanno progressivamente crescendo dall'origine verso lo scarico del fiume, salvo a ritornare dopo un certo sviluppo alla legge suddetta.

In quanto alla relazione fra le pendenze e la natura dei materiali trasportati dalla corrente, abbiamo già detto, in proposito dei torrenti, come possa variare da un corso d'acqua all'altro la potenza al trasporto, e come sieno estesi i limiti, fra cui tali variazioni si verificano; specialmente nei corsi d'acqua di pendenza risentita e di portata molto variabile.

Per le correnti meno variabili possono ritenersi i seguenti limiti. Il limo, che i più piccoli ruscelli portano ai fiumi, resta in sospensione nelle acque di cui segue

tutti i movimenti e va con esse fino alla foce: perciò alcuni fiumi hanno le acque sempre torbide, anche in magra, il che è dovuto precisamente al limo o sabbia sottilissima in sospensione, pel cui trasporto basta la velocità di 0^m.10 a 0^m.15 al minuto secondo.

La sabbia segue anche la corrente o in sospensione nell'acqua o rotolando sul fondo. In molti fiumi, quando l'acqua è chiara, si osserva tal movimento della sabbia, come è stato riconosciuto in alcuni tratti del fiume Loire.

Dubuat ha osservato che con velocità di 0^m.50 la sabbia è trasportata con moto vorticoso; la velocità poco superiore a 0^m.30 stria il fondo trasversalmente e quindi la sabbia rotola sulla scarpa delle strie da monte a valle, percorrendo così 2 a 3 chilometri per anno. Se le acque avessero velocità di 0^m.60, la sabbia percorrerebbe al di là del doppio di spazio nello stesso tempo ora indicato. La ghiaia segue il movimento della sabbia con velocità di 0^m.60 al fondo; il trasporto è prolungato con velocità maggiore, ed è esteso ai detriti di più grosso volume che entrano nella categoria dei sassi, allorchè la velocità è di un metro o più; la velocità di m. 1.50 e m. 2 intacca gli schisti teneri, le puddinghe e le rocce stratificate; quella di m. 3 le rocce dure.

Secondo le esperienze di Dubuat e Telfort le pietre di tre centim. di diametro cominciano ad essere trasportate allorchè la velocità sorpassa 0^m.70 a m. 1.

In parecchi punti del Rodano e del Reno le piene vanno con velocità da 2 a 3 m. alla superficie, certamente di m. 1 a 1.50 al fondo, e però sono atte a produrre voluminoso trasporto di materie. Ma come abbiamo a suo luogo detto, anche una velocità minore produce il trasporto dei grossi materiali per il mutuo appoggio loro colla massa dei più piccoli.

VIII. — Regime stabile e variabile dei fiumi.

Aspetto vario della corrente — Movimenti vorticosi.

Dicesi che un fiume ha *regime stabile*, quando il suo letto o l'alveo è poco variabile per andamento e per forma. In generale un fiume avrà stabilito il suo corso quando più non è turbato nè da nuove acque sopravvenienti, nè da nuovi diversivi, quando cioè possa dirsi in istato di permanenza. Pochi sono i fiumi che hanno naturalmente raggiunto tale condizione di cose, poichè, quando la portata è molto variabile e le piene sono di qualche importanza cambiano le sponde ed il fondo, salvo il caso di grande resistenza naturale di questo come delle prime. E se le alluvioni trascinate dalla corrente sono leggieri, e che alternatamente si depongono e sono rimosse, il fondo si rende tanto mobile che può dirsi non trovarsi mai nello stato che convenga alla corrente. In queste circostanze di grandi e ripetute alterazioni del letto, nei margini, e quindi nell'insieme dell'alveo, dicesi il fiume di *regime variabile*.

Le irregolarità di pendenza al pelo d'acqua sono conseguenza di quella del fondo e della larghezza dell'alveo, ossia della distanza fra le sponde; e quindi dipendono dalla diversa qualità del suolo e dei fianchi; i cui cambiamenti sono alle volte immediati e bruschi. Nei fiumi che scorrono in letto presso a poco omogeneo, di sabbia, ghiaia o argilla, e di regime non molto variabile, si osserva generalmente che le maggiori profondità corrispondono ai restringimenti di sezione ed alle pendenze minori; al contrario, ove l'alveo si allarga la profondità è minore, ed il letto si rialza sembrando formato di materie tolte a monte.

Per lo più gli alti fondi sono preceduti da parti profonde, relativamente allo stato generale del fiume. Questo

fatto è conseguenza della relazione tra la pendenza e la sezione in rispetto alla permanenza della portata.

Il Mengotti, per dire di un fiume che in un tratto abbia pendenza ripida e ristretta sezione, ed in altro, con eguaglianza di portata, piccola velocità ed ampia sezione, si esprime così: *l'acqua cresce di corpo quando scema di moto, e scema di corpo quando cresce di velocità.*

La natura provvede da se stessa a moderare la forza ed il moto delle acque correnti, dove la grande massa e la grande velocità sarebbero assai disastrose. Le acque sono poco copiose dove il pendio è grande, minime dove quello è massimo; negli alvei a grande pendenza i grossi materiali moderano l'impeto delle acque allorchè crescono per piene. Le acque diventano più copiose a misura che diminuisce il declivio e diminuisce la velocità della corrente, sebbene anche gli ostacoli si facciano minori. In poche parole una legge naturale frena il corso dei fiumi, facendo sì che il corpo dell'acqua sia sempre in ragione inversa della sua velocità.

Il Guglielmini osserva che a parità di grandezza delle materie costituenti il letto di un fiume, la pendenza è tanto minore quanto è maggiore la portata integrale delle piene ed il grado di perennità; il che equivale a quanto abbiamo detto innanzi che al crescere del corpo d'acqua diminuisce la velocità; e ciò non solo paragonando un tronco di un fiume ad altro sottoposto, ma anche tra un fiume e l'altro della medesima natura.

Le sezioni ristrette di un alveo, per effetto della resistenza naturale delle sponde, o della grande resistenza del fondo, o di qualsiasi altro ostacolo che impedisca il libero scario delle piene, producono diminuzione di velocità e di declivio nella corrente, quindi un gonfiamento nelle acque rispetto al loro pendio che dicesi *ventre*. Questo è causa di molte inondazioni; sicchè nel corrispondente tratto dell'alveo le sponde ed i ripari debbono essere più alti che altrove: la forma convessa del profilo longitudinale rende distinguibile il ramo saliente, il colmo ed il ramo discendente del ventre.

In un medesimo fiume poi la velocità della corrente cresce a misura che il livello delle piene si eleva, perchè le cause ritardatrici diminuiscono col diminuire del perimetro bagnato, mentre le masse correnti crescono col crescere delle sezioni d'acqua.

Ogni risalto o incavo brusco nel fondo dell'alveo o sulle sponde produce un movimento vorticoso in una parte della corrente, dal che derivano le escavazioni e poi gli interrimenti. Gli ostacoli laterali alla corrente, come gli sporgenti dalle sponde, producono dei vortici ad asse verticale: gli ostacoli o risalti sul fondo producono dei vortici ad asse orizzontale; l'escavazione si produce laddove il vortice agisce; il deposito dove il moto vorticoso è neutralizzato. Questi effetti sono tanto più intensi per quanto è maggiore la velocità della corrente.

Quando una costruzione interamente immersa in una corrente, in senso trasversale, vi presenta le faccie verticali, si formano dei vortici ad asse orizzontale tanto a monte che a valle, dal che nascono escavazioni che possono rimuovere l'ostacolo, riversandolo a monte, quando è breve rispetto alla larghezza della corrente; e lo rovescia a valle allorchè occupa molta parte dell'alveo, come si verifica per le dighe o traverse che sono escavate al loro piede.

Se l'ostacolo è piccolo e pesante, s'affonda poco per volta nell'escavazione, e col tempo si ricopre di sabbia.

Quando la corrente è inclinata alle pile dei ponti o alle spalle delle bocche di scarico di un canale, o in altro caso

simile, lascia sul fianco delle pile o dell'ostacolo qualsiasi uno spazio triangolare, da dove l'acqua trascinata, per comunicazione laterale, esce continuamente sicchè il suo livello si ribassa: ma per la stessa ragione l'acqua si precipita in senso opposto alla corrente verso il luogo dell'abbassamento con movimento vorticoso.

Si producono simili depressioni e movimenti vorticosi anche quando una corrente invece di urtare contro un ostacolo s'incanala in uno stagno d'acqua o lo lambisca, ovvero venga in comunicazione con una corrente di minore velocità. Allora la corrente fa ribassare il livello dell'acqua tranquilla o di minor moto trascinandone una parte e rifornendola poi essa stessa mediante movimenti vorticosi.

Ogni sbocco di canale con poca corrente in un fiume rapido è l'occasione di una depressione e di un risalto nel pelo d'acqua, con un movimento vorticoso intermedio; e negli angoli rientranti si forma un deposito di torbide se le acque ne sono pregne.

VIII. — Corrosioni ed insabbiamenti — Andamento curvo e tortuoso — Rialzamento del fondo — Effetti dovuti agli affluenti.

Le piene danno maggiormente luogo alla corrosione delle sponde; hanno potenza a rodere ed escavare perchè la corrente cerca sempre di farsi un alveo maggiore: quando le sponde sono tenere vengono rose poco per volta, ovvero, e più spesso, franano per l'escavazione che la corrente produce nel letto dell'alveo a piè delle sponde medesime; ma tutto ciò raramente avviene da ambedue i lati, come vedremo.

Producono questi danni non solo le piene molto elevate, ma anche le piene medie od ordinarie perchè sono più frequenti e bagnano costantemente le sponde in una certa altezza; sicchè le deteriorano escavandole lentamente al piede, e così ne producono il franamento spontaneo, ovvero quest'ultimo periodo è dovuto al sopravvenire d'una piena alquanto maggiore. Influisce anche in ciò l'alternativa fra lo stato umido e quello secco, per cui molte volte le azioni atmosferiche facilitano i detti franamenti.

Nei gomiti dei fiumi la maggior profondità si trova presso la sponda concava rispetto all'asse del fiume, la quale è costantemente corrosa e dicesi in *froido*. Quivi la corrente è sempre richiamata con maggior velocità e tende ad accrescere l'escavazione. Allontanandosi intanto dalla sponda opposta e convessa, ove per l'opposto la profondità e la velocità sono minime, si formano le deposizioni, ed il greto si protrae tendendo ad occupare l'antico alveo del fiume.

La corrosione si protrae fino a tal segno che l'accresciuto cammino della corrente nell'andamento curvo ne diminuisce la pendenza e quindi la velocità, tanto da non aver più potenza a corrodere, ed anche perchè si rende pregna di materiali. Allora tende a depositarli, ed animata dalla velocità centrifuga si dirige verso la sponda opposta in direzione obliqua. Le torbide abbandonate si attaccano alla sponda che segue quella concava, o si fermano a poca distanza in foggia di banco o isola; e la corrente pertanto riacquista forza per lambire e rodere la sponda opposta, alquanto più a valle, rendendola a sua volta concava; e dirimpetto si forma invece il greto di figura convessa. Così permanendo la causa di corrosione, o meglio replicandosi volta a volta, si produce il serpeggiamento del fiume, che è il risultato del continuo combattimento della energia della corrente contro le resistenze dell'alveo; fra le quali forze deve

persistere costantemente equilibrio, sicchè ogniquale volta questo è turbato una nuova forma deve costituire.

Gli interrimenti molte volte restano fortificati dalle piante ed arbusti che vi nascono spontaneamente nella stagione delle magre; e quindi obbligano il fiume a conservare l'andamento tortuoso, anzi ad accrescerlo.

Le sinuosità, quando sono molto pronunziate, giungono ad avere nel ramo a valle direzione parallela al ramo superiore; e col tempo tendono ad avvicinarsi tanto le due lunate alterne, che al sopravvenire di una piena quella intermedia resta abbandonata, producendosi taglio spontaneo fra le due prime. Ciò si riscontra sovente nei fiumi torbidi che corrono fra le proprie alluvioni, per cui le sponde hanno poca consistenza e molta omogeneità con quella dei greti.

La corrente tende sempre a correre secondo la linea di massimo pendio, ma la più piccola differenza di resistenza nel fondo o nelle sponde, il più piccolo risalto fanno nascere i movimenti vorticosi, le corrosioni, i depositi e quindi l'andamento tortuoso: e ciò con maggior facilità quando il fondo è per natura mobile e quando le sponde sono tenere, nel qual caso v'è grande difficoltà a ritenere il fiume in direzione rettilinea e costante, poichè creata la prima curvatura l'obliquità della corrente facilmente corrode la sponda opposta, e come ha pari tendenza a ritornare sulla linea di massimo pendio, la supera, indi vi ritorna, e così permane la sinuosità dell'alveo.

Spesso, come si è detto, gli interrimenti non si accostano interamente alla sponda, o almeno se ne stacca la parte culminante. Allora resta una zona d'acqua di piccola velocità fra l'isolotto e la sponda, o due zone quasi stagnanti. Sopravvenendo la piena, questa tende a seguire il cammino più breve, quindi invade le zone suddette e vi si incanala producendovi escavazioni. Se la corrente è forte e di molta durata, e il greto è tenero, allora asporta tutto; ma se quello è resistente alla forza della corrente l'escavazione non fa che distaccare il banco dalla sponda.

Da questo fenomeno hanno origine le isole ed i bracci secondari dei fiumi, come avviene continuamente nel Reno.

Nei fiumi torbidi, sia lungo il canale di scarico che in quello di alluvione, o solo in questo, si può produrre rialzamento di letto, e molti idraulici ritengono che il deposito di materiali dia luogo senz'altro al continuo e progressivo alzamento di tutto l'alveo. Ma, salvo casi particolari, ciò non avviene che in modo insensibilmente progressivo, ovvero è limitato ad un certo tratto del fiume, ove convengano determinate categorie di materiali per via di affluenti: ed il più delle volte tale rialzamento si verifica per un periodo di tempo più o meno lungo, al quale succede dipoi la escavazione.

Il Guglielmini intendeva il fenomeno del rialzamento dei fiumi come apparente, per l'avvicinarsi dei colamenti alle corrosioni, ossia pel movimento alternato dei materiali. Egli pertanto opinava che le ghiaie, a misura che vengono portate dalle acque nei letti dei torrenti e dei fiumi, vadano pel continuo fregamento loro risolvendosi in arene ed in tenui particelle, di modo che sieno esse tutte a mano a mano, per l'acquistata sottigliezza e leggerezza, condotte sino alle foie; e conchiude: « non è dunque meraviglia che gli alvei dei fiumi non si riempiano pel continuo entrarvi delle ghiaie, essendo equilibrata, per così dire, la quantità di esse che giornalmente entra nell'alveo col consumo che se ne fa ».

Il Frisi, il Belgrado, il Bernard opinavano invece che le ghiaie restino quali entrano nel letto dei torrenti.

Il Viviani sostenne con esempio di fatto il rialzamento del letto dell'Arno presso Firenze, e ritenne col Frisi il rialzamento nei fiumi torrenti, come il Reno italiano e l'Ombrone nei tronchi ove corrono in ghiaia. Dimostrò anche il Frisi che il Po nel mezzo del suo corso siasi elevato di fondo; però l'autore stesso nota che nel braccio di Primaro il letto di quel fiume diede segno di rialzamento solo nella lunghezza di 2 a 3 miglia, ed invece alquanto si approfondì a valle, e dopo dieci anni la posizione divenne inversa.

Gli ingegneri francesi sono in generale favorevoli all'opinione del rialzamento del fondo; però il Minard lo ammette come sensibile solo nell'ultimo tronco che si dirige alla foce in mare, ossia nel tratto d'alveo che si appartiene al bacino di deiezione.

Molte delle succitate opinioni sono spinte all'eccesso, poichè è innegabile che dalle coste scoscese delle montagne precipita nelle valli gran quantità di materie, le quali vengono dalle piene trasportate d'anno in anno nei tronchi inferiori dei fiumi: è pur vero che le acque nel produrre tale movimento, come a suo luogo si è detto, fanno un gran lavoro; che le terre lievi e fine sono trasportate in sospensione, che le ghiaie e le arene rimangono più indietro, che parte di loro fregandosi e stritolandosi si risolvono in particelle minori, e quindi anche esse mano mano vengono trasportate. D'altra parte, s'incontrano nei fiumi depositi di ghiaia che non possono essere stati trasportati dal fiume stesso nel suo attuale regimine, e però sono dovuti allo stato anteriore del fiume, o alla rovina di sponde poco lontane, o ad altre cause non permanenti. Ed infine molte opere d'arte d'antichissima costruzione attestano la permanenza del fondo del fiume.

È da ritenersi adunque che il rialzamento del letto possa prodursi in maniera permanente solo in qualche tratto del fiume, come nel raccordo tra il bacino di raccolta e quello di deiezione di un torrente che va di mano in mano fissando il proprio alveo e diminuendo l'impeto; come nel bacino di deiezione o nell'ultimo tronco di un fiume dove i materiali sono obbligati a deporsi: ma lungo il canale di scarico di un fiume, il rialzarsi del letto, non può verificarsi che alternatamente a periodi più o meno lunghi, o per cause accidentali e concorrenti che esamineremo nell'articolo seguente.

Possono ad ogni modo variare gli effetti da un fiume ad un altro, per circostanze speciali, in relazione con la potenza della corrente, colle variazioni del suo volume, con la pendenza, cogli ostacoli naturali o artificiali che si oppongono al libero svolgimento dei fenomeni naturali, come pure con le qualità e quantità dei materiali trascinati dalle piene.

Se un affluente si dirige pressochè normalmente all'alveo ricevitore con piene voluminose e cariche di materiali, il corso del fiume è turbato; le acque rigurgitano a monte, ed a valle si forma il deposito dei materiali trascinati dall'influente. Questi fatti producono quindi un'alterazione nel corso del fiume ricevente, la cui corrente è obbligata a deviare dall'andamento primitivo: — se la sponda opposta è poco resistente, resta attaccata dalla piena e s'insena: — le acque del fiume allorchè vanno in decrescenza sono richiamate verso quell'erosione, e così l'andamento del fiume diventa tortuoso con grande allargamento di sezione; e si protrae verso il basso con altre accidentalità conseguenti al dorso delle alluvioni portate dall'affluente.

Sono meno risentite queste alterazioni per quanto minore è la portata dell'affluente rispetto a quella del

fiume, e minore il contingente di alluvioni che vi trascina, ed anche minore la mole dei frammenti che compongono le alluvioni stesse.

Se l'affluente ha una direzione convergente col letto del fiume ricevente e vi trascina copiosi e grossi materiali non compatibili col reggime e la natura propria al fiume, allora a valle della foce si produce un deposito rialzante il letto del fiume recipiente in forma di dorso. La pendenza del fiume pertanto diminuisce verso sopracorrente e si aumenta a valle, per cui possono prodursi anche, ma meno sensibili, i turbamenti accennati nel caso precedente.

Così avviene all'immissione della Trebbia in Po presso Piacenza; poichè quella trasporta ghiaia ed il Po corre in sabbia. Quando il Panaro fu immesso in Po, si ebbe in questo rialzamento di fondo e di magre, per essere il Panaro ricco di torbide di maggior grossezza. E similmente l'Adige è rialzato di letto a valle delle foci dell'Alpone e del Chiampo per lo scarico delle torbide di questi affluenti.

Quando poi la direzione dell'affluente, pur mantenendosi convergente col fiume, trasporta materie omogenee a quelle proprie del fiume ricevente, in quanto alla mole delle parti, o che quelle dell'influente sieno meno copiose e più sottili, allora l'accrescimento di portata nel fiume recipiente può produrre escavazioni nel tronco a valle diminuendo la pendenza.

Così si verifica la legge naturale, che al crescere del corpo d'acqua diminuiscono le pendenze dell'alveo.

Tenendo presente l'effetto suddetto, il Lombardini opinò contrariamente all'immissione del Reno in Po; imperocchè le sabbie trasportate dal primo sono di maggior grossezza di quelle del Po, e quindi avrebbero potuto in questo deporsi rialzandone il letto. E per l'opposto, lo stesso Lombardini opinò favorevolmente all'alveazione della Chiana in Arno; poichè quella è bensì torbida ma non trasporta se non sabbia e terra, mentre ove confluiva l'alto Arno discendente dal Casentino, con pendenza incomparabilmente maggiore, travolge ciottoloni e sassi di ragguardevole mole. Di più era di parere che l'immissione medesima, accrescendo l'effluo delle piene, gioverebbe ad abbassare il fondo dell'Arno nel tronco inferiore.

IX. — Ultimo tronco e foce in mare dei fiumi.

Dopo più o meno lungo percorso i fiumi giungono all'infima valle da essi bagnata per scaricarsi in mare.

Sia la natural diminuzione di pendenza della valle, sia che la stessa si presenti in forma di un vasto e piano letto, il più delle volte formato da terreni alluvionali, e sia infine per la bassezza delle sponde dell'alveo del fiume, l'alveo stesso diviene assai mobile ed incerto. A produrre e rendere attiva e facile questa mobilità influiscono la omogeneità dei materiali alluvionali, la loro sottigliezza, la poca resistenza delle sponde, ed infine lo stato ondoso del mare che contrasta alla corrente del fiume il suo libero scarico. Tali circostanze danno luogo ai *diversivi*, agli *scanni* ed ai *delta*.

Le deposizioni delle torbide avvengono per la successiva diminuzione di velocità nella corrente del fiume; i depositi stessi obbligano la corrente a deviare; le sponde basse e tenere sono facilmente rimosse, sicchè l'alveo si distende su larga superficie con andamento serpeggiante: e per le stesse ragioni della omogeneità delle alluvioni, della poca resistenza nelle sponde e della diminuita pendenza, resta libera la corrente a prendere una direzione o l'altra fino al mare: cosicchè molte volte si divide il fiume in più rami o bracci che diconsi *diversivi*.

Questi diversivi prendono il nome di *incompleti* quando ritornano all'alveo principale dopo un certo sviluppo; diconsi invece diversivi *completi* quei bracci di fiume che se ne distaccano fino ad aver foce distinta nel mare. Le piene straripando dai margini naturali facilitano la produzione dei diversivi, e li rendono variabili di forma e di direzione.

Le foci dei fiumi in mare assumono insieme all'ultimo loro tronco un carattere affatto distinto, a seconda che lo sbocco avviene nell'Oceano o in un mare interno, ossia secondo che è soggetto alle grandi o alle modeste maree. Nel primo caso, quantunque trasportino al mare materie alluvionali, il loro fondo si deprime in guisa che il dorso formato dalla miscela di quelle con le materie respinte dal mare trovasi a notevole profondità sotto il livello infimo del mare. L'azione corrodente poi delle maree fa sì che l'ultimo tronco fluviale si dilata talvolta al punto da rassomigliare ad un seno di mare, cosicchè il suo *delta* deve considerarsi come *negativo*; e tale effetto è più marcato per quanta è minore la quantità delle materie convogliate dal fiume. Così la foce del Tamigi, che per se stesso non è fiume di grande importanza, ha la larghezza di 5 chilometri; quella del S. Lorenzo di 90 chilometri; e quella del fiume delle Amazzoni, il più poderoso del mondo, è larga 300 chilometri.

Nei mari interni invece i fiumi formano coi loro interimenti *della positivi*, siccome ad esempio avviene pel Rodano e pel Nilo nel Mediterraneo, e per il Po nell'Adriatico.

Deponendo le materie a dritta ed a sinistra, l'alveo del fiume si prolunga sempre diminuendo progressivamente di pendenza, la qual cosa rende più facili gli insabbiamenti che solo le acque di piena possono variamente rimuovere: epperò la larga plaga che abbraccia l'infimo corso del fiume è d'ordinario marenmosa e lentamente protraendosi col delta.

La progressiva diminuzione della velocità della corrente ed il suo incontro con le acque del mare fan deporre le torbide ancora in sospensione; di più l'azione diretta delle ondulazioni del mare trascina nella foce i materiali già depositi più al largo, quindi si riduce a pochissima la profondità delle acque alla foce stessa, sebbene a monte si mantenga maggiore. Tale deposizione di torbide costituisce lo *scanno*, *banco* o *barra* che si produce in tutte le foci dei fiumi nel Mediterraneo.

Il Po di Volano ha nel suo sbocco m. 0.70 di altezza di acqua, e m. 3 a due chilometri sopra corrente.

I fiumi che sboccano nell'Oceano anche van soggetti al fenomeno dello *scanno*, ma in minori proporzioni, per l'azione escavatrice della corrente di marea, e propriamente del riflusso e dello scarico delle acque del fiume rigurgitate durante il flusso.

CAPO II. — DEI MEZZI PER SCEMARE I FENOMENI TORRENZIALI E PER REGOLARE IL CORSO DEI TORRENTI.

I. — Considerazioni generali.

Dalla disamina fatta innanzi sulle cause creatrici dei fenomeni torrenziali, è facile desumere che per investigare i mezzi più adatti a curare il male dalle sue origini, bisogna rivolgere lo studio a tutto il bacino del torrente da regolare; epperò doversi esaminare: 1° Il suolo su cui si distende, la natura e lo stato delle montagne che abbracciano le prime ramificazioni, la natura geologica, e la loro esposizione; infine le influenze meteoriche che sovrastano alla regione; 2° Studiare altresì attentamente le forme delle gole, quelle del bacino di deiezione, rile-

vare il profilo longitudinale del corso del torrente, esaminando i materiali che lungnesso sono disseminati; 3° Non trascurare da ultimo di prendere nota delle cause estranee alla fisica costituzione del torrente che possono concorrere ad ingenerare disordini nello scarico delle piene, come la confluenza in altro fiume, ovvero l'esistenza di ostacoli particolari, il passaggio in qualche gola franosa di natura diversa dall'insieme del bacino, ed altre circostanze simili.

Dall'esame siffatto e specialmente dal profilo longitudinale con i caratteri che l'accompagnano, potrà desumersi quale sia il grado di attività del torrente e la sua origine.

Nel caso risulti che le pendenze abbiano raggiunto il loro limite rispetto ai materiali sparsi lungo il corso, e che formino una curvatura raccordata, che il passaggio dalla gola al letto di deiezione abbia un andamento continuo mediante un prolungato canale di scarico, e che i fenomeni torrenziali sieno addebitabili a cause particolari in alcuni punti del torrente; allora, supposte rimosse queste ultime cause, il torrente può essere sistemato nel seguente modo:

Si faciliti la tendenza del torrente a fissare il proprio alveo lungo i canali di scarico e di deiezione, procurando l'incassamento dell'alveo nelle proprie alluvioni col rimuovere gli ostacoli e con l'escavazione dei depositi; corroborando le sponde mediante opere opportune, e con altri mezzi simili. Questo è il procedimento tenuto con ottimo profitto in molti torrenti della Svizzera, che provvede ad aiutare con arte la tendenza che il torrente ha per raggiungere un regimine stabile.

Si procederà contemporaneamente all'eliminazione delle cause perturbatrici accidentali con mezzi peculiarmente adatti che fan parte dei lavori che appresso saranno esaminati.

Qualora poi i caratteri sieno tali che facciano giudicare il torrente in piena attività e di recente formazione, e che in complesso le cause dei fenomeni torrenziali sieno permanenti, allora bisogna ricorrere a mezzi affatto radicali ed artificiali per sistemarlo.

Questi debbono praticarsi nel bacino di raccolta, senza di che ogni opera nel bacino di scarico sarebbe frustranea o di durata temporanea.

Molti esempi si hanno di lavori di difesa fatti nel bacino di scarico, che in apparenza solidissimi sono stati distrutti in pochi istanti o resi inutili; mentre per contrario, ove bene applicati, deboli ostacoli resistono con ottimo effetto. È dogma infallibile nelle discipline idrauliche, che a vincere l'impeto di una corrente non si perviene opponendole una resistenza assoluta, ma si riesce meglio suddividendo gli ostacoli e quindi diminuendo gradatamente la forza della corrente stessa.

Maggiormente questo dogma deve seguirsi quando trattasi di correnti torrenziali e torbide per cui i lavori debbonsi applicare nel bacino di ricezione, cercando così di curare il male nelle sue cause meglio che nei suoi effetti.

II. — Imboschimento e vegetazione erbosa. Adattamento delle gronde.

I mezzi più adatti possono dividersi in quattro gruppi per la diversa loro indole:

1° Gruppo, che abbraccia:

a) Il consolidamento delle gronde montane, mediante vegetazione bassa ed imboschimento, l'una e l'altro insieme, ovvero preferendo la prima se faccia utile alla pastorizia, o solamente il secondo quando il suolo sia poco o nulla adatto all'altra vegetazione. E qualora non

sia possibile estendere il rimboschimento a tutto il bacino montano, limitarlo nelle zone inferiori, lasciando ad altri provvedimenti il rimediare al male proveniente dalla nudità delle più alte cime dei monti.

Il rimboschimento delle montagne è il mezzo il più potente per governare i torrenti, perchè con la vegetazione si agisce contemporaneamente e sulla causa teorica e sulla consolidazione del suolo.

Le foreste diminuiscono su vasta scala l'acqua che scorre, in relazione con la maggiore o minore permeabilità del suolo, e rendono le acque stesse più chiare perchè impediscono lo scoscendimento del terreno. Delle piogge che cadono su di un terreno imboschito una parte è restituita all'atmosfera per evaporazione, un'altra è assorbita dall'immenso apparato di rami e foglie. Il suolo, nello strato spongioso di *humus* e di radici che lo ricopre, assorbe una parte della pioggia che vi giunge, e l'altra poi meati dello strato stesso corre al compluvio lentamente.

Lo sgorgo dell'acqua così si sostiene per qualche tempo dopo terminata la pioggia, attenuando e prolungando la durata della piena del torrente, con acque chiare e di poca veemenza; condizione che può risultare anche vantaggiosa all'industria ed all'agricoltura.

Il rivestimento di zolle sul terreno sul quale cadono le piogge anch'esso ha influenza molto favorevole; poichè impedisce il movimento del terreno alla superficie difendendo il suolo sottostante dall'azione immediata e violenta delle piogge; e coll'assorbimento nel suo strato di vegetazione, che giunge talvolta a 30 centim. di spessore, ritarda lo scolo dell'acqua, la chiarifica e la sparge regolarmente.

Grandi difficoltà sonosi incontrate nell'imporre ai proprietari il rimboschimento dei monti: le leggi vi provvedono, ma in maniera non abbastanza energica: provvedono anzi meglio alla limitazione del disboscamento.

Le leggi francesi, seguendo l'esempio dei fatti compiuti in Svizzera, hanno evitato molte difficoltà e tardanze permettendo le vegetazioni a prato nelle regioni meno elevate, e quando è possibile, alternata con quella silvana; provvedendo così in pari tempo all'esercizio della pastorizia ed ai diritti della proprietà privata.

b) Il consolidamento delle gronde più ripide e dei fianchi dei burroni, mediante piantagione garantita da palificati di rinforzo, dette *gradinate*; ovvero, quando la ripidità e la facilità a scoscendere del terreno e ad essere solcato è molto risentita, applicando, prima della vegetazione, la conformazione artificiale.

Basta in taluni casi distruggere le troppo pronunziate e nocive irregolarità: in taluni altri si tagliano le sponde a scaglioni, più o meno inclinati, con banchina. Su di queste la vegetazione è più facile a procurarsi ed a mantenersi.

c) Alle banchine stesse si aggiungono i fossetti, detti a giramonte o girappoggio, per impedire lo scorrimento delle acque secondo il massimo pendio delle gronde, raccogliendole a beneficio della vegetazione nelle zone inferiori.

III. — Ripari, parate, briglie, serre.

2° Gruppo: — Le opere di consolidamento delle varie ramificazioni che concorrono al torrente, costituite da ripari provvisori o definitivi, posti in forma di parate a traverso i compluvii, hanno lo scopo di evitare le erosioni e gli scoscendimenti, consolidando col tempo il suolo e diminuendo la forza dei rivoli, frazionati così ed interrotti prima d'ingrossarsi.

Tali ripari, parate o briglie che vogliono dirsi si costituiscono di legno verde, di fascine e di ghiaja, di pietrame a secco o di muramento: debbono estendersi a tutte le minori diramazioni, burroni o solchi, scegliendo la struttura più adatta al luogo, con importanza cioè dimensioni e resistenza decrescenti da valle a monte, ed in relazione coi materiali disponibili sul posto. La loro durata e la stabilità debbono essere assicurate procacciando la vegetazione nei fianchi non che a monte ed a valle nell'alveo stesso, per frazionare la corrente e corroborare definitivamente il suolo (1).

Quelle consimili opere artificiali da porsi a traverso gli alvei e che hanno l'indole d'opere definitive, dette propriamente *briglie* o *catene*, costituiscono ostacolo e trattenuta parziale ai materiali trascinati dalle acque, e corroborano i fianchi dell'alveo. Vanno perciò costrutte e ripetute a breve distanza con discreta altezza, così da formare dei piccoli salti, lasciando discreto pendio dall'una all'altra. Quando sia possibile, è bene colmarle artificialmente alle spalle con pietrame, negli interstizii del quale il limo trasportato dalle acque forma una specie di cemento.

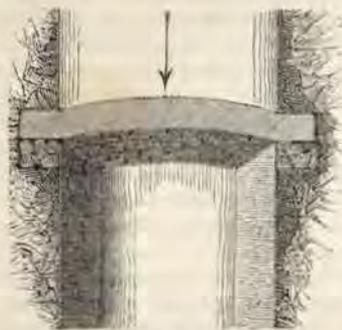


Fig. 826.

Allorchè tali briglie si costruiscono di muramento è bene che abbiano verso il basso delle buche per far passare una parte delle acque prima che sia colmo il tratto dell'alveo a monte; se si costruiscono di pietrame a secco, allora debbono avere molto spessore, le acque filtrano nei primi anni attraverso il pietrame stesso, di poi colmano gli interstizii e consolidano il manufatto.

Le cause principali che possono far perire una catena di muratura sono due: l'escavazione a piè del salto, e quella nei margini suoi, cioè nelle ripe alle quali s'incastra. La prima è dovuta non tanto al cadere delle acque, al che si può apporre una solida platea, ma alla velocità troppo forte che l'acqua può prendere, per cui può escavare il fondo naturale nell'alveo sottostante, e quindi compromettere la stabilità della catena. A ciò si rimedia con la giusta distanza fra una catena e l'altra in modo da ridurre le pendenze intermedie del fondo colmato, così da non poter essere escavato. Da alcuni ingegneri si raccomanda anzi che sia orizzontale, e magari a contropendenza la linea che unisce il ciglio di una catena col piede di quella a monte.

La seconda rovina può avvenire quando la diga al suo ciglio non è larga abbastanza da contenere la corrente con discreta altezza di acqua. In complesso a ciò si ovvia con le seguenti regole di costruzione:

1° Che il ciglio non sia diritto od orizzontale ma concavo, senza esagerazione, tanto che possa richiamare la corrente sempre nel mezzo;

2° Che l'altezza della diga sia tale che possa giustamente diminuire la pendenza nel sopra corrente ed avere al ciglio sufficiente larghezza per contenere la stessa;

3° Che dovendo resistere ad energiche spinte, si dia loro in pianta figura curva, con la convessità rivolta a monte, intestando però normalmente gli estremi nelle sponde. — Si ritiene in pratica che il ciglio di ciascuna debba avere la grossezza metà dell'altezza; però questo spessore varia col tipo del profilo e con le altre circostanze speciali di costruzione;

4° Che sia meglio moltiplicare il numero di queste briglie a scaglioni, anzichè farle troppo alte e di limitato numero.

In conseguenza per progettare un ben inteso sistema di briglie nelle gole dei torrenti, bisogna avere presente il profilo del fondo, il livello delle piene o la portata, e le sezioni trasversali con la pendenza delle ripe; e così può determinarsi il numero convenevole di briglie in relazione alla pendenza dei tratti intermedi dopo il colmamento; le rispettive altezze in relazione con la

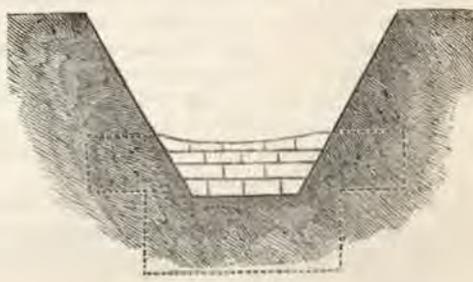


Fig. 827.

larghezza al ciglio; le opere per la conservazione delle ripe concordi al tipo delle briglie stesse.

Le figure 826 e 827 rappresentano la proiezione in pianta e l'elevato di una briglia di muratura. La fig. 828 il profilo longitudinale di un alveo reggimato con un certo numero di tali manufatti.

3° Gruppo. — Questo costituisce le opere di trattenuta completa ai materiali:

a) Diconsi *serre* o *chiuse montane*, quelle che ritengono al loro ridosso, nel bacino formato fra le sponde naturali l'alveo a monte e la diga, tutti i materiali che sarebbero nocivi al bacino inferiore.

Siffatte serre, da costruirsi di muramento con ottima struttura e ricche dimensioni, debbono collocarsi possibilmente nel più stretto della gola del torrente, o dopo l'unione di più burroni, per diminuire il loro costo e raccogliere nel bacino a monte il massimo volume di materiali. Quando però il bisogno lo richieda, si ripetono nelle ramificazioni superiori, formando una serie di ritenute;

b) Poniamo in questo gruppo quelle serre montane insommergibili, aventi alla loro base uno o più vani di apertura, difesi alle spalle da altrettanti rostri isolati a breve distanza dalle luci. I materiali trattenuti così sono i più grossi, mentre i materiali minuti sono trascinati

(1) Di siffatti ripari largo impiego è stato fatto per cura dell'Amministrazione forestale delle Alpi francesi. Lungo il torrente Ste-Marthe più di 800 briglie furono costrutte, le quali differiscono fra loro per dimensioni e struttura; il torrente ha totalmente moderate le sue piene, sicchè da parecchi anni non ha più sormontato i propri argini.

Nel dipartimento delle Basses Alpi, a siffatte briglie di legno e fascine

è stato dato il nome di *barrage-Jourdan*, dal nome della guardia forestale, che mentre al principio incontrò le maggiori opposizioni ad erigerne, a via di pazienza, ebbe poi l'abnegazione di costruirne oltre 300 a grande distanza fra loro da una ramificazione all'altra e dal luogo di residenza.

dalle acque, che per gli ostacoli che incontrano ritardano il loro scarico, e riducono la loro veemenza. Questo sistema, detto dai francesi laberinto di ritenuta, non è generalmente raccomandato.

La vegetazione legnosa a monte ed a valle di siffatte

opere, ossia delle serre montane, come pure nei fianchi e nel mezzo dell'alveo, dopo colmato, produrrà anche buon ufficio, spezzando la veemenza della corrente, come nel caso delle briglie o catene appartenenti al precedente gruppo.

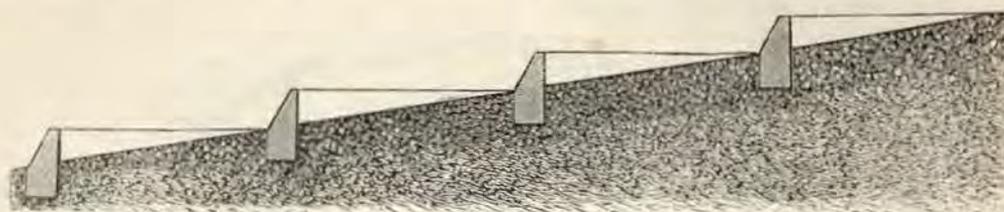


Fig. 828.

IV. — Opere diverse e complete.

4° Gruppo. — In questo gruppo riuniamo tutte le opere che mentre possono essere complete dei sistemi innanzi descritti, hanno l'indole di correggere e regolare il corso degli alvei torrenziali anche indipendentemente dai mezzi volti a distruggere le cause originarie dei disordini e dei danni; epperò sono applicabili lungo il canale di scarico, ed alcune anche nel bacino di deiezione allorchè intente ad eliminare un inconveniente affatto locale in un tratto del corso del torrente.

a) Annoveriamo in prima le *dighe a stramazzo* o *chiuse-platea* proposte dal Gras, da collocarsi a traverso il canale di scarico, ove il torrente, ancora incassato fra le ripe naturali, abbia maggior larghezza di alveo; il che si riscontra in generale poco prima dell'uscita dalla gola. Quivi la diga deve produrre il suo effetto non per l'altezza che ha, ma per la larghezza, producendo cioè il deposito delle alluvioni, non per effetto di una grande diminuzione di pendenza nel corso sopra corrente, ma per un allargamento di sezione considerevole ed invariabile; epperò il ciglio della diga dev'essere perfettamente orizzontale.

L'effetto utile di siffatte dighe basse è quello di far ricolmare l'alveo alle spalle, per cui diminuisce alquanto la pendenza nel sopracorrente, e quindi rende meno facile il movimento ai materiali più grossi e voluminosi. I materiali più sottili, che la corrente potrà ancora avere la forza di trasportare giù dalla diga, non produrranno i gravi inconvenienti nel bacino di deiezione, che tutta la massa avrebbe potuto causare.

In sostanza, se questo sistema di ritenuta non impedisce effettivamente che tutti i materiali si fermino, produce al certo una regola nel moto della corrente e della massa di materie trascinate. Ma può avvenire che il deposito si accresca e si procrei proprio sulla diga, che le acque si versino sui fianchi, e si producano nuovi turbamenti, per cui tali dighe basse non sono generalmente raccomandate.

b) Sono propriamente opere complete le difese delle sponde, i rivestimenti delle stesse, le arginature, le dighe longitudinali, i repellenti, ecc., delle quali opere sarà detto particolareggiatamente nell'osame dei provvedimenti per regolare il corso dei fiumi.

c) Infine, tra i provvedimenti speciali possiamo indicare i raddrizzamenti e le deviazioni, le quali pratiche non possono trovare applicazione adeguata e sicura se non in casi affatto speciali. Nel piano, ossia nella valle inferiore i raddrizzamenti, combinati con soglie o dighe a stramazzo, possono dare buon risultato; i secondi, cioè le deviazioni, possono adottarsi quando per circostanze

speciali di luogo ogni altro mezzo sarebbe incerto. Così per evitare il passaggio del torrente in una gola franosa, causa precipua di danni indipendenti dal bacino superiore, ovvero quando trovisi possibile e conveniente il deviare in altro compluvio che offra garanzie di stabilità naturali. Ma molte favorevoli circostanze debbono verificarsi per potere adottare uno di questi ultimi mezzi, ed è ben raro che tali circostanze si presentino: come pure la loro applicazione richiede il concorso di altre opere importanti fra quelle innanzi indicate. Per ciò riportiamo l'esempio di quanto si è praticato in uno dei più rovinosi torrenti delle Alpi francesi denominato *Vachères* (fig. 829).

Questo ha un bacino che misura oltre a 6000 ettari; il cono di deiezione, dal vertice alla riva della Durance, misura la lunghezza di 5 chilometri; le piene sono formidabili e durano spesso fino a 15 giorni, trascinando macigni enormi; XYZ è il torrente principale; ABC un affluente della riva destra che riceve molti materiali provenienti da una gola profonda 80^m e calcolati per $\frac{7}{10}$ della massa totale trasportata da tutto il torrente. Lo stabilimento di catene a scaloni presentava grandi difficoltà per la natura del terreno in cui è solcata la gola del torrente, cioè di marne nere franose. La sponda sinistra SS' era anche attaccata dal torrente principale.

Per correggere un così disastroso stato di cose superando le difficoltà topografiche e geologiche, si costruirono le seguenti opere: una serra B e il canale D per deviare il torrente ABC nel principale XYZ; la chiusa E con caduta di 7 metri soggetta a doversi colmare alle spalle coi materiali dell'affluente; il canale artificiale FGH fra argini in muratura, cioè a sinistra una diga molto resistente ed un muro semplice dall'altra sponda; da ultimo la grande serra trasversale in NN con salto di 7 metri.

Si sono depositati alle spalle di queste costruzioni più di 20 mila mc. di materiali provenienti dal bacino superiore, soffermando gli scoscardimenti dei fianchi. Poi sono eseguite opere sussidiarie nelle gole sopra corrente.

Riassumendo, per provvedere con accorgimento a moderare od estinguere l'attività dei torrenti bisogna dapprima rendersi conto del loro regime e del loro grado di torrenzialità, e nel prescegliere i mezzi di sistemazione avere presente gl'interessi ai quali è collegato il progetto.

Così se l'azione del torrente non compromette in modo pericoloso o un centro abitato, o una strada, o un'opera d'arte, allora per governarlo può lasciarsi maggior parte

all'azione lenta della natura: in caso contrario sono le opere d'arte che debbono conseguire più sollecitamente lo scopo. Ad ogni modo, in regola generale, il male deve attaccare alla sua origine, e se v'ha tempo, limitare al meno possibile ed a piccole proporzioni le opere d'arte per non recare un troppo rilevante e subitaneo cambia-

mento nel reggime; si debbono prolungare perciò i lavori di consolidamento in tutte le ramificazioni, affinché il rallentamento della velocità della corrente ed i colamenti procedano di pari passo; d'altra parte estendere il rimboscamento e la vegetazione sulla maggior superficie del bacino alimentatore.

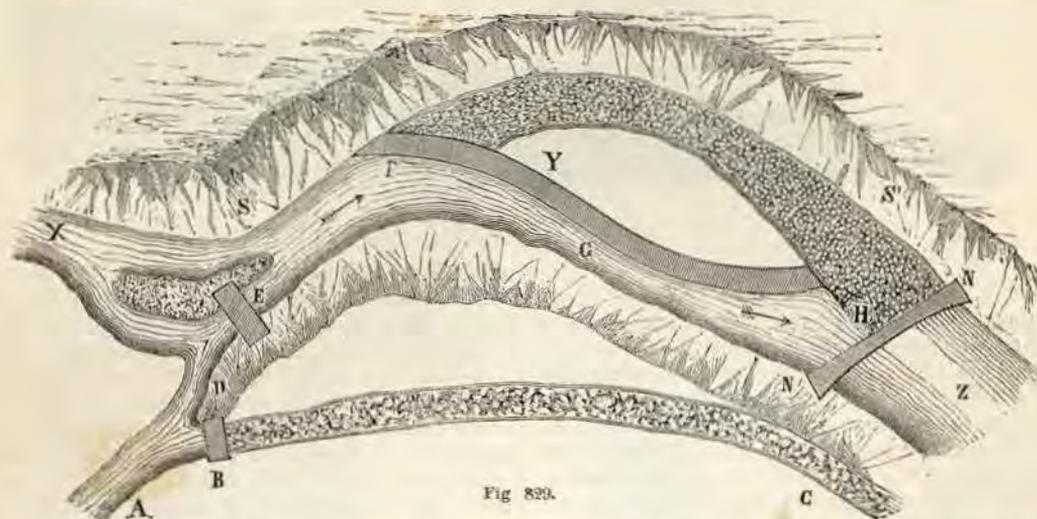


Fig. 829.

CAPO III.

I. — Opere e mezzi per attenuare l'affluenza delle piene.
— Bacini di sedimento e di ritenuta. — Diversivi e scaricatori.

Come innanzi si è detto, contro le cause perturbatrici dovute a fenomeni torrenziali, occorre provvedere laddove i detti fenomeni si pronunziano e dove hanno origine. Quindi rispetto al bacino di raccolta proprio ad un fiume, ovvero a quelli dei suoi affluenti, debbonsi applicare i provvedimenti che sono stati esaminati largamente nel paragrafo precedente.

Affine di evitare poi i danni provenienti dalla grande affluenza delle acque di piena nel bacino medio ed in quello inferiore di un fiume, che per il loro raccogliersi in gran copia ed irruentemente possono produrre, è mestieri ricorrere ad altre sistemazioni che si possono dividere in due gruppi. Al primo gruppo appartengono le opere adatte ad attenuare la portata massima delle piene, o a moderarne lo scarico nel bacino inferiore, e sono: i *bacini di sedimento*, quelli di *ritenuta* e i *diversivi* o *scaricatori*. Al secondo gruppo appartengono quelle opere intente a facilitare lo smaltimento delle piene dentro l'alveo proprio del fiume, e quelle per contenerle, evitando i danni degli straripamenti e degli allagamenti: tali sono i *drizzagni*, o *tagli* delle svolte, le *inabbeccazioni* o *arginature*, ed infine le opere alla foce.

1° Gruppo. — Opere per attenuare lo scarico delle piene nel bacino inferiore dei fiumi.

a) *Bacini di sedimento*. — Questi consistono nel procurare l'inondazione di una opportuna e vasta zona di territorio con le acque torbide del fiume in piena, le quali acque ritornano al fiume durante il periodo di decrescimento della piena.

Questo mezzo che si applica al termine del bacino di raccolta, o al principio del canale recipiente e di scarico del fiume, non è davvero attuabile che in certe località, riuscendo difficile l'opportuna scelta del bacino di sedimento. D'altra parte non sempre è scevro da in-

convenienti, molte volte è costoso troppo per garantire gli interessi dei proprietari dei fondi soggiacenti, o per la occupazione del suolo, o per le opere accessorie che vi si conettono.

Può solamente tornare utile e conveniente allorché collegato con opere di bonificazioni. Va dunque adottato in casi particolari.

b) *Bacini di ritenuta*. — Questi possono dare effetti più soddisfacenti, sebbene la loro applicazione neanche vada disgiunta da enormi difficoltà pratiche, e debbano impiantarsi nel bacino superiore ossia di raccolta del fiume. Consistono nel soffermare le acque in una gola o tronco del fiume di molta pendenza ed incassato fra sponde molto alte, a mezzo di una *chiusa* o *diga* trasversale in muratura. L'efflusso delle acque dal recipiente così formato fra la diga, le sponde e l'alveo a monte si regola mediante apposite luci, o resta libero dal ciglio della chiusa; epperò tali bacini diconsi ad *efflusso regolato* o ad *efflusso spontaneo*.

Il primo sistema richiede rilevante spesa per la vigilanza necessaria e per la manutenzione, moleste entrambi a praticarsi a causa della posizione dei luoghi; e la guardiania, al momento più solenne, potrebbe anche venir meno per regolare il proporzionato efflusso delle luci suddette. A ciò può rimediarsi in parte mediante le chiusi automobili.

Il secondo sistema esige dimensioni grandiose molto nelle dighe per dare grande capacità al recipiente, sicché non sempre il loro impianto può essere proporzionato a trattenere le piene maggiori: l'opera è pertanto costosa e non scevra da rischi e pericoli.

Talune volte anche i bacini di ritenuta sono di non lieve aggravio alle località ove si impiantano, condannando ad esser sommersi terreni estesi e di qualche valore, e possono perciò risultare di molto costo non solo per la costruzione in se stessa, ma anche per le indennità a pagarsi. Cosicché la conveniente istallazione delle dighe per lo stabilimento di siffatti bacini dev'essere subordinata alla scelta del sito opportuno, ove il loro costo sia giustificato dai vantaggi, ove non possano pro-

durre altri danni, riescano di indiscutibile stabilità, e raccolgano alle spalle il massimo volume di acqua. Per ciò il luogo da preferirsi per l'impianto della chiusa a traverso l'alveo che corre incassato fra alte sponde è quello ove i due rami di una curva orizzontale, che rappresenta l'andamento topografico del bacino, e che corrisponde al piano di livello da non potersi superare nel sopraccorrente dell'alveo stesso, si ravvicinano maggiormente. Queste ritenute sono consimili a quelle dette *serre montane* destinate a soffermare i materiali, laddove qui servono a contenere le abbondanti acque di pioggia.

La forma più usata per tali dighe di ritenuta è in pianta quella a ferro di cavallo, o a poligono, rivolgente la concavità verso il bacino.

La sezione verticale deve assicurare la massima stabilità col minimo volume di muratura, epperò soddisfare alla condizione di un solido d'eguale resistenza in tutte le sezioni orizzontali.

In Francia molti distinti ingegneri sono stati fautori di questo sistema di ritenuta, dal quale, è ben vero, possono ricavarsi dei vantaggi anche per le industrie e per l'agricoltura. Molti progetti all'uopo furono redatti dopo le inondazioni del 1866, fra i quali, per attenuare le piene della Loire e dell'Allier nell'alveo inferiore, furono proposti dall'ispettore Comoy 85 serbatoi della capacità complessiva di 520 milioni di metri cubi, il cui costo sarebbe stato di 65 milioni di franchi. L'abbassamento della piena al congiungimento dei due fiumi avrebbe raggiunto 0^m.70 ad 1^m; ma questo risultato, stimatosi troppo mite in proporzione della spesa, fece abbandonare il progetto, ed invece è ora in via di compimento il sistema d'invalveazione.

Volendo dare un esempio d'un bacino di ritenuta bene utilizzato, si ricorda quello eseguito nell'anno 1858 nel torrente Furens per difendere Saint-Etienne dalle inondazioni, approvvigionandola in pari tempo di acque potabili.

La fig. 830 indica il tratto d'alveo AC ridotto a serbatoio mediante la grande chiusa C: nell'estremo a monte vi è una diga bassa AB per regolare, mediante apposite luci, l'intromissione delle acque nel bacino: l'alveo BD serve di scarico all'acqua che si reputi deviare dal serbatoio.

La fig. 831 rappresenta lo spaccato trasversale del serbatoio e rende visibile nel suo fianco destro due bocche di scarico, l'una in cima EM che serve a man-



Fig. 830.

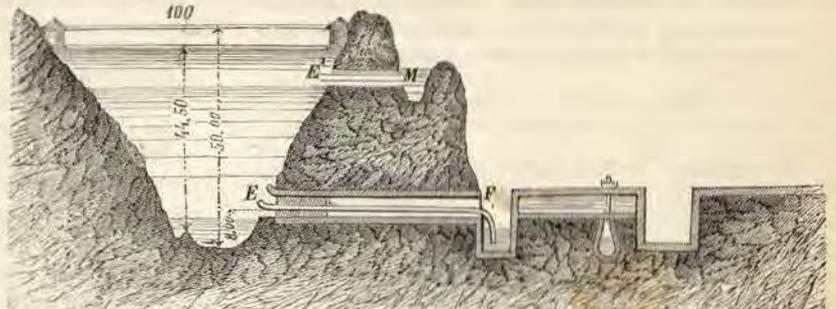


Fig. 831.

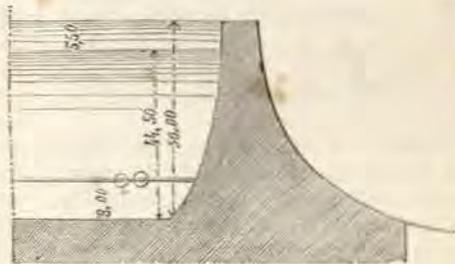


Fig. 832.

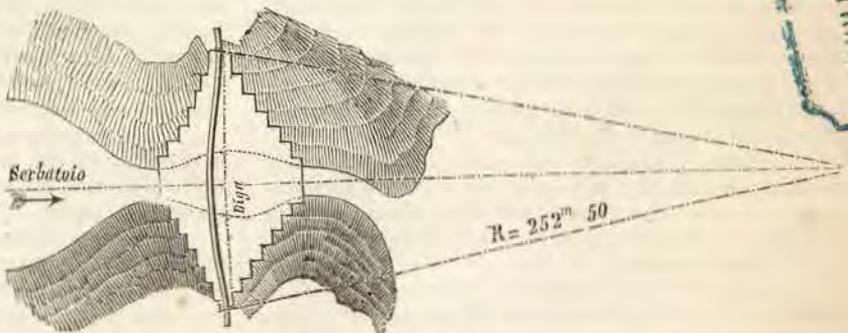


Fig. 833.

SOCIETA' DI INGEGNERI
 E DEGLI INDUSTRIALI
 TORINO

tenere le acque nel serbatoio ad un determinato livello, e l'altra EF formata da due tubi in ferro, chiusi da potenti valvole per regolare l'efflusso, dando l'acqua ad un canale d'irrigazione ed all'acquedotto di Saint-Etienne.

La fig. 832 rappresenta lo spaccato trasversale della diga C fatta a doppio profilo curvo con egual resistenza in ogni taglio orizzontale: la sua altezza è di metri 50.

In fine la fig. 833 rappresenta la pianta della diga stessa.

c) *Diversivi o scaricatori.* — Questi consistono nella costruzione di un alveo che possa ricevere le maggiori piene, partendo da un determinato punto sopraccorrente

al tronco del fiume che s'intenda liberare dalla eccessiva quantità d'acqua, per scaricarla poi o nel fiume stesso sottocorrente il detto tronco, o in altro fiume, o in mare. Tali canali sono in generale molto costosi, ed il loro opportuno impiego è subordinato alle particolari circostanze topografiche ed alla natura del fiume da vantaggiare; cosicchè la riuscita non è sempre sicura e permanente. Ad esempio, se le piene da deviare dal fiume portano molte torbide e che il loro deposito tutto o in parte possa pronunziarsi nell'alveo scaricatore, in poco tempo l'efficacia di questo può scemare di molto e con l'andar degli anni perdersi affatto.

II. — Opere per difendere dalle inondazioni, per contenere le piene e facilitarne lo smaltimento. — Arginature; tagli e raddrizzamenti; nuove inalveazioni.

2° Gruppo. — Opere per contenere le piene e facilitarne lo smaltimento nel proprio alveo.

a) Arginature. — Nel bacino inferiore i fiumi sono poco incassati fra le sponde, ovvero sono già elevati sulla campagna fra proprie alluvioni, per cui le piene escono dai margini naturali, o nel solo caso di escrescenze straordinarie o anche nelle circostanze delle piene ordinarie. Quando gli altri mezzi suddetti non sieno applicabili, e come nei casi più comuni si pratica, per governare un fiume in tali condizioni, si elevano lungo le sponde dei ripari fatti ordinariamente di terra, i quali sono destinati a contenere le piene in modo assoluto, ovvero fino ad un certo limite. Tali ripari sono denominati *argini*, e diconsi argini insommergibili nel primo caso, sommergibili nel secondo.

In generale si situano parallelamente al fiume ed a distanza tale dalla ripa, da lasciare alle piene un ampio letto. Alcune volte si situano invece più prossimi in modo da restringere la corrente di piena per obbligarla ad acquistare maggior velocità e quindi potenza sufficiente ad approfondire l'alveo e trasportare oltre le alluvioni.

Sono le opinioni degli idraulici alquanto divergenti, nel raccomandare l'impiego dell'un sistema o dell'altro: l'efficacia del restringimento della sezione è qualche volta incerta, rischiosa talune altre, specialmente nei casi di piene straordinarie, dannosa anche per gli effetti d'interrimento nel tronco del fiume sottostante a quello sul quale si esegue l'inalveazione.

L'inalveazione fra argini insommergibili posti a grande distanza fra loro, per dare all'alveo ampiezza ben proporzionata al volume delle acque, ed in maniera che la corrente non acquisti eccessiva velocità, forma la regolazione meglio intesa.

Gli oppositori alle arginature insommergibili, con ampia sezione al fiume, sono andati sempre più diminuendo di numero; poichè gli studi e gli esempi hanno potuto dimostrare le valide ragioni dei sostenitori di tal sistema.

I difetti che allo stesso venivano addebitati dipendono da errori nell'applicazione, nei quali è facile essere trascinati. Ad esempio, per circostanze locali o per male intese esigenze dei proprietari delle terre laterali ai fiumi, molte volte gli argini sono stati impiantati lasciando alle acque un letto troppo ristretto, dal che è nato gonfiamento nel corpo delle acque, diminuzione di pendenza nel sopracorrente, e quindi deposito alluvionale; e conseguentemente si è dovuto ricorrere ad eccessivo rialzamento degli argini medesimi. Ma quando la distanza fra gli argini è ben regolata tali inconvenienti non avvengono.

Gli stessi ingegneri che si oppongono alle arginature insommergibili, concedono però quelle sommergibili; come una via di mezzo che evita le difficoltà inerenti alla migliore applicazione del sistema; ma l'esperienza e la dottrina degli idraulici italiani c'insegna l'adozione delle arginature insommergibili a distanza tale dalle sponde da poter contenere fra loro tutta la corrente in piena, e può dirsi con fierezza che negli ultimi anni di questo secolo, tanto in Europa quanto in America la pratica italiana è stata generalmente accettata.

Il seguente esempio delle distanze fra le maggiori arginature del Po rende conto dell'efficacia del sistema italiano.

A partire da sopracorrente, il letto del Po fra le sue dighe presenta le seguenti larghezze:

Dal Ticino a Cremona	metri 2150
Da Cremona ad Isolapescarola	» 4530
Da Isolapescarola a Casalmaggiore	» 3260
Da Casalmaggiore all'Oglio	» 2360
Dall'Oglio al Panaro	» 1130
A valle di questo	» 500

Si scorge da queste cifre che la distanza fra gli argini è decrescente, la qual cosa è giustificata dal fatto che nel tronco della massima larghezza il Po riceve i più importanti affluenti delle Alpi, di cui le piene sono immediate: quindi la grande ampiezza dell'alveo è provvidenziale, poichè funzionando come un bacino di ritenuta, o vasto lago di espansione, riduce l'accorrere delle piene nel sottocorrente ed il loro sovralzamento al di là di un determinato limite.

L'obbiezione che da molti è mossa contro gli argini insommergibili è quella del pericolo delle loro rotte, e della loro grande altezza, spesse volte nociva all'igiene delle città prossime ai fiumi. Così tale argomento è stato emesso dai fautori degli scaricatori delle piene maggiori, e potrà forse esser valido in casi particolari; non per tanto per la sistemazione del Tevere è prevalso il sistema dell'inalveazione unitamente ad alcuni drizzagni, per ribassare il pelo delle acque in piena. Infine sta nel fatto che valenti ingegneri, dopo aver tentato svariati progetti per i maggiori fiumi d'Europa, si sono poi decisi a favore delle inalveazioni. Così lo stesso ingegnere Comoy, il cui progetto per la Loire abbiamo di sopra accennato, ha ammirato il bene inteso inalveamento del Po, la sua razionalità e la grandiosità dell'attuazione. In alcuni tratti del corso del Po sono tuttavia riconosciuti necessari importanti miglioramenti nella posizione degli argini.

Dopo molti studi fatti dagli ingegneri americani è stata definitivamente proposta l'inalveazione insommergibile del Mississippi per contenerne le grandi piene; ed è ora prossima al suo compimento.

b) Raddrizzamenti. — Il taglio delle lunate di un fiume può facilitare lo scarico delle piene; ed a formarsi un criterio sulla bontà di siffatto provvedimento basta rammentare le cause principali dell'andamento tortuoso dei fiumi, cioè le svariato pendenze della campagna dove scorre il fiume, le quali possono non coincidere con quelle convenevoli alla corrente, la diversa resistenza dell'alveo e delle sue sponde, la presenza di ostacoli parziali ed il depositarsi delle alluvioni proprie al fiume e dei suoi tributarii. Tutte queste circostanze le quali si oppongono al regolare e stabile andamento dell'alveo, sarebbero distrutte o almeno ammorzate da un bene inteso raddrizzamento artificiale fra sponde ben salde.

Illustri scrittori sul regime dei fiumi condannano i drizzagni per i fiumi torbidi, non solo perchè è bene la-

sciare loro la libertà di crearsi l'alveo più adatto alle varie condizioni della corrente, ma anche per la grande difficoltà di mantenere l'alveo raddrizzato contro tutte le cause che sbrigliatamente si ripetono e che tendono ad alterarlo. Devesi perciò essere molto parchi nell'applicazione di tal sistema e molto avveduti nell'applicarlo dove possa sperarsene vantaggio rilevante.

Siffatta sistemazione porta con sé la necessità di proporzionare tanto la larghezza dell'alveo che la sua pendenza alla portata del fiume, quindi occorrono le arginature dove le sponde sono basse, e talune volte le dighe trasversali, affin di limitare la pendenza di ciascun drizzagno in modo da non turbare il reggimento dei tronchi intermedi del fiume.

In proposito è bene rammentare il grandioso raddrizzamento fatto sul Po nel XIV secolo, da Pontalbero alla foce del Lambro, lungo 13 miglia, che vedesi tuttora inalterato; e l'altro eseguito nel XVII secolo sull'Adda, dall'ingegnere Barattieri.

La sistemazione del Reno, fra la Baviera, il Gran Ducato di Baden e la Francia, è stata compiuta in gran parte a mezzo di raddrizzamenti del suo alveo. Sono stati costruiti 17 drizzagni che hanno accorciato il corso di 42 chilom. sopra 115; tali lavori furono incominciati nel 1818.

E così si possono ricordare fra i più importanti lavori di tal genere, il raddrizzamento e l'inalveazione del Danubio presso Vienna, testè compiuto; e quello del tronco superiore presso Buda-Pest.

CAPO IV.

I. — Opere di difesa e di consolidamento delle sponde. Strutture diverse.

Le opere di difesa, dette anche munienti, hanno l'ufficio di rendere stabile l'alveo dei fiumi evitando le corrosioni e le escavazioni, o impedendo il loro progresso, o infine apportando rimedio a quelle già pronunziate. Perciò occorrono a corroborare le sponde deboli e soggette ad essere investite dalla corrente; ovvero le difendono, deviando opportunamente la direzione della stessa. Tali sono i rivestimenti delle sponde e degli argini; le mantellature ed i paradori; le opere di rosta, gli speroni, i moli, i pennelli o repellenti; le difese di murature ed i muri di sponda; le dighe longitudinali e quelle trasversali.

Le mantellature e i rivestimenti, sia delle sponde naturali che del petto degli argini, servono ad evitare che la corrente attacchi o corroda i fronti che essa bagna o investe; servono a difendere le sponde dalle corrosioni, ad arrestare quelle incoate, rendendole opportunamente resistenti all'azione della corrente. I paradori mentre hanno lo stesso scopo difendono i punti già attaccati; i lavori di rosta servono a colmare le erosioni già avvenute, e a consolidare quei punti divenuti deboli.

Le difese in muratura ed i muri di sponda servono a fissare l'alveo e contenere la corrente fra limiti determinati ed immutabili; e così le dighe longitudinali.

Le traverse, anche dette dighe trasversali sommergibili, servono a fissare il fondo dell'alveo in una data sezione inalterabilmente, ed a regolare all'uopo il pendio.

a) *Mantellature.* — Queste, come si è detto, si applicano sul fronte, e sono formate da *stuoje* tenute a posto a mezzo di paletti collegati fra loro mediante vimini; ovvero sono formate da cannuce palustri intessute con treccie di strame, e diconsi *arelle* o *grisole*. Secondo l'uso locale ed i mezzi ed il materiale disponibile si può modificare questo genere di rivestimenti. Ad ogni modo

dev'essere applicato protendendolo più in su della superficie bagnata e minacciata e fino oltre il piè della scarpa.

È grandemente utile di promuovere il deposito delle torbide a' piè dell'argine che trovisi in frodo e minacciato; ciò si ottiene con i *piantamenti di verde* o a *boschetto* che si producono a mezzo di pertiche fresche, di ontano, salice o altro legname facile a germogliare nell'acqua.

Simili piantagioni si fanno anche sui fronti, invece delle mantellature, nel seguente modo. Piccoli piantoni di salice, o di altre piante di facile vegetazione i cui rami sieno flessibili, si conficcano a distanza di 50 a 70 centimetri in diagonale da un filare all'altro parallelo. Si proteggono e sostengono fra loro mediante grosse pietre adagiate negli intervalli; dopo 3 a 4 anni si mozzano e se ne ripiegano i rami più grossi se v'è bisogno d'infoltire la siepe. Questo sistema misto, cioè legname verde e pietrame grosso, è molto adoperato in Francia.

b) *Fascinati.* — Gli obici di fascine (quali gabbioni, gorzi, buzzoni e burghe) si collocano l'uno accanto all'altro sulla faccia inclinata della sponda, traversati da terraficcoli, e questi concatenati fra loro nella sporgenza per mezzo di virgulti o rami di salice che formano un tessuto superiore di ritenuta e di difesa alle fascine stesse.

I gabbioni sono dei solidi cilindrici formati da pertiche poste secondo le generatrici rettilinee connesse a due fondi circolari e tessute insieme mediante verghe pieghevoli; sono lunghi 3 o 4 metri, il diametro è di un metro o poco più, si riempiono di terreno, ghiaja o rottami pesanti; i buzzoni non sono che dei gabbioni più piccoli; i gorzi sono similmente formati, ma di figura tronco di cono e lunghi 4 a 5 metri, la base maggiore si fa di metri 2.50 in diametro, la minore di metri 1.25; le burghe sono egualmente lunghe, ma di figura quasi conica e con base non maggiore di m. 1.50. I gabbioni ed i buzzoni sono più usati per garantire i fronti minacciati, ponendoli normalmente alla direzione della corrente, come indica la parte superiore della fig. 834, e la fig. 835 trasversalmente.

La fig. 836 indica il rivestimento fatto con più ordini di obici rafforzati da paletti.

Se invece la sponda è attaccata al disotto delle acque basse si può fare prima una gettata di obici nella escavazione in senso parallelo alla corrente, e al disopra si fa il rivestimento in senso trasversale, come indica la stessa fig. 834 e la fig. 837.

In Francia si pratica spesso un fascinato che dicesi a barba. Le fascine si dispongono normalmente alla corrente, con la punta verso di questa, e superiormente un altro ordine trasversale formante graticolato col primo; sostenuti ambedue da paletti verticali che li uniscono in un corpo solo che si affonda dopo preparato sul posto caricandovi della terra. Se uno strato non basta a superare le acque magre, se ne sovrappone un altro; e poi se occorre si fa al disopra il fascinato di sostegno o di rosta di cui sarà detto in seguito (fig. 833 e 839).

Sul Reno s'adopera anche una foggia di fascinati detti *épis de bordage* (pannelli di sponda), che somigliano pel modo di collocarsi alle barbe suddette; le fascine si situano a forma di ventaglio convergente verso la sponda. Al primo strato se ne sovrappone un altro più sporgente e poi similmente un terzo. Al di sopra si mette un ultimo strato detto di correzione, in modo da coprire tutti gli innesti di quelli inferiori e finalmente, se occorra, altri strati paralleli alla riva (fig. 840 e 841).

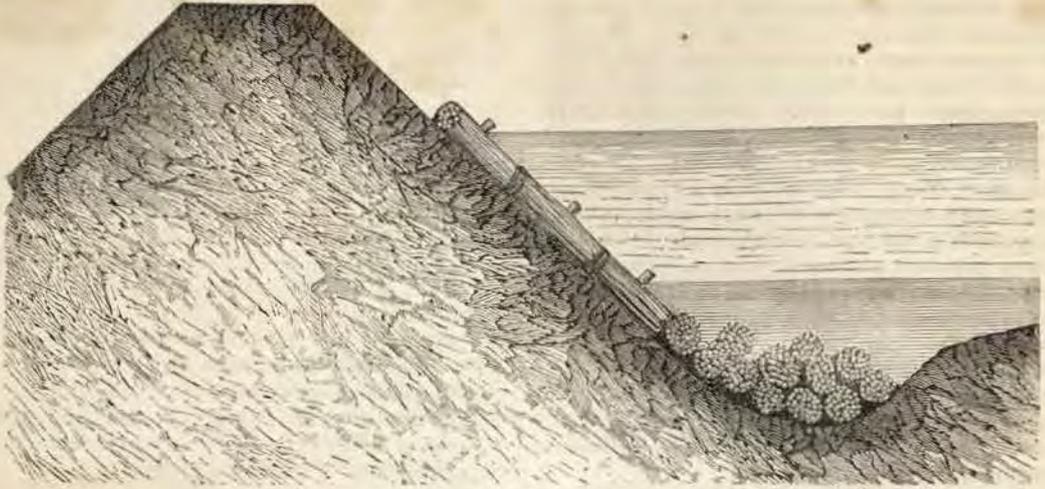


Fig. 884.

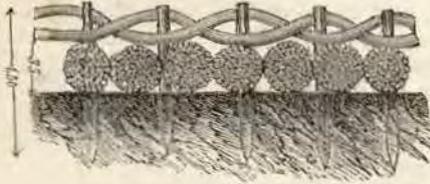


Fig. 885.

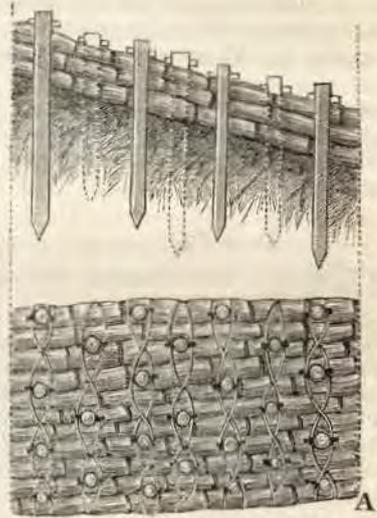


Fig. 886.

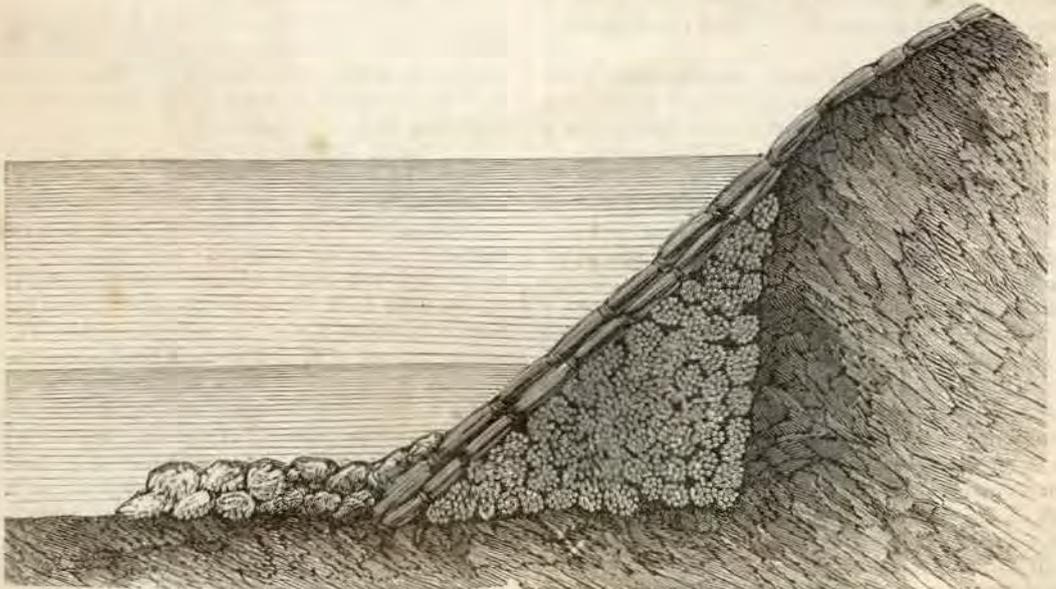


Fig. 887.

L'insieme si collega per mezzo di paletti verticali.

Queste opere con fascine sono resistenti e non possono essere disfatte se non in massa per forza straordinaria; non hanno altro difetto che quello di divenir leggiere quando la terra che le carica sia portata via; però a tal punto il loro ufficio è già adempito col produrre l'interrimento a' piè della sponda e nei loro fianchi.

La loro durata è di sei anni quando sono soggette a rimanere scoperte durante le acque magre; di dieci quando restano sempre sommerse.

c) *Paradori*. — Questi difendono i fronti delle sponde e degli argini minacciati da corrosione al piede; diconsi anche *pala-fitte*, *steccaie* e *passonaie*. Si fanno con uno o più ordini di pali confitti nel fondo lungo il piede del frodo che si vuol difendere; i pali debbono essere grossi abbastanza, bene affondati da un metro a due, ed emergenti alquanto dalle acque medie. Se il paradore è semplice, cioè fatto con un solo ordine di pali, ciascuno distinto nella fig. 842 con la lettera A, va rinforzato per mezzo dell'*orbone* B e questo appoggiato al *terrefeccolo* C. — Se si fanno più robusti, cioè con doppio ordine di pali, questi debbono essere distanti fra loro non oltre centim. 40 e concatenati da pezzi orizzontali in ogni fila, detti *corsie* o *flagne*, e trasversalmente fila per fila da catene o tiranti connesse alle flagne ed inchiodate. Il fronte dei paradori si suol rivestire con un tavolato inchiodato, o con una specie di tessuto di paglia e pertiche detto *penazzo*.

L'ufficio dei paradori è meglio considerarlo come temporaneo, finchè la sponda o il fondo non sia corroborato dalle deposizioni del fiume; poichè lasciandolo definitivo, allorchando è distrutta l'intessitura, i pali che restano isolati pro-

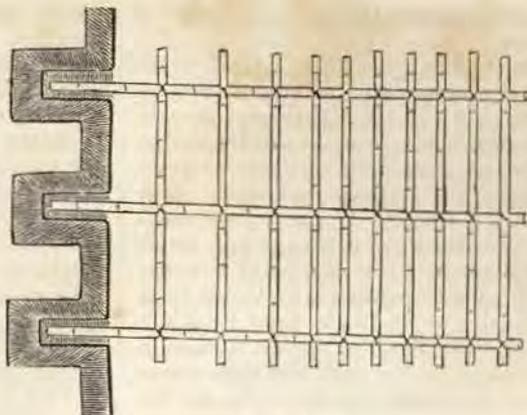


Fig. 838.

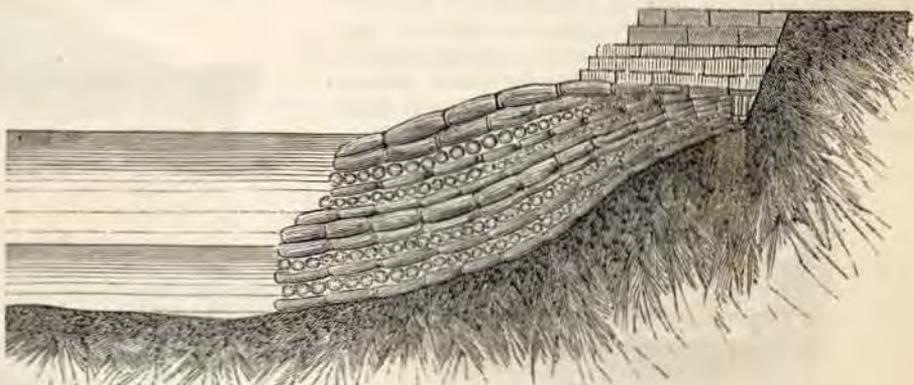


Fig. 839.



Fig. 840.

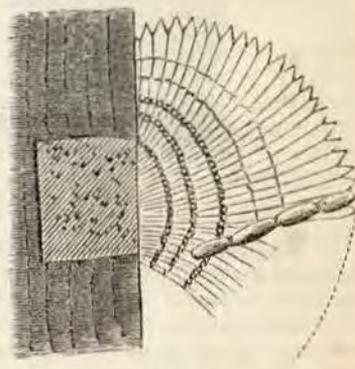


Fig. 841.

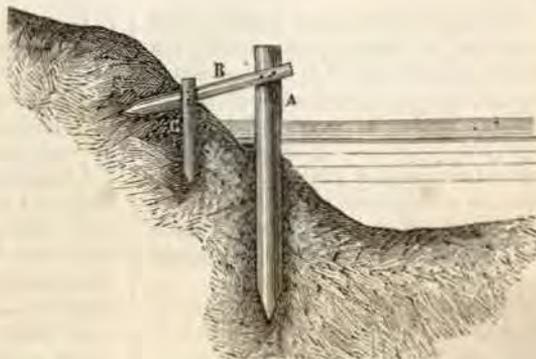


Fig. 842.

ducono vortici; questi escavano il fondo, e la sponda è minacciata di nuovo.

2) **Lavori di rosta.** — Consistono nel formare un insieme di terra e fascine con molti strati alternati e sovrapposti l'uno all'altro. Alla loro costruzione si procede così: — si apre una fossa a piè della ripa o dell'argine in frodo, profonda circa un metro sotto il fondo naturale del fiume, larga quanto la divisata potrazione della scarpa e lunga quanto lo richiede il caso, e dicesi cassa di lavoro; nel suo fondo livellato si dispone uno strato di fascine alto due decimetri, e si conficcano verticalmente vari ordini di pertiche a distanza fra loro di circa quattro decimetri; l'altezza di queste varia da due a tre metri, in modo che affondino più o meno secondo la natura del suolo, e sporgano due decimetri dallo strato di fascine; fra queste sporgenze s'intessono fila per fila delle verghe o bacchette di legname, il qual tessuto dicesi cordonata, e nel suo interstizio si getta uno strato di ghiaja o terra ben battuta. L'aggregato di uno strato di fascina, e di quello di terra, dicesi un piano di *rosta*. Quindi si forma un secondo piano, e poi altri fino all'altezza necessaria; ciascun piano dev'essere alquanto rientrante sul sottoposto in modo da ottenersi la voluta inclinazione dal lato delle acque (fig. 843 e 844).

Fig. 843.

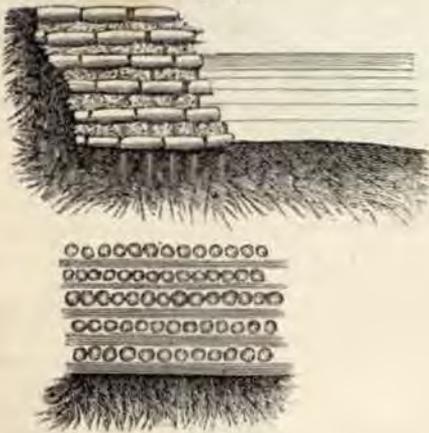


Fig. 844.

L'impianto di questa difesa, che dicesi anche meglio opera di *sostegno*, va fatto in generale durante le magre del fiume sul suolo rimasto asciutto; ma qualora debba farsi dentro acqua, l'altezza di questa si supera con un impianto di pali grossi e riempitura di frasche e terra ben pistonata nella faccia superiore a livello delle magre; il che forma fondamento al lavoro di rosta, invece della cassa suddetta.

I piani di rosta sotto il pelo delle magre possono farsi adoperando legna secche, e diconsi piani morti; ma quelli superiori è importante che siano di legna fresche, perchè possano germogliare e produrre l'imboschimento che assicura la durata ed il più valevole rassodamento dell'opera.

e) **Scogliere, sassaje e rivestimenti di pietrame.** — Le scogliere o sassaje difendono molto bene le sponde in corrosione ed hanno il vantaggio di potersi gettare a posto anche quando il fiume sia in piena, o che la corrosione sia in progresso.

Queste gettate informi si fanno a piè della sponda, cioè nell'altezza delle acque ordinarie; la parte superiore invece si difende dalle azioni della piena e da quelle atmosferiche mediante un rivestimento di pietrame

grosso disposto ad arte, e qualche volta grossamente lavorato.

Tali rivestimenti si adoperano anche quando il piede della ripa è saldo naturalmente, o con diverso mezzo convenientemente corroborato: ad ogni modo debbonsi innestare con l'opera sottostante, il che si raggiunge per mezzo di un conguaglio di malta o calcestruzzo di cui si riempiono i vuoti della sassaja, se questa trovasi già eseguita. Altre volte si comincia dall'impiantare una specie di paratia con tavole longitudinali affidate a pali infitti nel fondo.

Le sassaje molte volte si sostengono per mezzo di una specie di gabbia fatta di pali verticali, correnti orizzontali e traverse.



Fig. 845.

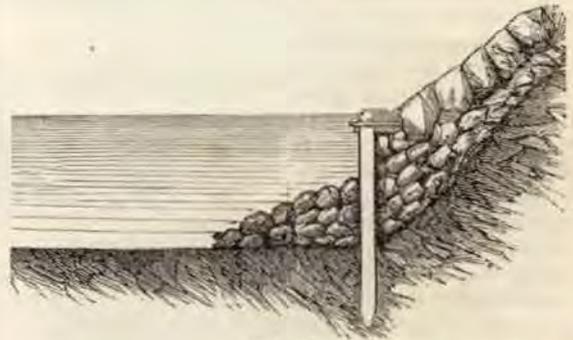


Fig. 846.



Fig. 847.

Lo spessore del rivestimento di pietra si fa di 0^m.20 a 0^m.30 quando è di circa un metro di altezza, e cresce di 0.06 a 0.08 per ogni metro di altezza in più. È preferibile disporre le pietre incertamente, o a filari inclinati, anzichè orizzontali; e si prepara loro, come letto di posa, uno strato di terreno che non gonfi con l'acqua.

L'inclinazione di questi rivestimenti suol farsi con la base da 1 a 2 per 1 di altezza. Quando sono molto inclinati resistono meglio alla corrente, all'abbassamento subitaneo delle piene ed al passaggio dei ghiacci, le quali circostanze sono le principali cause di degradazione delle sponde (fig. 845, 846, 847).

Le sassaje sogliono anche farsi miste ai gabbioni, come si usa nel Reno, nelle regioni ove la pietra è rara; cioè a piè della sponda corrosa si affondano dei gabbioni o

buzzoni, dando al loro insieme una scarpa di 3 per 1, che per l'affondarsi degli obici stessi si riduce al 2 per 1. Quando questo rassetto è raggiunto si versa alla rinfusa del pietrame in modo che ne risulti una scarpa di maggiore inclinazione.

f) *Rivestimento di muratura.* — Quando la spesa maggiore sia giustificata dal bisogno, allora si possono adoperare anche i rivestimenti di muratura. Due fogge di tali lavori vengono rappresentate dalle fig. 848 e 849.

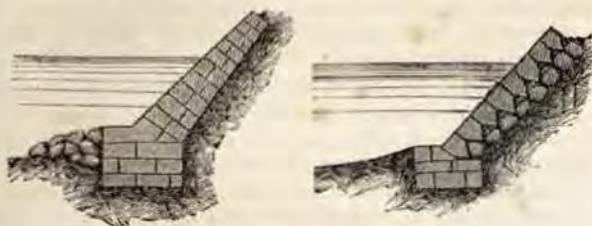


Fig. 848.

Fig. 849.

Un sistema più robusto dei precedenti con fondazione di calcestruzzo fra paratie parallele, o con una sola paratia esterna, è rappresentata dalla figura 850. Le parti

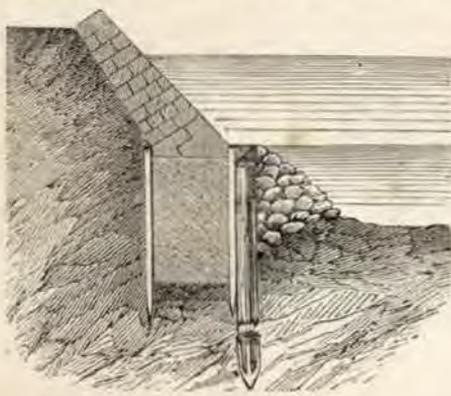


Fig. 850.

superiori hanno spessore decrescente dal basso al ciglio della sponda. Si usa anche di fare dei rivestimenti di calcestruzzo a scaloni nell'interno, con lo spessore negli angoli rientranti non minore di 0^m.40, quando la natura del terreno è di sufficiente consistenza. In fine il calcestruzzo può adoperarsi in prismi già preparati e consolidati, cui si dà la sezione triangolare equilatera (vedi figure 851 e 852).

Da ultimo si possono considerare tra i rivestimenti, i muri di sponda, cioè quei muri di sostegno ai fianchi naturali che non possono reggere nelle condizioni ordinarie, e dove non possano applicarsi i rivestimenti suddeseritti. Essi servono a regolare l'alveo con una sezione ampia e con poca diversità di larghezza tra il fondo e la parte superiore; epperò tali muri fanno il doppio ufficio di sponda al livello variabile delle acque e di sostegno ai terreni laterali, ed anche molte volte fanno l'ufficio di dighe longitudinali. Possono essere necessari nei tronchi dei fiumi prossimi o interni alla città, ove non può darsi all'alveo sezione troppo ampia.

La loro costruzione è generalmente costosa, soggetta ad avarie per la potenza escavatrice della corrente di piena; epperò, specialmente se il letto del fiume è mobile o alluvionale, la fondazione dei muri di sponda deve essere attentamente riguardata.

La forma e la struttura di tale fondazione variano con la natura del suolo sul quale dev'essere impiantata, con la profondità alla quale deve giungere per poggiare su di un suolo inattaccabile dalla corrente per sua natura, o perchè la medesima non abbia potenza ad escavare fino a quel limite.

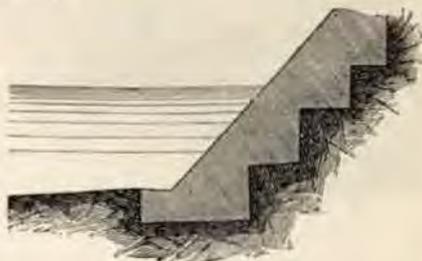


Fig. 851.

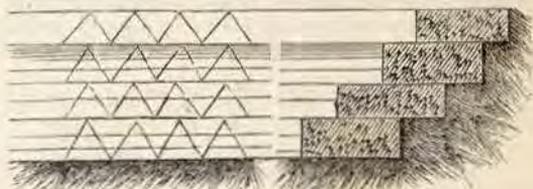


Fig. 852.

La stabilità dei muri di sponda, per quanto riguarda le loro dimensioni, si determina con le regole generali dei muri di sostegno, tenendo conto dell'altezza totale, delle pressioni cui soggiacciono e delle possibili infiltrazioni alle spalle. In massima è conveniente il profilo trasversale con la forma esterna a scarpa rettilinea o curva; e quando l'altezza è rilevante può convenire che sul lato interno il muro sia rinforzato da contrafforti con archi di discarico.

Allorchè siffatti muri formano anche sostegno alle strade cittadine può convenire connettervi le opere alla strada stessa relative, come i canali di fognatura. Il progetto di regolazione del Tevere urbano contiene alte mura di sostegno alle sponde ad alle vie lungo Tevere, che serviranno anche a contenere le piene. Può riscontrarsi sul proposito il rapporto della Commissione governativa istituita con decreto del ministro dei lavori pubblici 1° gennaio 1871 per studiare e proporre i mezzi di rendere le piene del Tevere innocue alla città di Roma.

II. — Pignoni. — Moli e pennelli.

Fra le opere per garantire gli argini in froldo ed anche le sponde in corrosione nei grandi fiumi, si adoperano i così detti pignoni o moli, costituenti difese di maggior effetto che non sono quelle esaminate di sopra, perocchè tendono ad allontanare la corrente dal froldo.

Il molo è un manufatto che dall'origine o dalla sponda sporge nel fiume normalmente, respingendo la corrente; genera così i molenti, cioè la quiete delle acque nei due angoli a' pie' dell'argine o della sponda in froldo, ove depositano le torbide, costituendo un fattore di stabilità tanto alla sponda o all'argine che al molo stesso.

Le forme più usate per tali moli è quella di un tronco di piramide triangolare con la base maggiore appoggiata sulla fronte del froldo, come è indicato nella figura 853, che rappresenta il molo visto in pianta; ABCD è la faccia del froldo: tutto il solido è GEFHIK rappresenta il molo applicato sul froldo con la faccia FGE, e disposto normalmente alla direzione dell'argine o della sponda.

Tale posizione lo Zendrini insegna essere la più efficace. La cresta GK è inclinata in modo che l'estremo K termini al pelo magro del fiume.

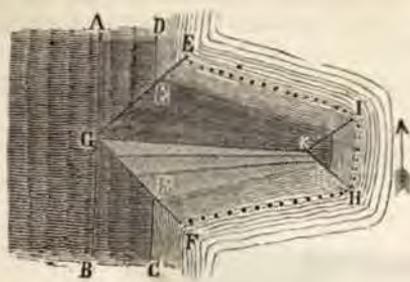


Fig. 853.

La fronte HIK, il petto FGKH e la spalla EGKI esigono abbondante declivio, relativamente maggiore di quello del fronte dell'argine. Le facce esposte alla corrente vanno difese da mantellature, perchè non siano facilmente attaccate.

La struttura dei moli può variare secondo i materiali che si hanno disponibili. Possono farsi interamente di terra, con rivestimenti di mantellature, o mediante obici e pietrame.

Il Viviani suggeriva l'impiego dei prismi o cantoni di smalto; il Zendrini ha praticato nel Po e nell'Adige l'impiego di gabbioni ripieni di buona terra cretosa: questo sistema tuttavia in uso è da preferirsi, quando il fondo del fiume sia corroso o in generale poco stabile, per cui potrebbe ingojare gran numero dei suddetti cantoni, prima che l'assetto del molo non fosse raggiunto; mentre con i lunghi obici manufatti si evita in parte questo eccessivo affondamento.

I gabbioni si adoperano finchè il lavoro non sia giunto all'altezza principale delle piene mezzane, riempiendo i vuoti fra essi con terra, paglia o strame; la rimanente altezza si compie con semplici volpare ben collegate.

Pennelli. — Questi repellenti hanno un ufficio più esteso di quello dei moli; mentre difendono le sponde e gli argini attaccati, allontanano la corrente dalla sponda del fiume alla quale s'intestano e la spingono verso quella opposta ove possono produrre desiderati effetti di esca-

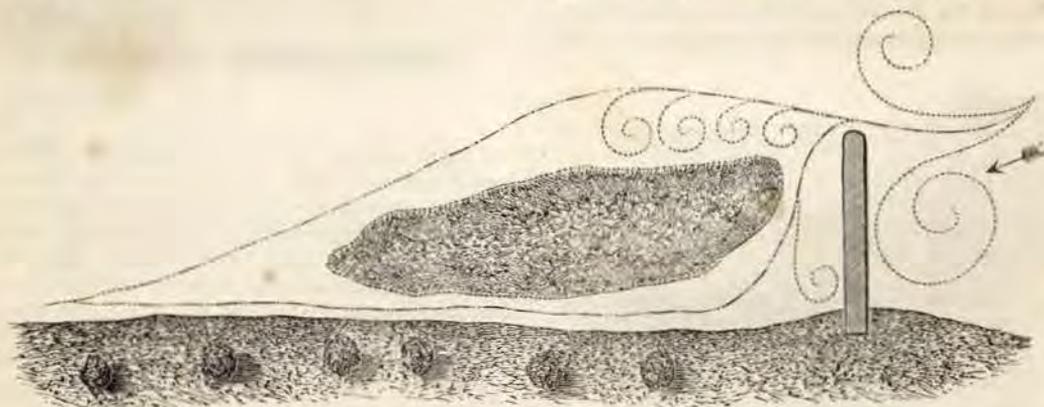


Fig. 854.

vazione; rallentano la velocità delle acque nell'angolo sottoposto e l'aumentano nel corpo della corrente, s'avanzano nel fiume in direzione obliqua o normale alla sponda, od anche opposta alla direzione della corrente. Perchè rispondano allo scopo, devosi nel loro impianto avere riguardo alle seguenti condizioni:

- | | |
|------------------|------------------|
| 1° la situazione | 3° la forma |
| 2° la direzione | 4° le dimensioni |

Sulla prima si prescrive che il pennello debb'essere innestato in un punto dell'arginatura o della sponda che non sia attaccata; e nel caso ciò non potesse ottenersi per l'estensione del frodo, devosi l'intestatura internare molto nella ripa e difenderla con l'affondamento di opportuni materiali; affinché non s'accrescano le escavazioni ed i gorghi.

Sulla seconda, cioè la direzione, seguendo la pratica più antica, conviene aver di mira che il pennello venga investito obliquamente dalla corrente, ossia facendo con essa un angolo molto acuto; non per tanto deve facilitare la deposizione delle torbide alle spalle ed avere la potenza di rivolgere il filone della corrente contro l'alluvione formatasi verso la sponda opposta. Tanto il detto angolo che la necessaria lunghezza del pennello non possono fissarsi con una regola determinata e costante: solo può ritenersi per norma, che la direzione debba incontrare l'opposta alluvione in un punto alquanto superiore a quello contro il quale si vuole rivolgere il filone della

corrente; e che la lunghezza di sponda che un pennello può difendere sia eguale a circa cinque volte la sporgenza dello stesso, misurata normalmente alla sponda.

È invece opinione degli'ingegneri francesi che sia da preferirsi la direzione normale alla sponda, non solo a quella divergente, ma anche a quella convergente con la corrente, che dagli ingegneri italiani è raccomandata.

Ciascuna delle indicate direzioni produce un movimento vorticoso o molente dal lato a monte, e nel sotto corrente può prodursi la divisione della corrente; ma il filone principale è sempre allontanato dalla sponda.

A parità di lunghezza del pennello è certamente da preferirsi la direzione normale a quella obliqua, perchè i movimenti vorticosi sono nel primo caso maggiormente allontanati dalla sponda. Però la direzione obliqua convergente offre all'opera migliori condizioni di stabilità per se stessa sulle altre giaciture, invitando dolcemente la corrente a deviare; sicchè quando questa è veloce, le perturbazioni, i movimenti vorticosi e le escavazioni all'estremità del repellente sono meno sensibili di quelle che sarebbero prodotte da un repellente normale, posto che i loro estremi giungano nel medesimo punto dell'alveo.

La direzione divergente dalla corrente non è adottata che in casi affatto speciali, poichè difende minor tratto di sponda, non facilita molto i depositi, ed il movimento vorticoso a monte è troppo attivo (Veggansi le fig. 854, 855, 856).

Da molte esperienze fatte sul Reno francese dall'ingegnere De Fontaine sulla direzione dei pennelli (*épis*) l'angolo di 135° è stato trovato il più adatto, tanto se il pennello è ripiegato verso a monte, quanto se ripiegato verso valle. È certo che gli effetti più sensibili sia di allontanamento del filone che dei vortici dalla sponda che vuoi difendere, come pure il maggiore deposito alluvionale, non possono ottenersi che con l'aumento della sporgenza dell'opera dalla sponda nel fiume; e siccome a parità di lunghezza del pennello la difesa maggiore si raggiunge con la direzione normale alla sponda,

così a preferenza conviene adottare, per ottenere i summentovati effetti, la direzione normale.

Sul Reno si ebbero identici risultati, con pennelli lunghi m. 50 e formanti angolo di 135° con la sponda di sopra corrente, che con pennelli normali e lunghi metri 35.50. Quindi il pennello normale essendo tanto più breve, per difendere uno stesso tratto di sponda, è da preferirsi per l'economia. Ad evitare poi che le escavazioni ed i movimenti vorticosi alla estremità del pennello normale ne compromettano la stabilità, si provvede con la forma speciale da darsi alla testata.

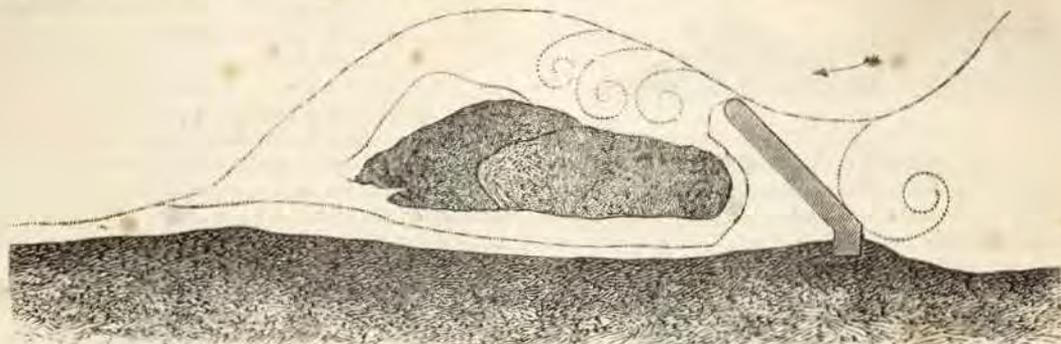


Fig. 855.

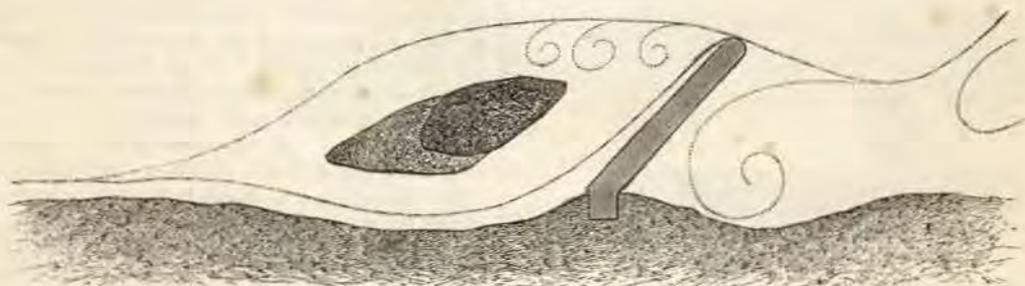


Fig. 856.

Quando si formino filii di corrente, come indicano le tre figure 854, 855, 856, profittando dello interrimento a forma d'isola, è facile allontanare quei rivoli con opere basse e di piccole dimensioni, fatte con fascine, le quali collegano l'isolotto alla sponda.

In quanto alla forma, la sezione trasversale generalmente conveniente ha la figura trapezia con la faccia verso a monte assai inclinata, e ciò maggiormente verso l'estremità, per evitare sensibili movimenti vorticosi. Longitudinalmente suol darsi al pennello il ciglio inclinato, per modo che l'estremità riesca al di sotto delle acque mezzane. Questa è invero una pratica antica condannata dai più recenti costruttori, perchè rende i pennelli facilmente attaccabili sul loro dorso, e consigliano invece fare il ciglio orizzontale sommergibile; però questa ultima maniera è applicabile solo quando trattasi di difendere le sponde e non già l'arginatura, ovvero quando trattasi di difendere o l'una o l'altra dalle piene mezzane e non già anche dalle massime.

In pianta si adotta molte volte l'andamento curvo invece del rettilineo, in specie quando il pennello ha direzione convergente con la corrente, ed in generale la curvatura si fa più pronunziata all'estremo del pennello, rendendosi così meno facile l'escavazione ed evitando pur sempre i movimenti vorticosi.

Si raccomanda principalmente che i pennelli sieno bene

innestati alla sponda per assicurar loro la massima stabilità, considerando che al principio del loro impianto le escavazioni sono facili a pronunziarsi. Fra i mezzi più adatti, e adoperati anche sul Reno, vi è quello di difendere il pennello con altre opere più basse e meno sporgenti della sponda, ovvero dare al pennello una forma particolare al punto dell'innesto, come indica la fig. 857, in cui A è il pennello, B è un piccolo molo che lo precede, il quale si collega alla base del pennello con l'opera muniente CD. È anche molto commendevole ed ha dato ottimi risultati sul Reno, la forma indicata nella figura 858, che dicesi pennello-diga o pennello a T e dai Francesi *épis-barrage*, la quale facilita l'interrimenti alla base del pennello ed al suo attacco colla sponda, e rende solida la estremità diminuendo quivi i vortici ed i gorgli.

In quanto a dimensioni, la lunghezza dei pennelli dipende dalla larghezza dell'alveo e dalla lunghezza del frodo da difendere, non che dalla direzione che si vuol dare al pennello stesso. Allorchè questo abbia anche lo scopo di far distruggere l'alluvione opposta, avrà maggiore effetto quanto più la sua estremità si avvicini al greto: ma l'eccessiva lunghezza potrebbe essere causa di sconforti, quindi bisogna essere ben cauti nel determinarla.

L'altezza, seguendo la regola di portare il ciglio inclinato in un modo che l'estremità nel fiume sia sotto-



Fig. 857.

posta alle piene mezzane e l'intestatura sia emergente dalle massime piene, dipende, oltrechè dal frodo, dalle altezze dei vari stadii dell'acqua. Quando voglia farsi orizzontale dipende anche dall'altezza delle piene che convenga far correre liberamente in tutto l'alveo.

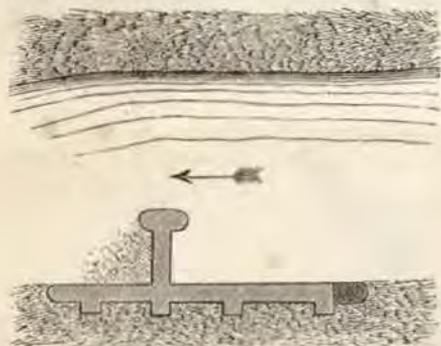


Fig. 858.

La grossezza dev'essere proporzionata all'altezza ora detta, alle forme, alla violenza della corrente, all'angolo con la stessa, ed infine alla struttura diversa che si adoterà. Questa può essere simile a quella dei paradori per

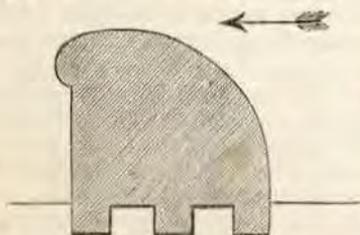


Fig. 859.

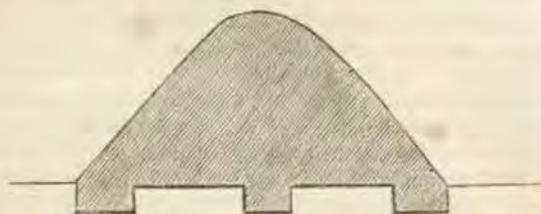


Fig. 860.

pennelli di piccole dimensioni ed in fiumi di poca importanza; si adoperano in altri casi gabbioni ben disposti nella loro sovrapposizione, collegati con paletti e virgulti, costipati negli intestizii da terra e strame, e possono anche costruirsi con sole fascine e terra prati-

cando similmente ai lavori di rosta. Quando i pennelli hanno una destinazione del tutto definitiva, allora si costruiscono di terra rivestiti di muratura disposta nella stessa maniera come per il consolidamento delle sponde; infine possono costruirsi a modo di sassage ed anche di muratura regolare cementata.

Quando dai pennelli siano da temersi escavazioni eccessive nell'alveo ristretto, si preferiscono dei manufatti poco sporgenti dalla sponda, i quali possono paragonarsi ai moli innanzi descritti allorchè poco sporgenti, tanto per la loro forma che per il loro ufficio, e somigliano alle opere di difesa o munienti che i Francesi chiamano *épis de bordage* (fig. 859 e 860). Si costruiscono con fascinati incastrati alla sponda caricati di terra o pietrame; la loro altezza è inferiore a quella delle piene ordinarie; s'impiantano a distanza fra di loro non maggiore del doppio della sporgenza.

Nei piccoli fiumi si usano dei pennelli mobili o ambulanti formati di legname, a foggia di cavalletti rivestiti da tavolato, od anche galleggianti composti da una specie di cassa molto allungata. Si assicurano alla sponda per mezzo di pali e si corredano sul fronte con tessuti di fascine per renderli efficaci; e quando l'effetto sia raggiunto, tali pennelli si rimuovono per collocarli altrove.

S'adoperano anche a far le funzioni di pennelli dei lunghi alberi da cima, folti di rami e foglie, coricati nel fiume con il tronco verso la sponda.

In massima i pennelli o repellenti vogliono essere adoperati, per lo scopo suddetto, con parsimonia e con molto accorgimento, atteso la grande influenza che essi hanno sul corso dell'acqua e sul reggime del fiume, per cui si può facilmente incorrere nello scambio del benefico effetto che si desidera ottenere, con cause di turbamenti maggiori. Si trova utile cosa d'impiegare molti pennelli successivi in luogo di un solo troppo prolungato, difendendo così lungo tratto di sponda, senza produrre molta perturbazione nella corrente.

S'impiegano i pennelli, come dighe o argini in forma di prolungati muri d'ala nel sopracorrente e sottocorrente dei ponti che restringono l'alveo dei fiumi, per avviare la corrente a passarvi senza urti contro le spalle dei ponti o dei rilevati d'accesso; e similmente s'adoperano per difendere le scarpe dei rilevati medesimi. Di questi pennelli, o argini interrotti, si riscontrano molti esempi nelle costruzioni di ferrovie che si sviluppano lateralmente agli ampi letti di fiumi e torrenti, occupandone talvolta una zona o traversandoli con grande obliquità.

III. — Argini, loro ufficii, struttura e manutenzione.

a) Gli argini sono quei manufatti di terra che occorrono principalmente a formare le inalveazioni dei fiumi, ossia servono in genere a costituire un ostacolo alla espansione delle acque correnti. Fanno lo stesso ufficio contro le acque stagnanti al fine di contenerle e circondarle, come per esempio, occorrono a contornare i bacini di espansione o di sedimentazione, e per difendere una bassura dall'invasione delle acque. In taluni casi s'impiegano per deviare la corrente di un fiume in altro alveo, e per molteplici bisogni ed ufficii, sia temporanei che definitivi, occorrenti al governo delle acque. Secondo il loro diverso ufficio prendono nomi diversi: si denominano argini *maestri* quelli destinati a contenere

le maggiori piene dei fiumi, che sormontano le ripe naturali; fanno allora parte delle opere che diconsi munienti; s'impiantano a grande distanza dalle sponde naturali non solo per lo scopo loro precipuo, ma anche perchè non sieno immediatamente attaccati dalla corrente in piena, e perchè nello spazio interposto possa cavarsi il terreno necessario a rinfiancarli o rialzarli al bisogno. Tale spazio dicesi *golena* o *restara*, e quindi l'argine dicesi in *golena* o in *restara*.

Argine in *froido* dicesi quello che sovrasta immediatamente alla ripa senza lasciar *golena*.

Argine *longitudinale* è quello che segue nel suo insieme l'andamento del fiume.

Argine *laterale* qualunque tratto degli argini suddetti che sia parallelo alla corrente del fiume.

Argine *soprastante* quello che diverge dalla direzione della corrente, allontanandosi da monte a valle.

Argine *soggiacente* quello che si dirige in senso inverso del precedente.

Diconsi anche genericamente argini *trasversali* o *ortogonali* quelli che sono normali alla direzione della corrente, e che sono piuttosto intenti a restringerla o respingerla; vanno però nella categoria delle opere respingenti e ricevono altra denominazione, come a suo luogo si è detto.

Prende infine il nome di argine *circondario*, quello che cinge un'estensione di terreno per difenderlo dalle inondazioni.

Argine *traversagno* è quello che, per l'ufficio stesso, è posto a traverso un territorio.

Cavedone dicesi quell'argine che si costruisce particolarmente in un fiume o canale, per interrompervi il corso dell'acqua.

b) *Forma e parti diverse.* — La sezione trasversale di un argine è quella indicata alla fig. 861. I due fianchi AB e CD possono essere egualmente o disegualmente inclinati: la sommità dell'argine si fa inclinata da un lato o convessa e dicesi *colmo* o *cappello*: la parte *aBCd* dicesi *corpo* dell'argine: *AaB* forma il *petto* dell'argine, perchè esposto verso la corrente; mentre la parte opposta *CdD* dicesi *spalla*: le due facce inclinate o fianchi *AB CD* formano le *scarpe* dell'argine. La fig. 862 indica la sezione di un fiume e di un suo argine: *AB* è l'alveo; *BC* la *golena*; *CDE* è l'argine.

Il solido principale dell'argine è molte volte rinforzato da altri solidi aggiunti, sia dalla parte interna, che è quella dal lato del fiume, sia dalla parte esterna, come indica la fig. 863. Ivi *RGHS* è l'argine semplice; la parte aggiunta che dicesi *banca* è il solido *IST'K*, e serve di

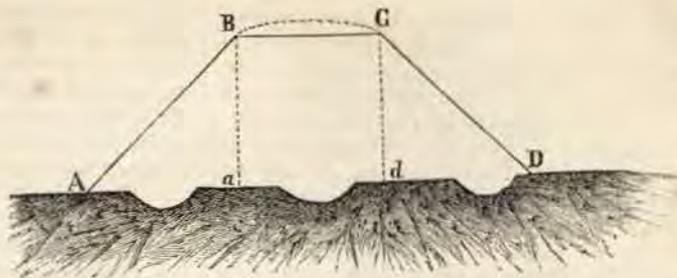


Fig. 861.



Fig. 862.

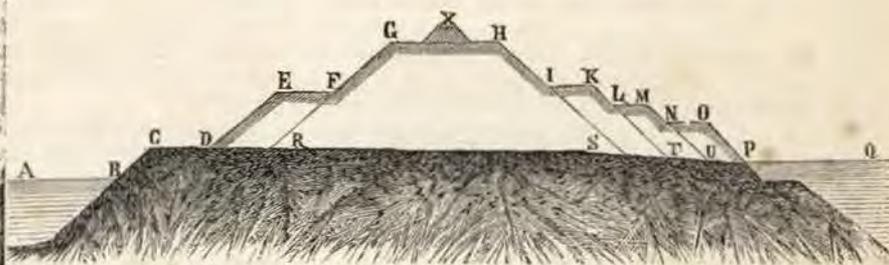


Fig. 863.

rinfianco alla parte esterna dell'argine; se vi sono altri solidi dicesi *sottobanche* come *LTUM*, e l'ultima *NOPU* *pedibanca*: il simile solido *FRDE* dalla parte interna dicesi *antipetto*. Qualora alla sommità dell'argine debbasi fare un arginello *X* di rialzamento, esso dicesi *soprassuolo*.

c) *Dimensione e stabilità degli argini.* — L'altezza degli argini dev'esser tale che la sua sommità riesca elevata almeno quattro decimetri sul pelo delle massime piene, la quale altezza dicesi *franco*: ordinariamente tale altezza si assegna di 0^m.50. Nel progettare un argine e stabilirne l'altezza bisogna tener conto del calo o ribassamento che le terre subiscono durante la costruzione costipandosi, e che può raggiungere un settimo dell'altezza totale; sicchè l'altezza di progetto sarebbe data dal valore:

$$y = \frac{8}{7} (a + 0.50)$$

essendo *a* l'altezza delle acque massime. Questa proporzione però del calo all'altezza totale varia con la qualità del terreno che s'impiega nella fattura dell'argine, quindi può essere anche maggiore di quella suddetta, e bisogna tenerne conto nella compilazione dei progetti.

D'altra parte, nel determinare l'altezza normale dell'argine rispetto al livello delle acque, dev'esser tenuto conto anche del possibile ribassamento del suolo, se di natura cedevole, sotto il carico che l'argine vi produce.

La stabilità dell'argine è devoluta allo spessore del corpo ed all'inclinazione delle scarpe. Lo spessore del corpo o larghezza in cima dev'essere notevolmente maggiore di quella sufficiente alle condizioni dell'equilibrio,

non solo perchè l'argine è soggetto ad essere investito dalla corrente, ma anche perchè sono molte le cause di degradazione che lo sfacciano. È avviso dei pratici che la larghezza alla sommità di un argine longitudinale non debba essere inferiore a metri 2: la si ritiene anche ordinariamente eguale all'altezza, ma varia secondo l'ufficio dell'argine, la coesione del terreno che lo compone ed altre circostanze speciali. Il più saggio ammaestramento è quello di prender norma dalle arginature poste in condizioni simili a quelle in cui il nuovo argine va costruito; e d'altra parte la sommità dev'essere, a seconda dei casi, sufficientemente larga pel transito dei pedoni, delle cavalcature e dei carri, e che permetta lo impianto di un soprassuolo nel caso d'imprevedute escrescenze del fiume.

Le scarpe debbono essere tanto più protratte quanto è maggiore l'altezza dell'argine, quanto più è esposto all'urto della corrente, quanto meno è buona la qualità del terreno di cui deve costruirsi, e quanto meno è consistente il suolo su cui è impiantato l'argine. Di queste regole dev'essere viè più tener conto per la stabilità della scarpa interna, cioè quella verso l'alveo del fiume.

Molti pratici assegnano alla scarpa interna l'inclinazione di 2 di base per 1 di altezza, se il terreno che s'impiega è argilloso; se nella terra si contiene sabbia dev'essere adottare l'inclinazione di 3 per 1; e di 4 per 1 quando le terre sono di cattiva qualità, ossia quasi prive di coesione naturale. Le scarpe esterne possono essere di inclinazione minore, ossia corrispondente a quella del naturale declivio delle terre; generalmente si fanno di uno e cinquanta per uno, o di uno per uno.

d) **Precetti nell'effettiva costruzione.** — Bisogna aver riguardo:

1° Che le terre che s'impiegano non sieno cuorose o sabbiose; si preferisca invece la terra alquanto argillosa; quando non possa aversene di buona qualità si accrescano le dimensioni e si facciano più protratte le scarpe:

2° Che il fondo sul quale dev'essere impiantato l'argine sia esplorato e saggiato, e qualora si rinvenga cuoroso, o altrimenti cedevole, e non si possa evitarlo, si accrescano come sopra le dimensioni dell'argine e delle scarpe:

3° Che prima d'impiantare l'argine il suolo sia zappato e sia espurgato dalle erbe, radici e sterpaglie. Dai buoni costruttori si consiglia creare anche una specie di immorsatura, per mezzo di fossi longitudinali, come nella figura 861:

4° Che si pratici lo sminuzzamento e lo spurgo delle terre destinate a formare l'argine, e si spandano a strati orizzontali, che diconsì cordoli, non più alti di 12 centimetri, e che vengano pistonati ed inaffiati se la costruzione si fa nella stagione arida:

5° Che la costruzione progredisca in tutta la lunghezza o nel più lungo tratto possibile, innestando fra di loro i vari tratti per via degli strati orizzontali:

6° Che sieno a breve distanza messe le sagome, e fra queste distesi i fili longitudinali, tanto per l'inclinazione delle scarpe come per l'altezza dei cordoli:

7° Che la sommità, quando fosse piana, abbia l'inclinazione dalla parte interna; e parimenti sia inclinata la sommità dell'antipetto: dalla parte esterna invece debbano inclinarsi le sommità delle banche e delle sottobanche. Quando poi la sommità fosse convessa, la sua freccia si faccia eguale ad $\frac{1}{100}$ della corda:

8° La stagione adatta per la costruzione degli argini è la temperata, ed anche l'inverno, purchè non vi sia l'influenza delle nevi e dei geli: quando il terreno fosse troppo bagnato per soverchia pioggia non dovrebbe essere impiegato, affm di evitare assetti ineguali:

9° Il terreno per gli argini potrà imprestarsi dalle golene ove i cavi possono essere ricolmati dalle piene; questi però debbono tenersi lontani dal piè dell'argine non meno di 4^m, essere trasversali rispetto al fiume, poco profondi e non molto vicini fra loro. I cavi poi per imprestar terreno dalle campagne adiacenti debbono farsi a distanza non minore di 15^m dal piè dell'argine:

10° Si faccia a meno, se è possibile, di esporre all'acqua le nuove arginature, finchè non abbiano completo assettamento, e che sieno prestamente guarnite nei fianchi di spoglie erbose, come quelle dette piote o pellicce, o che vi sieno seminate erbe graminacee.

11° Infino è essenziale di cominciare la costruzione degli argini dal tronco inferiore e progredire verso l'alto, a meno che il fiume non sia già inalveato nelle proprie alluvioni.

e) **Difesa degli argini.** — I lavori di difesa sono intenti a premunire gli argini minacciati da corrosioni: queste possono dipendere o dalla recente costruzione, o da poca stabilità delle scarpe, o perchè trovati l'argine soggiacente rispetto alla corrente.

Alle prime cause si ovvia col rivestire la superficie minacciata a mezzo delle così dette *mantellature*, delle quali si è parlato a proposito della difesa delle sponde. Bisogna che il rivestimento stesso si protenda fino al fondo del fiume se l'argine è in frodo, e fino al piede se in restara.

I mezzi per difendere gli argini minacciati dalla corrente, per effetto della loro direzione rispetto a quella, sono vari. Ricordiamo prima i paradori o le palafitte, le steccaje e le passonaje, delle quali si è parlato nella difesa delle sponde: si adoperano pure i gabbioni, i gorzi, i buzzoni e le burghie, con le medesime avvertenze raccomandate per le sponde minacciate da corrosioni.

Da ultimo, alla insufficienza delle scarpe dell'argine si rimedia colla protrazione delle stesse, fortificandole se fa d'uopo con opportuni lavori di fascine o legna verdi in vario modo tessute ed adattate al fronte dell'argine, o con l'aggiunzione dei succitati obici.

Nei corsi d'acqua molto veloci le semplici mantellature o i rivestimenti con obici non sono sufficienti, e però si ricorre ai più solidi rivestimenti, quali sono i *lavori di rosta*, di cui si è parlato anche in proposito delle difese alle sponde.

IV. — Riparazione degli argini. — Chiusa delle rotte in tempo di piena.

I lavori esaminati innanzi sono quelli che valgono a difendere gli argini esposti a qualche minaccia di deperimento; sono di altro genere quelli necessari a riparare i danni avvenuti, ed a correggere le cause che possono riprodurli.

I danni possono derivare o da viziosa struttura degli argini, o da cattiva posizione loro rispetto alla corrente del fiume, come sarebbe per un argine soggiacente.

1° **Casi di viziosa struttura.** — Questa può dare origine ad un calo impreveduto, alle spaccature o pelli, ai trapelamenti di acqua. Per riparare un calo impreveduto non vi è da praticare altro che il rialzamento dell'argine ed il suo ringrosso, perchè la sommità riesca della necessaria larghezza. Ma se il calo si verifica durante la piena, in via provvisoria, si costituirà sulla sommità ricalata un soprassuolo.

Le spaccature ed i pelli possono derivare da parziale cedimento del suolo o da ineguale rassettamento del terreno inarginato, e si riparano per mezzo di rin-

flanchi interni o esterni; ove questi non bastassero ad assicurare l'argine, nel tempo opportuno, va ricostruito il tratto difettoso.

I trapelamenti che d'ordinario si verificano negli argini di nuova costruzione a poco a poco si vanno estinguendo a misura che si completa il loro assetto; ma se continuano, presentando acque torbide, allora richiedono pronto riparo, e sono sovente ingenerati da meati rimasti nel corpo dell'argine per putrefazione di sostanze vegetali frammiste al terreno, ovvero da trafori fatti dalle volpi o dalle talpe per crearne le loro tane: cotali trapelamenti diconsi *fontanazzi*. Per rimediarvi efficacemente, s'usa tagliare una piccola trincea longitudinale nella scarpa dell'argine, profonda tanto da attraversare il meato, la quale si riempie di terreno argilloso ben battuto a strati. Non conviene eseguire tal lavoro durante la piena, ed invece si può turare provvisoriamente il fontanazzo in un estremo o nell'altro mediante bozzoli di paglia o strame; ma se ciò non basta, miglior partito è quello di costruire dal lato della campagna una parata o un arginello semicircolare, che circonda l'uscita dell'acqua formando così una piccola conca; entro di questa l'acqua mettesi a livello della piena del fiume, neutralizzando la causa che tendeva ad ingrandire sempre più il meato, e che minacciava di distruggere l'argine. Cessata la piena, l'argine dev'essere ricostruito o riparato nei modi anzi detti.

2° *Casi di cattiva direzione.* — Siffatta circostanza mette l'argine in condizione da renderlo attaccabile dalla corrente obliquamente, e può tanto la causa quanto il danno che ne risulta essere accidentale o permanente. Nel primo caso si può riparare l'argine, difenderlo o rinfrancarlo coi sistemi già descritti; o infine eseguire il lavoro che dicesi di scarico o di ributto, perchè consiste nel ritagliare l'argine dal lato del fiume, seguendo la linea della corrosione, e rimpicciandolo dal lato esterno. Contemporaneamente debbonsi però distruggere le cause accidentali della corrosione, allargando ed escavando l'alveo del fiume, o respingendo la corrente a mezzo di moli o pennelli, secondo che il criterio dell'ingegnere giudicherà più adatto al caso.

Quando poi il danno e la causa che lo ha prodotto sono permanenti o necessari, come altrimenti suol dirsi, bisogna allora adottare rimedii più radicali intenti a correggere, ovvero a distruggere la detta causa. Tali rimedii sono:

a) *Ritiro d'argine.* — *Coronella.* — Può riconoscersi che un tratto di fiume, dopo rosa tutta la golena, attacchi l'argine in frodo, e che poscia abbia stabilita la sua curvatura in modo che possa ritenersi giunta al massimo grado; nel qual caso la corrosione dicesi *stabilita*. Allora conviene ritirare l'argine per un intero tratto, cioè ricostruirlo conforme alla svolta medesima, lasciando una golena di giusta larghezza: dicesi tal nuovo argine *coronella* ed i suoi attacchi col vecchio *impiccagliature*. Nel costruire la coronella, oltre alle regole generali per la buona struttura d'un argine, devesi aver per norma di lasciare il vecchio argine, riparandolo e difendendolo opportunamente, finchè il nuovo non sia completato e sia rassodato durante due anni, o almeno uno: devesi approfittare delle piene per farle penetrare nella conca fra i due argini, praticando dei piccoli tagli alla sommità del vecchio, almeno in tre stadii differenti di altezza d'acqua: assicurato così il rassodamento e la buona struttura dell'argine, conviene attendere una piena, e quando questa comincerà a decrescere tagliare a molta distanza dall'impiccagliatura inferiore dei fossati larghi non più di un metro e profondi tanto da

scaricare una parte delle acque della conca, ma in modo che il livello di queste resti qualche decimetro superiore al livello della piena, seguendo poi il decrescimento della stessa fino al più basso livello.

Ciò fatto, si apre il frodo da cima a fondo e per la lunghezza di 8^m a 10^m presso ciascuna delle impiccagliature, a distanza però non minore di 12^m da quella superiore ed 8^m da quella inferiore; la sopravveggenza piena s'incanalerà per la prima apertura, ed a poco per volta distruggerà il vecchio argine.

Nonostante queste pratiche, che debbonsi attentamente seguire, fa d'uopo tener d'occhio la coronella per apportarvi quelle difese immediate che occorressero.

b) *Tagli o drizzagni.* — Se il ritiro dell'argine non possa eseguirsi e che invece si stimi più opportuna cosa quella di correggere il corso vizioso del fiume, distruggendo una o più lunette, ciò si ottiene mediante i tagli o drizzagni, nei quali si fa prendere al fiume un nuovo andamento che risulti innocuo all'argine.

La sicura riuscita dei tagli dipende dalla buona scelta della linea, che ne stabilisce l'andamento, e dalla giudiziosa condotta dell'operazione necessaria ad immettere la corrente nel nuovo alveo; per il che sono commendevoli le regole date dal Guglielmini.

1° Si stabilisca l'incile del taglio in modo che possa imboccarvi direttamente il filone del tronco superiore.

2° Che lo sbocco del taglio secondi, più che è possibile, la direzione del filone nel tronco inferiore;

3° Che quando ciò non possa ottenersi con una sola linea retta, si raggiunga con due rette, ma che l'angolo fra le due direzioni sia più ottuso che è possibile, e ricordato da larga curva;

4° Che per facilitare l'imbocco del filone, quando non sia tangente alla traccia del taglio, debba farsi uso di qualche repellente;

5° Che la traccia del taglio sia la più breve possibile, affinchè si aumenti la caduta fra i termini del nuovo alveo, il cui nome di drizzagno nasce precisamente da questa utilissima regola.

Scelta come innanzi la linea del taglio, non è necessario farne l'escavazione per tutta la lunghezza corrispondente al nuovo alveo; ma basta aprire una piccola trincea che dicesi *savenella*, nella quale al sopravvenire delle piene le acque s'incanalano e producono da per loro il necessario allargamento che permetterà di rivolgervi tutta la corrente, costruendo un *cavedone* nel vecchio letto del fiume. Questa è la parte più importante e difficile del lavoro, che si esegue similmente alla presa delle rotte, salvo casi particolari nei quali può convenire di ricorrere a grandi gettate di sassi, o come in Francia si usa ai fascinati detti *a barba*, che rendono facile il progresso del lavoro dalle due sponde verso il mezzo, ed a strati successivi.

Quando trattisi di sbarrare un'altezza d'acqua rilevante o una corrente forte, può convenire con molta garanzia di buona riuscita di costruire non già un solo cavedone, ma parecchi l'uno alle spalle dell'altro ed a breve distanza, con altezza crescente. Così le piene, successivamente scavalcando quegli argini, depositeranno le torbide negli spazi interposti, corroborando tutta la chiusa.

Per facilitare l'escavazione della *savenella*, può farsi più larga verso l'incile, ovvero farne due o più da questo lato, convergenti in una sola: il taglio però devesi sempre praticare da valle a monte. Quando poi il suolo sia tenace tanto da non poter essere escavato dalla forza erosiva della corrente, o che sia urgente spingere le acque nella nuova inalveazione, allora converrà fare ad arte

tutto il cavo di questa. Le arginature laterali al nuovo alveo dovranno precedere l'immissione in esso delle acque affinché trovinsi già costipate.

Tali regole si applicano anche per quei tagli o drizzagni che sono assai utili o necessari negl'infimi tronchi dei fiumi, per dirigerne le acque alla foce, o per facilitare lo scarico delle piene.

Non sempre le circostanze locali permettono il ritiro dell'arginatura, ovvero la nuova direzione dell'alveo, come quando esistono in vicinanza dei bassi fondi, o altre cause particolari; ed allora bisogna ritornare al sussidio dei mezzi artificiali di difesa, abbondando in opportuni rivestimenti di gabbionati; ma soprattutto è la vigilanza e l'immediato soccorso, con l'adatta applicazione che l'arte consiglia, che possono salvare le arginature dei fiumi da guai considerevoli.

V. — Delle rotte negli argini e loro presa.

La rotta è quello squarcio o quella buca che s'apre in un tratto dell'argine che non ha resistito alla violenza della piena.

Il chiudimento ossia la *presa delle rotte* è una delle più ardue ed importanti operazioni dell'arte dell'ingegnere e consiste nella ripristinazione dell'argine distrutto. Le difficoltà provengono dalla corrente che si incanala per la rotta, e dagli sconvolgimenti che essa produce nel suolo sul quale dev'essere rifatto l'argine: sono maggiori o minori secondo la diversa giacitura del fiume rispetto alle laterali campagne, epperò conviene distinguere la presa delle rotte in due classi.

Appartengono alla prima classe quelle rotte che avvengono in arginature di fiumi, il cui pelo magro è ad un livello più basso delle campagne laterali (nelle quali condizioni trovasi il Po nella maggior parte del suo corso); allora si chiudono con poca difficoltà, usando le seguenti avvertenze:

1° Non deve porsi mano ad alcun lavoro di presa, se le acque non siano tornate allo stato di magra, cessando così la corrente nella rotta;

2° Se nell'andamento dell'argine distrutto, la corrente avesse escavato profondi gorgi, sarebbe contrario alla riuscita del nuovo argine ed all'economia volere ristabilire l'argine nella stessa direzione, convenendo meglio ritrarlo con un andamento tale da evitare per quanto è possibile i maggiori sconcerti esistenti sul suolo.

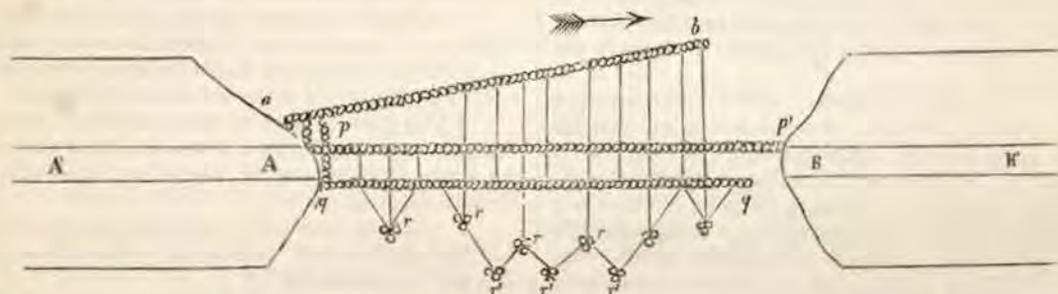


Fig. 864.

3° La ripristinazione dell'argine s'incomincia dai due estremi della rotta, procedendo verso il mezzo, e con la massima alacrità fino al chiudimento;

4° Siccome la mira di costruire presto l'argine, per non essere sopraffatti da nuova piena, obbliga talune volte a trascurare nella costruzione qualcuna delle regole per la migliore struttura dell'opera, così per supplirvi bisogna abbondare nelle dimensioni dell'argine stesso, e corroborarlo con antipetto, banche e sottobanche, proporzionatamente all'altezza;

5° Essendo probabile che la piena sopravvenga prima del rassodamento dell'argine, è opportuno difenderne il fronte, specialmente se trovasi in frodo, con opere di mantellature, di difesa e di rinforzo.

Appartengono poi alla seconda classe quelle rotte che avvengono in arginazioni dei fiumi le cui magre sono emergenti sul piano della campagna, per la quale circostanza riesce malagevole la loro presa che deve farsi sotto l'azione della sfrenata corrente. Il concorso delle pratiche che, sulla scorta dello Zendrini, debbono allora seguire è il seguente:

1° Essendo inutile qualunque tentativo pel chiudimento durante la piena, si applichino gl'ingegneri con tutti i sussidii dell'arte a riconoscere le circostanze della rotta ed a mettere in opera tutti i mezzi per limitare la inondazione e facilitare lo scarico delle acque espanse, perchè non si fermino lungamente dopo chiusa la rotta; e si apparecchino intanto i materiali occorrenti e quelli approvvigionamenti che possono facilitare l'operazione della presa;

2° Al primo decrescere della piena si fortificheranno con paradori o altre armature i due capi dell'argine squarciato A e B (fig. 864);

3° Per stabilire l'andamento da darsi al nuovo argine si procede a numerosi scandagli del fondo tanto nel cavo della rotta che nelle adiacenze, facendo pure gli assaggi del terreno. Con tali rilievi, avendo riguardo alle circostanze del fiume, si stabilisce la traccia da darsi al nuovo argine;

4° Stabilita la detta direzione, prima di por mano al lavoro, si cerca di attenuare la forza della corrente costruendo un paradore *ab* innanzi la imboccatura della rotta; la sua direzione dev'essere di circa 10° in convergenza col filone del fiume, partendo dal labbro superiore della rotta, o a poca distanza da questo; deve essere lungo tanto da coprire il labbro inferiore della rotta, o per lo meno oltrepassare il filone della corrente che si rivolge per quella via; la sua struttura, l'altezza dei pali d'affondarsi e quella in risalto devono essere accuratamente stabilite in proporzione con l'altezza delle acque, la qualità del suolo e la forza della corrente: così se questa è rapida e la profondità molto grande, conviene piantare i pali uno accanto all'altro, o a distanza non maggiore di un diametro loro, con vari ordini di filagne o corse, e rivestiti nel fronte da fitto tessuto, e rinforzati alle spalle da molte catene ed orboni;

5° Indi si passa alla chiusura della rotta, cominciando dal piantare due palificate parallele di struttura eguale a quella del paradore, delle quali l'una *pp'* in

corrispondenza del ciglio interno dell'argine, che dicesi *palificata maestra*, e l'altra col ciglio esterno *qq'*, che si denomina *contropalificata*. Si procede nel loro impianto contemporaneamente in senso opposto, l'una dal labbro inferiore, l'altra dal superiore della rotta: talune volte si continuano finchè si coprono senza giungere agli estremi: si collegano insieme a mezzo di catene e di filagne, e molte volte anche a mezzo di traverse col sovrastante paradore; infine si rinforzano dal lato esterno, collocando dietro la palificata altri ordini di pali isolati o aggruppati, come *rr'*, ai quali si legano gli orboni. Lo spazio interposto fra i due ordini di palificate parallele dicesi *cassa di volpare*.

È importante rinforzare coi detti mezzi, a preferenza, quella parte del sistema che giace attraverso la direzione del filone del ramo d'acqua corrente per la rotta dopo il collocamento del paradore e delle palificate, la qual parte dicesi perciò *castello di rotta*. Ordinariamente quel filone divide l'ampiezza della rotta in due parti, delle quali la superiore sta all'inferiore come 2 a 1;

6° Compiti i detti lavori, si riempie la cassa di volpare procedendo dai due estremi verso il castello, e similmente se ne gittano esternamente nella linea del piè della scarpa dell'argine quanto basti: indi si completa e si configura l'argine coi metodi ordinari.

I suindicati procedimenti debbonsi eseguire con la massima alacrità tanto da ridurre a pochi istanti il tempo necessario a dare la *stretta* alla rotta, cioè a dire a chiudere il varco alle acque attraverso il castello; per la qual cosa bisogna aver pronta gran copia di volpare, di gabbioni o di altri obici simili.

Per diminuire la corrente durante l'esecuzione dei lavori suindicati occorrenti alla chiusura della rotta, si ricorre a tutti quei mezzi che possono condurre a siffatto scopo; così non ha guari sul Po furono impiegate a costituire il fronte del paradore una banda di grossa tela incatramata, legata ai pali nel labbro superiore ed affondata mediante pesi legati al labbro inferiore.

Il nuovo argine servito a chiudere la rotta, per la fretta con la quale vien costruito, per la varietà della struttura, per la irregolarità e cedevolezza del fondo sul quale è impiantato, ed infine perchè soggetto ad essere di fresco investito dalla corrente, è bene che abbia ricche dimensioni; perciò i pratici gli assegnano grossezza maggiore di una quarta parte di quella dell'argine al quale si attacca, e l'altezza maggiore dello stesso per una sesta parte; si consiglia anche che l'argine nuovo venga corroborato da banche e rivestito da mantellature. Allora quando l'apertura della rotta è assai ampia, si comincia dal restringerla avanzando due tratti d'argine dai capi della rotta, intestati solidamente, e ciò per quanto la forza della corrente lo permetta.

Molte volte, come sul Po, le rotte avvengono per sifone, cioè per trapelamento delle acque dal sottosuolo di natura permeabile o cuoroso. Per distruggere siffatta causa permanente, ripresa che sia la rotta, il più adatto e commendevole sistema è quello della costruzione di diaframmi di argilla approfondati longitudinalmente nella restara, traversando l'altezza dello strato cattivo del suolo. Tal sistema si va applicando ora su parecchi fiumi del Veneto, come al Bacchiglione; ma non tutti gli idraulici sono concordi nel propugnarlo.

In generale, quando le circostanze del sottosuolo possono dar luogo all'indicato passaggio delle acque, il che porta come conseguenza la rotta dell'argine, devesi aver cura che la restara non sia solcata dall'aratro, che invece sia coltivata a prato, e che gli argini intermedi non

sieno troppo rialzati da impedire l'espansione della piena oltre un dato limite; poichè la maggiore altezza delle acque può vincere la resistenza del suolo così da penetrarvi e sfondarlo, farsi strada di sotto l'argine, e produrre la rovina.

CAPO V. — DELLA NAVIGAZIONE SOPRA FIUMI.

I. — Generalità, condizioni necessarie ad esercitare la navigazione.

I fiumi sono stati utilizzati per trasporti, almeno in discesa, dai più remoti tempi, anche prima che si realizzassero le vie rotabili: pochi alberi abbattuti, legati fra loro, formavano una zattera per sostegno e veicolo di oggetti pesanti. Anche in epoca antichissima, cavi o canali, o tratti di alvei artificiali, hanno dovuto servire alla navigazione, come nelle Indie, in Egitto, nella Mesopotamia, nell'Australia, nel Perù; e ad esempio più evidente si ricorda, che in diverse epoche il Mar Rosso è stato unito mediante tronchi di canali al Mediterraneo o al Nilo; il primo canale costruito in Francia fu la *Fossa mariana*, che Mario fece aprire dai suoi soldati 102 anni avanti l'era cristiana, per migliorare l'accesso al Rodano dal golfo di Foz.

Nel dodicesimo secolo s'iniziò in Italia un'era di grande sviluppo e progresso per lavori intorno ai fiumi ed ai canali navigabili, specialmente in Lombardia sotto i Visconti e gli Sforza, e sono memorabili i progressi dovuti all'immortale Leonardo da Vinci, in specie per perfezionamenti apportati alla costruzione delle conche di navigazione (V. CANALI NAVIGABILI).

Dopo tali progressi nell'arte di costruire i canali navigabili s'inaugurò in Francia una nuova era per la navigazione interna, cioè quella sopra fiumi o sopra canali, in specie nel 17° e nel 18° secolo. Fino al 1840 maggiori spese furono impiegate al miglioramento della navigazione fluviale ed ora, nonostante la estesa rete delle ferrovie, il trasporto per via d'acqua trova ancora sensibile economia sui trasporti ferroviari. I vantaggi della ferrovia sono incontestabili in quanto a celerità, per assicurare il monopolio del trasporto dei passeggeri e delle merci di valore, ed alla possibilità di stabilirsi e penetrare dovunque; ma d'altra parte la via d'acqua è conveniente sempre per economia al trasporto delle merci pesanti. Alcune linee dell'estesa rete dei canali francesi sostengono perciò la concorrenza alle ferrovie; cosicchè molte sono le opere che anche oggi si eseguono per migliorare, completare ed aumentare la navigazione interna; senonchè è riconosciuta maggior convenienza nel *canalizzare*, ossia rendere navigabili i fiumi, anzichè sostituir loro dei canali laterali.

Il trasporto per via d'acqua costa in Francia la quarta parte di quello su via rotabile, sempre quando la velocità della corrente resti al di sotto di un metro a minuto secondo; ed a parte le condizioni particolari di luoghi, può ritenersi che la navigazione sopra fiumi è proficua quando la velocità della corrente sia tale che la spesa per la trazione fatta da animali, nel rimontare il fiume, vada compensata dall'economia che se ne fa nella discesa; cioè che nel senso della corrente non faccia bisogno di alcun motore o sforzo per condurre il battello, sia che serva ad accelerarne il moto, sia che serva a ritenere il battello stesso, allorchè, per eccessiva velocità dell'acqua, sarebbe trascinato con pericolo d'investimento.

La velocità superflua è molto nociva, come si dimostra coi seguenti esempi. La Senna, tra Rouen e Parigi, ha la velocità di 0^m.80, eccetto in qualche punto ove raggiunge 3 metri; ivi i cavalli impiegati al rimorchio dei

battelli fanno lo sforzo ciascuno di 20 tonnellate, camminando con la velocità di 0^m.60. Sul Rodano, tra Arles e Lione, ove la velocità varia fra 1^m.50 e 2^m.00 e qualche volta 3 a 4 metri, ciascun cavallo non tira più di 10 a 12 tonnellate con la velocità di 0^m.40. Invece sui canali, ove l'acqua è quasi morta, i cavalli tirano da 25 a 60 tonnellate con la velocità da 1 metro a 0^m.50.

Da questi e da altri esempi si ricava, che essendo la velocità di un metro quella del passo ordinario del cavallo con sforzo convenevole, per ottenere l'istesso effetto su di un fiume, la cui corrente abbia un metro di velocità, che su di un canale ad acqua quasi stagnante, vi occorre una forza presso a poco quadrupla; cioè che quattro cavalli percorrendo un metro al secondo fanno lo stesso sforzo per un dato carico su di un fiume che ha un metro di velocità, di quello fatto da un sol cavallo che rimorchia su di un canale ad acque quasi stagnanti; e se la velocità fosse maggiore nel fiume, lo sforzo necessario a muovere i battelli crescerebbe presso a poco come il quadrato delle velocità. Ora da siffatta proporzione dei trasporti sopra fiumi a quelli sopra canali si ha che quando la velocità della corrente è maggiore di un metro, il vantaggio della via per acqua sulle strade ordinarie è nullo, poichè, come si è detto innanzi, il trasporto sopra acqua quasi stagna costa una quarta parte di quello su strade ordinarie.

D'altra parte, per essere possibile la navigazione in un fiume, questo deve avere determinata profondità di

acqua secondo una linea continuata, lungo il *talweg* dell'alveo; e la corrente deve serbare velocità moderata non solo, ma non molto variabile.

La prima condizione è indispensabile, mentre per la seconda la velocità eccedente può esser vinta nella salita con l'aumento della forza motrice, nella discesa con l'aumento della resistenza; a parte la convenienza economica di siffatto rimorchio in relazione coi mezzi per effettuarlo.

Nei fiumi che trasportano sabbia o ghiaja, la profondità è variabile da un punto all'altro della sezione trasversale, e varia anche nel medesimo punto da un'epoca all'altra; sicchè per prevenire i naviganti s'adopero i segnali detti *gavitelli*, o le piccole *boe*, od anche semplici pali infitti nel fondo. Questi meglio si adoperano nei bassi fondi lungo le sponde; il loro allineamento limita la via d'acqua nella quale deve praticarsi la navigazione.

Tali segnali sono specialmente indispensabili presso le foci ove i materiali depositano in abbondanza, e la corrente è molto sparsa e variabile.

Sotto i ponti la navigazione è anche difficile e pericolosa per causa dell'accrecimento di velocità, delle contro-correnti e dei vortici che vi si formano; epperò vi sono necessari anche i pali di ormeggio e di ritenuta, quando non vi siano altri mezzi richiesti per il rimorchio dei battelli.

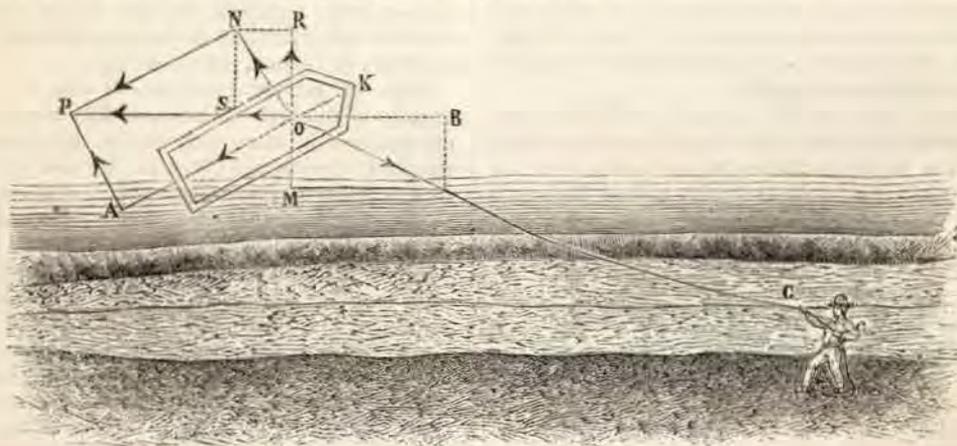


Fig. 865.

II. — Mezzi usati per la trazione.

I battelli possono essere messi in movimento da motori animati o da motori meccanici (la vela o il vapore). Il movimento impresso col primo mezzo è il più antico ed anche oggi il più generalmente impiegato, dicesi *rimorchio* con *alaggio*, poichè fatto impiegando uomini, cavalli, muli e qualche volta asini e bovi che, camminando su d'una via che fiancheggia una delle sponde del fiume o del canale (eccezionalmente su ciascuna delle due sponde), tirano il battello mediante una corda attaccata al medesimo. Il *cammino di alaggio* o *strada alsaja* è pertanto indispensabile alla trazione animale: deve avere la larghezza non minore di metri 2 per un cavallo e da 2.50 a 3 metri per due cavalli; poichè, come vedremo, gli animali debbono camminare in posizione alquanto obliqua alla direzione della corrente.

La posizione del cammino d'alaggio è determinata naturalmente dalla linea che seguono i battelli, e deve stare sulla via alla quale il *talweg* è più vicino.

L'alaggio è interrotto quando il fiume è cavaleato da un ponte, oppure si prolunga in foggia di banchina appoggiata lungo la spalla del ponte sotto l'arcata.

La trazione si esercita in direzione obliqua a quella del movimento, e la corda che a ciò serve deve avere limitata lunghezza, ed essere legata a circa $\frac{1}{3}$ di distanza dalla prua sul battello: se la corda si legasse alla prua il battello sarebbe tratto contro la riva e vi urterebbe. La figura 865 mostra il battello e la corda OC legata in un punto come O, ad un terzo circa dalla prua. La resistenza che il fluido oppone al moto nella direzione OP si decompone in due, l'una secondo l'asse OA del battello, l'altra normale ON: questa a sua volta si decompone in due, l'una OS che misura la forza ritardatrice, l'altra ON che tende ad allontanare il battello dalla riva. D'altra parte lo sforzo prodotto dalla corda si decompone in due, OB nella direzione del movimento ed OM normalmente allo stesso. OM tende a bilanciare la forza OR, epperò allora le condizioni del moto saranno migliori quando OM sarà eguale ad OR, al che

devesi soddisfare con l'opportuna direzione del battello rispetto a quella del moto o della corrente; e si ottiene legando la corda nel più opportuno punto ed anche manovrando il timone o talune alette laterali di cui i battelli sono muniti.

Più piccolo si fa l'angolo delle due direzioni suddette, maggiore sarà la componente nel senso del movimento; quindi data la lunghezza della corda, è bene che la via di alaggio sia quanto più vicino è possibile alla riva, per vantaggiare la trazione del battello; e d'altra parte la corda non può essere troppo lunga, perchè non diventi pesante e non faccia sensibile catenaria, col che toccherebbe l'acqua accrescendosi così lo sforzo necessario alla trazione; ed altri inconvenienti ne emergerebbero.

Ciò premesso, gli elementi principali da considerare riguardo all'alaggio sono: il numero di uomini o cavalli attaccati a ciascun battello, il carico utile, la velocità del moto, il cammino giornaliero, il prezzo di trazione per tonnellata chilometrica.

Quando sono degli uomini che rimorchiano, ve ne ha non meno di due camminando ciascuno su di una sponda, il battello porta da 80 a 150 tonnellate; la velocità è ordinariamente di 0^m.50 per secondo, ovvero 1800 metri all'ora; e il cammino giornaliero di 8 a 12 chilometri. Questa trazione fatta molte volte da donne o da fanciulli non costa più di 6 ad 8 millesimi per tonnellata chilometrica.

L'alaggio più generalizzato è quello fatto da cavalli; il carico varia da 100 a 275 tonnellate; la velocità del moto è di un metro a secondo, ovvero 3600 metri all'ora, a parte il tempo che perdesi per il passaggio dei sostegni. Il cammino giornaliero è di 20 a 30 chilom.; il prezzo varia da 10 a 15 millesimi per tonnellata chilometrica sui canali francesi del Nord; di 20 a 30 sui canali del centro; da 20 a 40 ed anche più sui fiumi in salita.

Queste notizie riguardano i canali navigabili di Francia, variando da un canale all'altro fra i limiti riportati.

Rimorchio a vela. — Nei grandi fiumi si può navigare alla vela, che molte volte serve di sussidio al rimorchio degli animali; così sul Reno, sul Rodano, sulla Garonna. Le ragioni che impediscono l'uso costante della vela sono tre:

1° La poca larghezza dei fiumi che rende impossibile di bordeggiare per inflare il vento;

2° La loro sinuosità che neanche permette di prendere molto vento in tutte le direzioni;

3° La forma della carena dei battelli (cioè senza chiglia) che rende difficile di governarli, e li espone a molta deriva.

A quest'ultimo inconveniente non si potrebbe rimediare senza disappunto del tonnellaggio dei battelli rispetto ad un medesimo tirante d'acqua; infatti un risalto di metri 0.20 alla chiglia farebbe perdere, ad un battello lungo 50 metri e largo 6 metri, la portata di 20 tonnellate di carico. I battelli olandesi a vela, che navigano in mare del pari che nei numerosi canali e placidi fiumi, hanno piccolissima chiglia; sono però muniti di una specie di paratoja che portano sospesa e che affondano in acqua da un lato del bordo per soffrire meno deriva sotto vento.

Navigazione a vapore. — Il vapore è impiegato in tre modi diversi nella trazione dei battelli; al movimento cioè dei propulsori (a ruota o ad elica) collegati al battello; a sviluppare la forza di motori fissi che funzionano da rimorchiatori; ed infine, a rendere più facile ed attivo il tonnellaggio detto dai Francesi *tonnage*.

Quest'ultimo sistema è invero uno dei mezzi di rimorchio, che si applica anche senza la forza del vapore,

ossia con la forza animale. È costituito nel seguente modo: una catena o cavo fisso negli estremi ed abbandonato nel fiume passa sul bordo del battello ove aderisce o si avvolge a un tamburo; la forza dell'uomo applicata alla corda tende a svolgere la stessa sul tamburo, ma la corda essendo fissa negli estremi obbliga il tamburo a scorrere lungo di essa, e quindi il battello a muoversi, similmente come si muovono le comuni scafe per traversare i fiumi.

Il tamburo può essere mosso dal vapore ed allora, per l'aderenza che la corda vi prova si svolge facendo camminare il tamburo, cioè il battello che lo regge.

Il tonnellaggio altro non era in origine che il modo di fare avanzare un battello con l'aiuto di un cavo o d'una catena, di cui una estremità era legata invariabilmente ad un punto sulla riva o al battello, e l'altra si avvolgeva ad un verricello. Se il verricello era situato sul battello, la corda era legata al punto fisso verso il quale doveva avanzare il battello; se il verricello era a terra al sito d'approdo, l'estremo della corda era legato al battello. Il verricello in qualsiasi caso può essere mosso da una macchina a vapore, come si è detto per i tamburi.

È evidente la superiorità del tonnellaggio con la catena abbandonata nel fiume e fissa ai due estremi, al più antico sistema ora ricordato: nonpertanto si ritiene in generale più vantaggioso il rimorchio a vapore quando il rimorchiatore è fisso e trae le barche da trasporto mediante gomene o catene; tal mezzo è stato adottato sul fiume Saône, ove due rimorchiatori fissi lavorano alternativamente. La superiorità d'un mezzo all'altro è certamente dovuta al concorso di molteplici circostanze particolari di luogo e di traffico.

Il tonnellaggio, come anche i propulsori, hanno qualche vantaggio sul sistema dell'alaggio; infatti non hanno bisogno delle strade alzate, non è necessario mantenere il canale profondo in prossimità di una delle sponde, le giornate di lavoro possono essere più lunghe, quindi vi è maggior convenienza economica.

I rimorchiatori o battelli animati da propulsori a ruota o ad elica possono portare su loro stessi i passeggeri e le merci; ovvero essere semplici rimorchiatori di uno o più battelli riuniti in convoglio. Sieno dell'una specie che dell'altra, al principio del loro uso, si ritennero utili solo in corrente di mite velocità, e stimavasi superiore la forza del cavallo quando la velocità della corrente è sensibile: la qual cosa è giustificata dal perchè una parte della forza sviluppata dal propulsore per produrre il movimento è assorbita dalla resistenza al moto del rimorchiatore stesso. Ma sui fiumi la cui sezione d'acqua è grande in larghezza e profondità, il battello può avere ricche dimensioni, ossia tonnellaggio utile rilevante; allora la parte della forza assorbita per spingere lo scafo anche contro corrente è proporzionatamente discreta; dappiù ora la superiorità dei piroscafi è assicurata col concorso dei perfezionamenti adottati nella loro costruzione, sia in riguardo a forma che a leggerezza dello scafo, quanto al tipo della motrice o del propulsore, in specie se ad elica.

III. — Conservazione della navigabilità.

Per conservare le condizioni di navigabilità, alle quali un fiume può naturalmente soddisfare, è mestieri prevenire l'alterazione dell'alveo.

Il trasporto dei materiali dal bacino superiore o di raccolta, o da qualche affluente, può produrre il rialzamento del fondo in modo vario, quindi alterazione anche nella velocità e nell'andamento del flume.

L'attenuare siffatto trasporto è un provvedimento

devoluto ai lavori di regolamento generale, che sonosi distesamente esaminati innanzi.

Localmente poi influiscono nell'alterazione delle condizioni necessarie alla navigazione le corrosioni delle sponde, le quali protraendosi di molto, oltre il materiale che ne andrebbe trascinato verso il mezzo dell'alveo, o più in giù fino alla sponda opposta, aumentano la larghezza della corrente e quindi ne diminuiscono l'altezza.

Vi sono esempi di corrosione di sponde che progrediscono di 10 a 12 m. per anno, altre di 10 m. in 24 ore, come si osserva sul Reno francese.

Queste grandi corrosioni cambiano l'andamento del filone per modo che ogni naturale requisito di navigabilità può andare perduto.

Per conservare adunque la naturale larghezza e l'altezza della corrente, non che l'andamento del filone, è indispensabile garantire le sponde dalle corrosioni, al che servono le opere di difesa, cioè le scogliere, i rivestimenti di pietrame, di legname o di fascine, e le piantagioni, come pure gli speroni ed i repellenti, dei quali mezzi si è discorso nel capo IV.

In quanto alla conservazione della profondità, se questa possa venire alterata da cause proprie al fiume, tutte le opere che hanno lo scopo di regolarne il corso sono applicabili e adatte al bisogno. Possono nondimeno tornare utili altri mezzi ed altre opere che sono comuni ai provvedimenti per migliorare e creare la navigabilità dei fiumi.

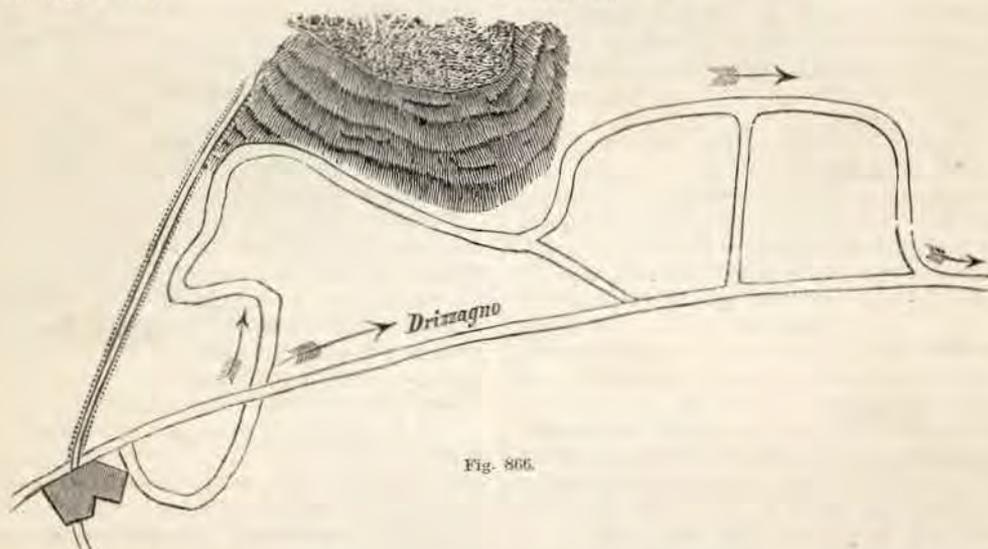


Fig. 866.

IV. — Miglioramento delle condizioni di navigabilità e mezzo per crearle.

I lavori pel miglioramento delle condizioni di navigabilità su di un fiume, come quelli per renderla affatto possibile, ove naturalmente nol sia, consistono nel raddrizzare l'andamento troppo tortuoso, diminuirne la corrente troppo rapida, aumentarne la profondità ove sia deficiente.

1° Raddrizzamento delle svolte. — I goniti e le svolte troppo brusche presentano talune volte dei pericoli nella discesa dei battelli, e rendono impossibile l'alaggio nella salita, quindi in questo caso è indispensabile modificarle. Ma se un fiume abbia lunate larghe e stabilite, o che tutte le altre condizioni di navigabilità sieno permanenti, è prudente cosa non alterare l'andamento naturale dell'alveo. Questo è il risultato dell'equilibrio fra la resistenza del terreno e la forza della corrente; modificando l'andamento tale equilibrio sarebbe turbato, la velocità aumentata attaccherebbe il fondo e le sponde, quindi si avrebbero dei depositi e nuove sinuosità, perchè il fiume tende sempre a riprender il suo primitivo andamento.

Per impedire siffatti inconvenienti occorrono lavori di molto rilievo lungo l'alveo, tali da resistere alla continua azione della corrente; le quali opere non sempre è conducente applicare.

Non pertanto v'ha esempi di raddrizzamenti eseguiti a scopo della navigazione e ben mantenuti anche in fiumi torrentizii. Tal è quello eseguito sul fiume Aude a valle di Coursan (Francia) nel 1775: il nuovo alveo (fig. 866), lungo la metà dell'antico, ha la pendenza ad acque magre ordinarie di 0,214 per 1000: fu aperto della larghezza di

soli 12 metri, e mano mano si stabilì a 60 m.; le sponde furono difese con opere di fascine, di poi consolidate dalle piantagioni.

2° Diminuzione della velocità. — Tale effetto potrebbe ottenersi allungando il corso del fiume o allargando la sezione dell'alveo; ma nè l'uno nè l'altro mezzo sarebbero al certo commendevoli in pratica, giacchè potrebbero creare quegli inconvenienti che altrove si dura pena a rimuovere.

L'allargamento della sezione dell'alveo potrebbe tornare opportuno quando la nuova ampiezza possa bene coordinarsi con quella già propria dell'alveo a monte ed a valle; così il moto vario della corrente da un tratto all'altro del fiume sarebbe ridotto alla maggior possibile uniformità.

Più sicuro e diretto mezzo per diminuire la velocità della corrente, ossia la pendenza dell'alveo, è quello di rialzare il pelo d'acqua a valle del tratto di soverchia velocità, accumulando quivi la pendenza eccessiva in forma di salto o caduta; la qual cosa si ottiene per mezzo delle *chiuse*, *traverse* o *dighe traversali*.

Queste opere formano anche precipuo mezzo per aumentare la profondità delle acque e farla giungere all'altezza necessaria al pescante dei battelli.

3° Aumento della profondità. — Questa può ottenersi nelle necessarie proporzioni in diverse maniere, che sono:

- a) l'escavazione del fondo;
- b) il restringimento dall'alveo per mezzo di pennelli trasversali e dighe longitudinali;
- c) la riunione dei bracci secondarii in quello principale del fiume;
- d) le dighe o chiuse formanti stramazzo.

a) Per praticare l'escavazione del fondo con efficacia bisogna por mente alle cause che cagionano il rialzamento del letto.

In alcuni fiumi che hanno letto ampio e trasportano molti materiali, il rialzamento del fondo il più delle volte non è che alternato, cioè dipendente solo da cambiamento di direzione nel filone della corrente: l'escavazione delle secche in questo caso sarebbe vana, perchè facilmente si riformerebbe il deposito in altro punto, essendo la corrente impotente al trasporto delle materie. In generale l'escavazione artificiale torna utile quando il deposito che ha prodotto il rialzamento del fondo proviene da una causa accidentale, come la corrosione di una sponda, o l'impianto di qualche nuova opera nel fiume. Non per-

tanto qualche volta l'interesse della navigazione è tale, che comporta un lavoro ripetuto di escavazione per sgombrare i banchi alluvionali, ed allora si ricorre ai seguenti metodi.

Nei fiumi a fondo mobile, ove in generale le secche o banchi di depositi non sono molto grandi, l'escavazione si ottiene facendo un solco artificiale d'una certa larghezza, nel quale infiltrandosi la corrente poco per volta rode tutto il deposito.

Quando il fiume presenta una successione di alti e bassi fondi, nel cavare questi bisogna aver cura di procedere accuratamente e a tentativi, affinchè una troppo pronunciata escavazione non faccia ribassare le acque al di sotto dell'altezza necessaria alla navigazione.



Fig. 867.



Fig. 868.

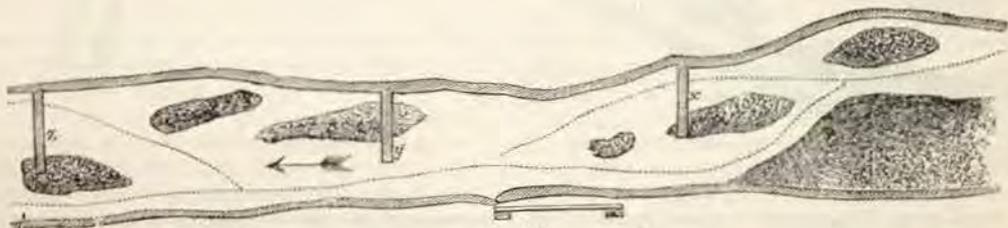


Fig. 869.

Allorchè il fondo da rimuovere è tenero, lo si può solcare a mezzo di una specie di aratro. Se è duro, ma che possa ridursi in pezzi mediante il lavoro di picchette di ferro confitte a colpi di maglio, allora i frammenti si estraggono a mezzo di ordigni, come grandi tanaglie o cesoie. Quando i colpi di maglio non sono sufficienti, deve ricorrere alle mine.

Nei fondi ghiaiosi dei fiumi si usa una specie di erpice che rimuove la ghiaja per farla trasportare dalla corrente.

Le *draghe bargagni* si adoperano vantaggiosamente nei maggiori fiumi, i cui depositi alluvionali sono di natura omogenea: mentre gli ostacoli accidentali, come la presenza di qualche corpo estraneo alla natura del deposito, producono danno alle secchie e ne impediscono l'efficacia.

Per rimuovere i banchi di terreno mobile e sottile, in Francia, si adoperano dei battelli che trasportano delle paratoje, le quali sono tenute trasversalmente alla corrente; questa, obbligata a rialzarsi alle spalle delle paratoje ed a passare per una sezione ristretta, tanto al di sotto che lateralmente alla paratoja medesima, escava il fondo. Tale operazione va ripetuta successivamente in

vari tratti dell'alveo, e se ne ottiene un effetto abbastanza completo.

b) La restrizione dell'alveo può ottenersi mediante *argini trasversali*. Questi s'impiantano come lunghi moli o pennelli partenti dalla sponda dalla quale vuoi allontanare la corrente per restringerla verso la sponda opposta; la loro estremità quindi deve giungere a distanza tale da quella, quanto è la larghezza che si stima conservare all'alveo in tempo di acque magre; e si elevano in altezza poco al disopra del pelo delle medesime. Un certo numero successivo di siffatti moli deve produrre l'effetto di aumentare l'altezza dell'acqua nell'alveo ristretto, e nei periodi di piene far ricolmare gli spazi interposti fra essi; così l'alveo di magra si troverà poco per volta incassato, ristretto e raddrizzato. Dopo il loro impianto possono verificarsi i seguenti casi:

1° L'ufficio dei pennelli essendo quello di restringere la corrente, questa tende ad acquistare maggiore velocità, e così avviene se il fondo è resistente tanto da non essere escavato; allora l'aumento di velocità, se troppo sensibile, può essere nocivo alla navigazione.

2° Quando poi la cresciuta forza della corrente produce escavazione, e che questa abbia luogo fino ad

un certo limite, allora la corrente si riduce nuovamente con maggior altezza d'acqua, e con reggime meno vario, quindi vantaggia la navigazione.

3° Qualora i moli fossero troppo fontani l'uno dall'altro, la navigazione sarebbe turbata dagli effetti di velocità vorticosa, che l'estremo di ogni repellente produce a monte ed a valle di se stesso; i quali vortici darebbero al filone andamento serpeggiante fra una diga e l'altra.

4° Se poi il letto del fiume è di natura assai mobile e facilmente attaccabile, allora l'impianto dei repellenti può cagionare sconcerti grandissimi; infatti la velocità nel luogo della restrizione dell'alveo può produrre escavazione eccessiva; quindi i materiali vanno a depositarsi nel tronco sottostante ai repellenti, ove si soffermano variamente, dando alla corrente andamento tortuoso ove forse prima non lo era.

Un saggio di questi pennelli sommergibili fu praticato sulla Loira.

Le figure 867, 868, 869 rappresentano lo stato del fiume all'epoca dell'impianto delle dighe, lo stato dopo tre anni e quello dopo sette anni; da quest'ultimo si vede

chiaro come il vantaggio raggiunto fino al terzo anno fu in seguito distrutto in parte, per il differente andamento acquistato dalla corrente, causato da molti depositi sopravvenuti nell'alveo fra una diga e l'altra.

Per ottenere adunque buon effetto dai repellenti, debbono essere molto ravvicinati l'uno all'altro, affinché la corrente non possa vagare in lungo e largo spazio, sì da divenire tortuosa fra due successivi; e conviene impiantarli di lunghezza alquanto inferiore a quella che possa essere stimata necessaria, salvo a prolungarli, dopo constatati i primi effetti. Tanto il loro numero, ossia la distanza rispettiva, quanto la lunghezza saranno fissati in relazione con le leggi d'idrodinamica, tenendo conto del reggime del fiume.

L'accrescimento nell'altezza delle acque può anche raggiungersi mediante *argini* o *dighe longitudinali*. L'incerto effetto delle dighe trasversali sommergibili, e la necessità di ravvicinarle di molto consiglia preferire loro le dighe longitudinali. Queste possono attaccarsi ciascuna alla propria sponda nei due estremi, estendendosi in quel tratto del fiume del quale convenga restringere

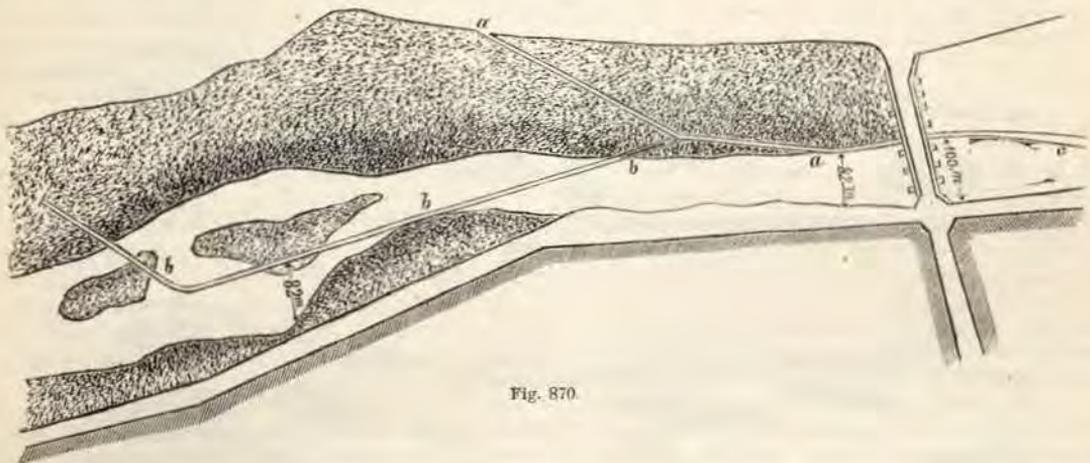


Fig. 870.

l'alveo per diminuirne la larghezza della sezione, e quindi ottenere escavazione, ed aumento nella profondità delle acque.

Gli inconvenienti innanzi ricordati possono anche con le dighe longitudinali ripetersi, se non permanentemente almeno per qualche tempo. Infatti il primo effetto che dalla contrazione della corrente risulta è il rialzamento del pelo d'acqua nell'alveo ristretto, quindi la velocità aumenta nel passaggio al tronco inferiore, il che potrebbe risultare fastidioso alla navigazione quando il fondo per la sua tenacità non fosse attaccato dalla corrente, e quindi escavato.

Se la corrosione non eccede il limite conveniente, allora può formarsi una certa uniformità di moto; ma nel caso la corrosione aumentasse di molto si accrescerebbe la profondità oltre misura, la velocità diminuirebbe novellamente e potrebbe derivarne deposito al sottocorrente, incomodo per la navigazione.

Allora dunque può ottenersi dal restringimento dell'alveo un risultato veramente giovevole, quando l'aumento di velocità produca un determinato effetto di escavazione, che l'equilibrio fra la forza resistente e quella agente si ristabilisca dopo un limitato sconvolgimento delle anteriori condizioni del fiume.

La determinazione della precisa larghezza dell'alveo fra le due dighe è in generale difficile, sia perchè non

possono apprezzarsi con esattezza le resistenze del fondo, e sia perchè mancano il più delle volte gli elementi per stabilire le equazioni del moto, tanto prima che dopo lo impianto delle nuove opere.

Quando lo stesso fiume presenta dei tratti, ove la portata essendo la stessa, si abbiano i requisiti necessari alla navigazione, e che basti raggiungerli nell'alveo da regolare, allora è bene trarre ammaestramento da quegli esempi, per la determinazione degli elementi ignoti necessari a ricercare la distanza fra le dighe.

In massima vien consigliato che le dighe debbano protrarsi per lungo tratto a monte ed a valle del tronco di fiume, la cui corrente vuolsi modificare; e che si limiti possibilmente il desiderato accrescimento di profondità a non oltre m. 0.30, che non potrà dar causa a grandi sconcerti, e quindi le previsioni potranno verificarsi facilmente. Quando poi occorra ottenere altezza d'acqua maggiore, si dovrà ricorrere ad altri mezzi.

Alle due dighe può sostituirsi una sola, spingendo la corrente a contatto con una delle sponde consolidata convenientemente.

Esempi. — Tal sistema venne applicato in molti fiumi francesi.

1° Nella Loire presso Orléans ve ne ha un'applicazione molto antica migliorata posteriormente (fig. 870). L'antica diga *aaa* lunga 800 m. restringeva l'alveo a

m. 82 fra essa e la sponda destra naturale rivestita con pietrame a secco: nel 1834 fu prolungata a monte secondo la linea *bbb* per m. 1100 circa: nel 1838 fu mestieri prolungarla a valle in *cc* per m. 1200. La corrente in quest'ultimo tratto non ebbe la potenza di escavare da se stessa il banco di ghiaia precedentemente formatosi in quel punto, per cui occorre facilitarne la escavazione artificialmente. Tali dighe della lunghezza complessiva di m. 3000 ed altezza sulle magre m. 0.60 formano un canale di larghezza variabile fra 82 e 100 m., la quale irregolarità di sezione fa verificare spesso parziali depositi. I successivi prolungamenti e le aggiunzioni furono eseguiti per diminuire gli inconvenienti derivanti da un troppo breve incanalamento.

2° Sul fiume Mosella, per distruggere taluni alti fondi, fu costruita per un certo tratto una sola diga longitudinale: ma l'effetto di questa non fu soddisfacente, perchè il fondo si abbassò a monte e si rialzò a valle. La sponda, contro la quale fu spinta la corrente, essendo troppo bassa, cioè m. 0.20 a 0.30 sulle magre, faceva espandere la piena, quindi era scarsa la forza corrosiva nel sottocorrente; la diga era alta m. 0.60 sulle magre.

3° Su d'un altro tratto del fiume stesso furono costruite due dighe parallele lunghe m. 230, formanti un canale largo m. 30. Nel corso di un anno dall'impianto (1836) la profondità media di m. 0.64 si accrebbe a m. 1.10; la velocità superficiale da m. 1.40 a 2.60; il rigurgito a monte delle dighe era di m. 0.20 nelle magre ordinarie, di metri 0.23 quando queste s'elevavano di m. 0.50, invece diminuiva fino a sparire col maggiore aumento delle acque al limite di m. 1.10 sulle magre: infine a valle delle dighe si formò un banco di 5000 m. cubi (prodotto dalle corrosioni nel canale) che divideva in due il filone. Quel banco fu escavato artificialmente per 1 m. di altezza su 30 di larghezza, dopo di che la corrente ha conservato le sue condizioni normali, divenendo anche nullo il rigurgito a monte delle dighe, e la velocità s'è stabilita di m. 1.50.

Molte volte, come innanzi si è accennato, la restrizione della corrente si opera combinando insieme dighe longitudinali e trasversali, la qual cosa può dare soddisfacenti risultati, perchè mentre la diga longitudinale vien fissata di posto e di andamento, i pennelli possono essere prolungati e moltiplicati a misura del bisogno. Così, sui fiumi *Mitoure* e *Garonne*, siffatto insieme di dighe è stato con buon risultato applicato per restringere la corrente nelle svolte; le trasversali sono applicate alla sponda concava in corrosione, allontanandone la corrente e procreando interramento fra una diga e l'altra; la diga longitudinale occorre a corroborare la sponda convessa, dopo stabilitasi nel modo ora detto quella opposta. Le dighe trasversali furono impiantate a distanza fra loro di m. 40 a 100, in direzione alquanto inclinata alla corrente proprio a guisa di repellenti, formanti colla direzione del filone e colla normale abbassata su di essa un triangolo rettangolo di cui il cateto minore era circa $\frac{1}{10}$ dell'altro.

c) In terzo luogo l'aumento dell'altezza d'acqua in un tratto di fiume può raggiungersi coll'accrescimento della portata, rivolgendosi cioè nel ramo navigabile del fiume la portata di una sua diramazione.

Lo studio deve allora essere intento a prevedere quale possa essere il reggime risultante dall'unione delle due correnti, e prevenire il caso che non avvengano nell'alveo nuovi turbamenti tali da annullare il vantaggio desiderato. Potrà servire di guida l'esame del reggime del fiume a monte della naturale partizione, ed il relativo

progetto d'arte, oltre la determinazione dell'ampiezza dell'alveo, deve riguardare le opere tutte opportune al nuovo reggime del fiume, quelle necessarie a condurre la corrente nell'alveo navigabile, e quelle atte a sbarrare l'alveo da abbandonarsi.

d) *Dighe a stramazzo o chiuse* — *Cateratte e sostegni*. — Le chiuse o dighe a stramazzo possono servire a diminuire la velocità della corrente, accumulando l'eccesso di pendio in uno o più salti, ciascuno dei quali è formato da una diga che sbarra il fiume, detta perciò *chiusa*. Lo stesso mezzo aumenta la profondità dell'acqua a monte, e così può migliorarsi la navigazione quando sia malagevole per difetto di altezza d'acqua. Ora, poichè l'altezza di una chiusa può esser tale da aumentare tanto che occorra la profondità o l'altezza dell'acqua nel tronco a monte, e come il numero delle chiuse può ripetersi lungo il fiume, in relazione con le pendenze dello stesso; così col loro mezzo qualunque fiume può esser reso navigabile sol che abbia un sufficiente volume d'acqua anche nelle magre, e che il suo reggime sia compatibile con tali opere.

Il passaggio dei battelli da sopra al sottocorrente, cioè da un tronco all'altro del fiume separati da una chiusa, si pratica attraverso un'apertura nella chiusa stessa, per la quale l'acqua nel versarsi serve di via ai battelli. La detta apertura può chiudersi a volontà a mezzo di una cateratta; epperò la navigazione così esercitata dicesi *per cateratte*.

Le acque superanti al riempimento del tronco del fiume sistemato fra due dighe successive si sversano nel ciglio della chiusa inferiore o da aperture di scarico. Quando l'acqua non sia superflua, cioè eccedente al riempimento del tronco a monte della chiusa, la navigazione si pratica, attendendo che il bacino a monte si colmi, e poi aperta la paratoja della chiusa inferiore, le medesime acque vanno a riempire il bacino sottostante; ma in tal caso la navigazione non è che discendente.

Per cadute inferiori ad un metro non vi è molta difficoltà per i battelli nel traversare la cateratta; non per tanto, affine di diminuire la chiamata prodotta dal dislivello, la luce della cateratta è accompagnata da due muri protratti verso sopracorrente, in direzione parallela o simmetricamente poco divergenti, lunghi non meno di 10 metri. Le luci così condizionate sono dette *sostegni semplici* (fig. 871, 872).

Il vano deve avere larghezza maggiore di quella del battello al suo quinto maestro; basta che l'eccedenza sia di un metro nella parte più stretta; deve essere alquanto dipiù se i muri d'ala fossero paralleli fra loro.

Il rimorchio dei battelli in salita si esercita mediante corde di alaggio che passano in apposito pulegge affidate a congegni impiantati sui muri d'ala, affinchè le corde traggano il battello in direzione dell'asse della cateratta, o del sostegno.

Questo sistema di sostegni semplici o cateratte non è più usato se non sopra fiumi di poca importanza, ove il trasporto è solo discendente e quando l'altezza del dislivello è discreta: invece al principio del secolo furono ad esse sostituiti i *sostegni a conca* come sui canali artefatti.

Suppongasì che i muri d'ala di una cateratta siano molto prolungati e che lo spazio che abbracciano venga munito di due coppie di porte, l'una nell'estremo a monte e l'altra in quello a valle, con intervallo tale che sia capace di contenere un battello, si avrà così l'insieme di un sostegno di navigazione a conca.

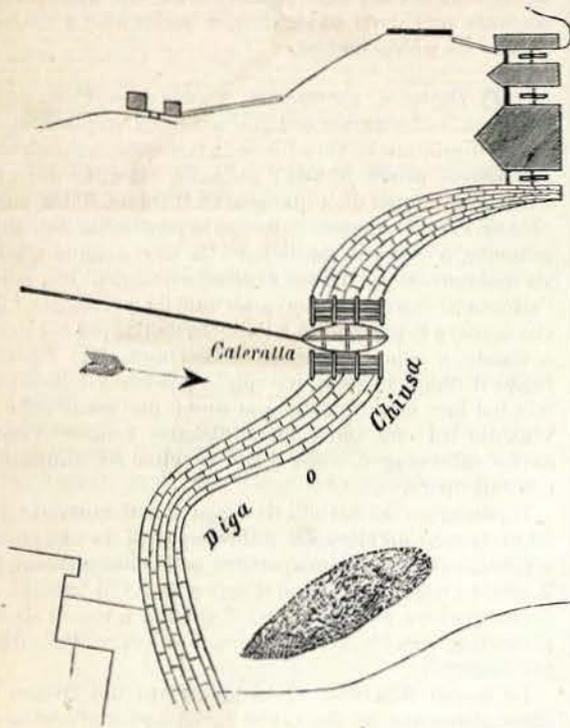


Fig. 871.

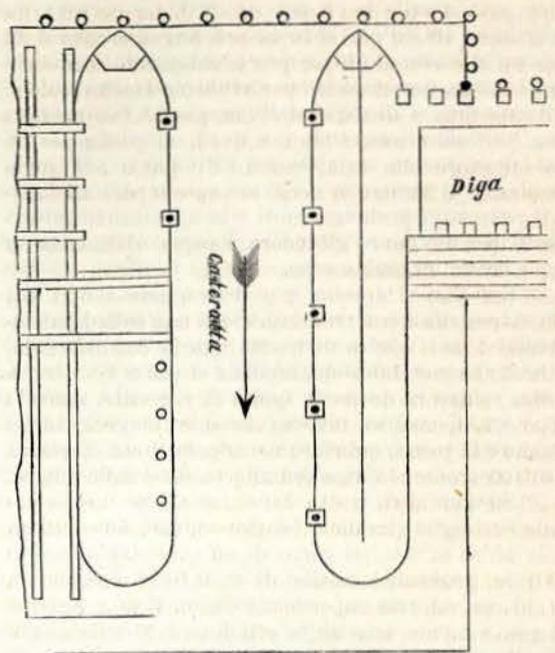


Fig. 872.

Fig. 873.

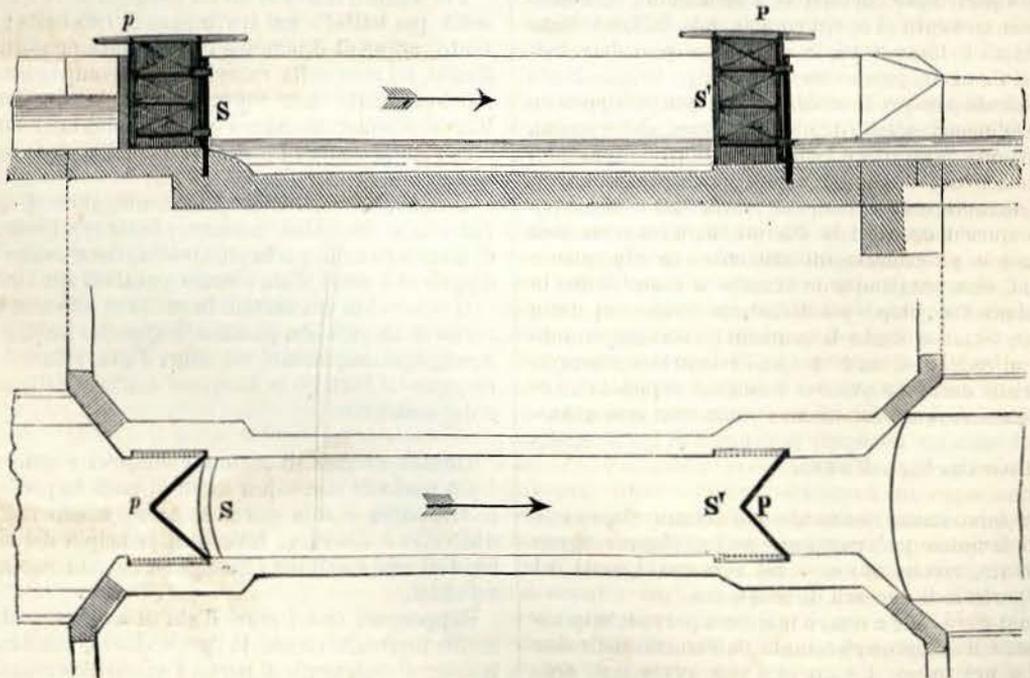


Fig. 874.

Le figure 873 e 874 rappresentano la pianta di un sostegno a conca e lo spaccato longitudinale: *SS'* la conca, *pp* sono le portine, *PP* le grandi porte: il salto collocato a piè delle portine costituisce il dislivello fra i due peli d'acqua, di cui quello superiore è tenuto alto dalla diga. Le due coppie di porte e la conca nel loro intervallo costituiscono il mezzo per evitare gli inconvenienti delle cateratte o sostegni semplici, poichè l'acqua nella conca può esser messa tanto a livello di quella nel bacino superiore alla diga, quanto di quella nel bacino sottostante, e la navigazione si esercita nel seguente modo.

Se il battello deve discendere, l'acqua nella conca si pone a livello di quella sopraccorrente la diga, ove trovasi il battello; si aprono le portine a monte, ed il battello entra nella conca; richiuse le portine si fa ribassare il livello delle acque (seguito dal battello che galleggia), e quando ha raggiunto quello delle acque sottocorrente la diga, s'aprono le porte inferiori per dare uscita al battello. L'operazione inversa serve a far rimontare il battello dal tronco inferiore nel superiore del fiume.

Siffatti sostegni formano la parte essenziale della navigazione artificiale sopra canali, sicchè nei particolari di costruzione si rimanda il lettore all'articolo relativo.

Allorchè debbansi impiantare sostegno e diga contemporaneamente, bisogna profittare di qualche insenatura del fiume o d'una sua larga sezione, ed in questa collocare il sostegno, affinchè il posto ch'esso occupa non restringa oltre misura la corrente; all'uopo può anche allargarsi la sezione nel punto conveniente all'impianto del sostegno.

Per evitare il restringimento di sezione rispetto alle piene del fiume, possono i sostegni a conca, come quelli semplici, farsi sommergibili. I sostegni così impiantati nell'alveo del fiume, formando un ostacolo alla corrente, producono dei movimenti vorticosi sia a monte che a valle, ed una corrente impetuosa, essendo utile tenere aperte le porte; per cui i muri e la platea debbono essere solidamente basati. Le figure 875, 876, 877, 878 danno gli esempi di chiusi di varia conformazione collegati con sostegni di navigazione sommergibili.

I fiumi che trasportano sabbia o ghiaia, producono nei sostegni l'inconveniente degli'interrimenti, che si formano specialmente negli incassi delle porte e davanti la soglia, in modo che ne impediscono totalmente la manovra.

Per rimuovere questi depositi s'usa, come in Francia, di procurare delle cacciate d'acqua attraverso le conche, chiudendole alternatamente dal lato a monte mediante travicelli orizzontali incastrati nelle fiancate. Tale chiusura sia per l'oggetto ora detto, che per sicurezza durante le piene, forma corredo di quasi tutti i sostegni chiusi da porte ad angolo. Quelle cacciate hanno il vantaggio di sgombrare anche l'alveo del fiume dai depositi che possono formarsi immediatamente a valle del sostegno.

I sostegni a conca danno il mezzo di migliorare la navigazione sopra un fiume che presenti molti gomiti o curve troppo sentite, senza bisogno di ricorrere ad opere di raddrizzamento; imperocchè può costruirsi un canal diversivo corredato di uno o più sostegni, i quali riuniscono in essi la differenza di livello fra i due estremi del corso naturale dell'acqua, che è poco adatto alla navigazione. Una diga sarà sempre necessaria per rialzare le acque nel tronco del fiume d'onde parte il diversivo, la cui derivazione, ossia l'incile, si colloca un po' a monte dalla diga. Impiantando uno o più sostegni nel diversivo, si realizzano i seguenti vantaggi:

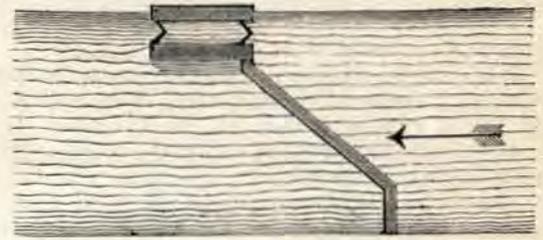


Fig. 875

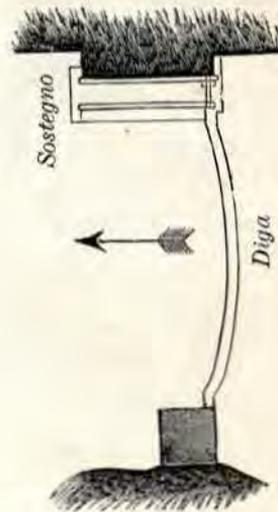


Fig. 876.

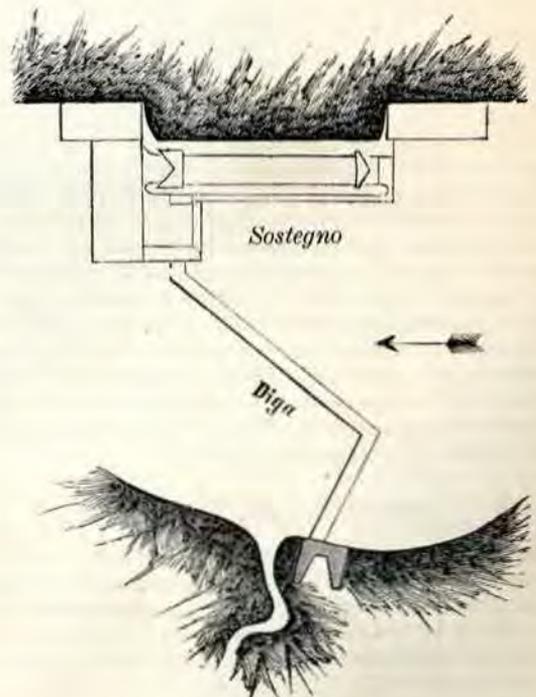


Fig. 877.

1° di non diminuire la larghezza della sezione d'acqua sulla diga;

2° d'avere un'entrata tranquilla pei battelli, sia a monte che a valle del diversivo;

3° di potersi costruire liberamente i sostegni senza ostacolare il corso del fiume, o essere tormentati dalle piene;

4° di conservarsi l'opera esente dagli effetti delle piene e dagli insabbiamenti.

In una derivazione con un solo sostegno devesi considerare se convenga piazzare il sostegno all'incile del canale diversivo od al suo sbocco. La scelta della migliore soluzione dipende dalla topografia dei luoghi e propriamente dall'altimetria del suolo da attraversare;

però è da tener presente che, piazzando il sostegno a monte, si corre il rischio di veder insabbiato il canale a valle dal rigurgito delle piene del fiume in esso; quindi è preferibile piazzarlo verso lo sbocco del canale, 20 o 30 metri in dentro; questo breve tratto di canale si può sgombrare dai depositi mediante le cacciate d'acqua, e conserva il vantaggio che il battello nel rimontare vi si ferma come in porto, senza essere turbato dalla corrente del fiume.

Quando il sostegno è situato nella posizione preferita, l'incile del diversivo dev'essere munito di porta di guardia o di altra chiusura per impedire che la corrente s'incepiti nel diversivo.

Per comodità del commercio fluviale i luoghi di

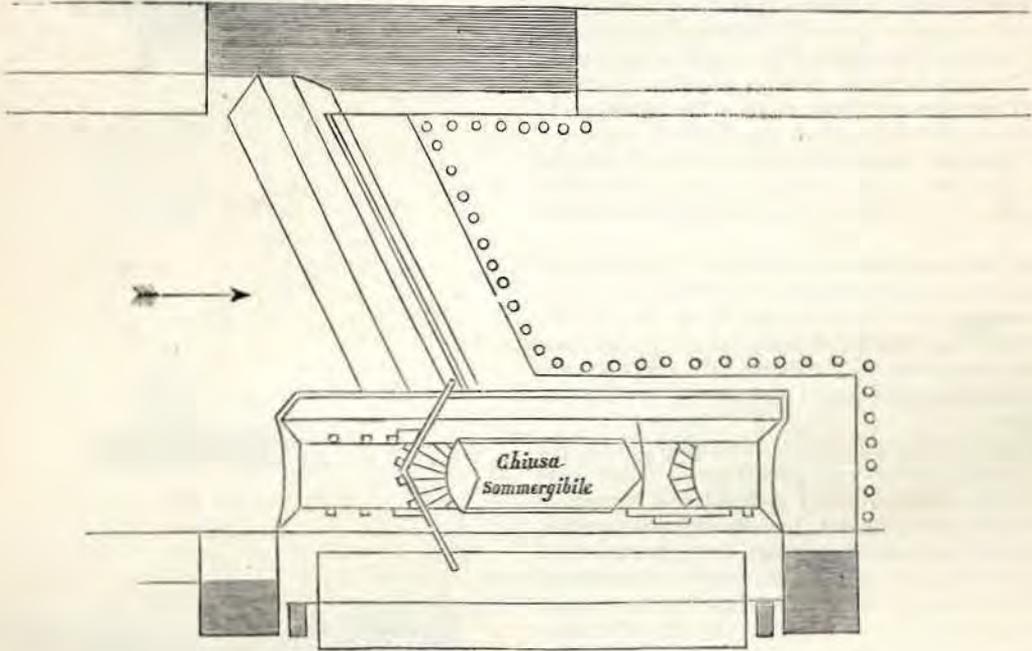


Fig. 878.

approdo e di sbarco debbono essere corredati di banchine, e queste da impiantarsi dove la profondità delle acque è maggiore, nella concavità delle lunate, per esempio, ed in generale ove la sezione del fiume è più ampia. Quando la sezione è grande, la profondità sufficiente e la corrente debole, quivi si costituisce come un porto per lo stazionamento dei battelli. Si profitta per ciò di insenature naturali, ovvero si procurano ad arte, o si destinano per tale ufficio bracci secondarii del fiume, o infine si scavano bacini comunicanti con il fiume in un solo punto, o meglio in due estremi, perchè le acque non vi sieno perfettamente stagnanti.

V. — Forma e struttura delle chiuse fisse.

La forma e la struttura delle chiuse varia non solo secondo le circostanze che le accompagnano, cioè l'altezza, l'andamento in pianta, il reggimento generale del fiume e la natura del fondo sul quale vanno costrutte; ma anche in riguardo ai materiali che si debbono adoperare nella loro formazione.

Epperò si possono distinguere rispetto alla forma in dighe a piani inclinati,

- » a superficie curve,
- » a scaloni.

In quanto ai materiali possono distinguersi, in dighe di fabbrica regolare,

- » di calcestruzzo o di pietrame rivestito di muramento,
- » di pietrame rivestito di legname.

a) Dighe a pareti verticali, di muratura. — Le figure 879 e 880 indicano il tipo di dighe a pareti verticali di muratura con paramento visto in pietre da taglio, il cui ciglio superiore è alquanto inclinato verso a monte.

Il rivestimento del ciglio dev'essere di pietra molto resistente, specialmente se il fiume trasporta ghiaia; i masselli che lo compongono debbono essere di molto spessore, bene connessi ed incastrati fra loro affinché non possano essere rimossi. Si usa garantire le dighe del tipo ora descritto con un riempimento a scarpa di terreno argilloso dal lato a monte fino al suo ciglio, per impedire l'infiltramento delle acque attraverso la fondazione. Le due figure danno anche l'esempio, la prima dell'impianto immediato della muratura sul fondo di natura resistente inescavabile, la seconda quando vi sia bisogno di una fondazione di fabbrica a getto fra paratie confitte a sufficiente profondità.

La fig. 881 indica un tipo di chiusa di muramento coi fronti inclinati; ma che non può includersi fra le dighe a scarpa propriamente dette.

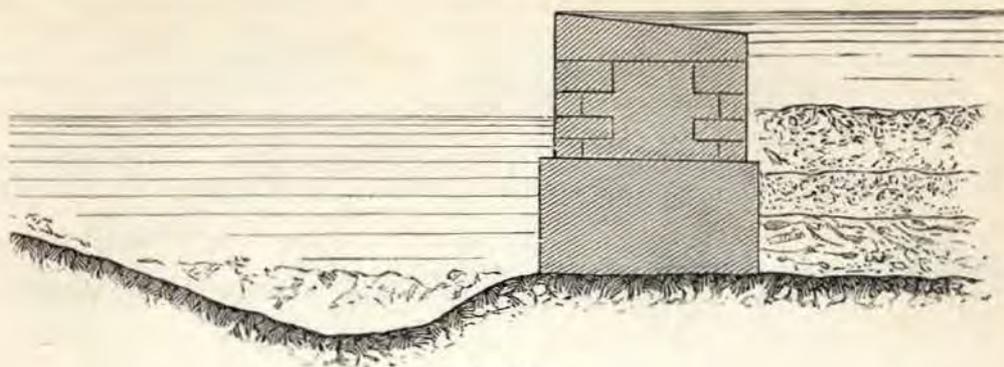


Fig. 879.

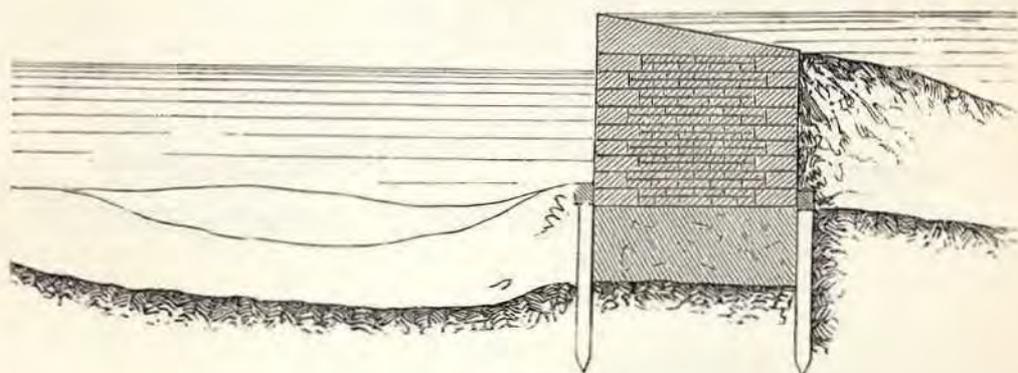


Fig. 880.

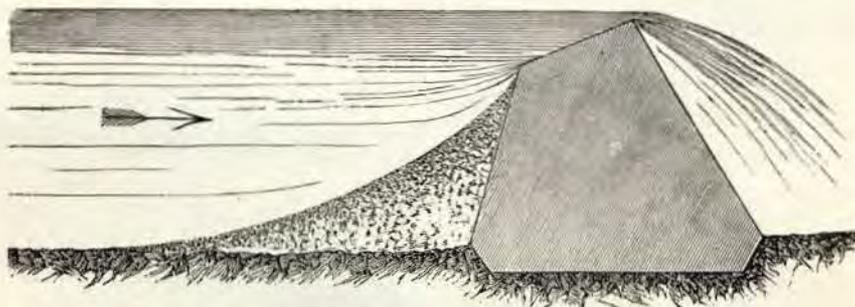


Fig. 881.

b) Dighe a scarpa. — Le figure 882 e 883 indicano il tipo di dighe di pietrame a secco rivestito di muratura ordinaria, la quale struttura richiede una scarpa molto protratta a valle, sia per rendere minori le degradazioni del rivestimento, quanto per dare alla diga maggiore stabilità: la parte interna, cioè il pietrame che forma il nucleo della diga deve essere contenuta fra due paratie parallele, delle quali quella a valle corredata di filagne costituisce appoggio al rivestimento superiore; questo dev'essere fatto con grossi masselli di pietra lavorata.

L'impiego delle paratie facilita la costruzione della diga quando la corrente del fiume non possa essere deviata; s'impiana la palificata cui si affidano le filagne al livello delle magre e si battono le palanche; si getta nell'interno il pietrame di uniforme grossezza ed a strati, riempiendo i vuoti con pietrame minuto. All'esterno della paratia si fa una gettata a pietre perdute, rinforzata da palificata ove se ne riconosca la necessità, come indica la seconda delle figure; infine, dopo rassodato il

riempimento e nello stato di acque magre, si costruisce il rivestimento in pietra da taglio e malta.

Le paratie hanno un altro vantaggio, che è quello d'impedire le degradazioni per effetto dell'infiltramento delle acque da monte a valle, che tende a smantellare il rivestimento; ad evitar la qual cosa questo viene utilmente inquadrato fra traverse di legno interposte ed affidate alle teste dei paloni o alle filagne superiori.

Per facilitare che il corpo della diga diventi impermeabile è bene che le pietre impiegate nel nucleo sieno di discreta grossezza, affinché i vuoti sieno piccoli e si colmino in poco tempo di limo.

Può farsi a meno della cassa di fondazione quando il pietrame è abbastanza grosso, e che il fondo sia resistente tanto da potervi incastrare il piede delle scarpe con certezza che non venga corroso.

Tutti i profili detti a scarpa debbono avere questa molto protratta non meno di 3 per 1, e d'ordinario fra il 3 ed il 5 per 1.

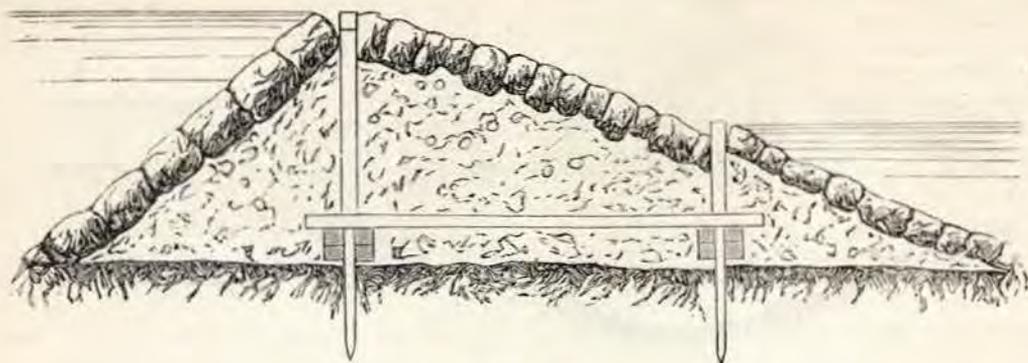


Fig. 882.

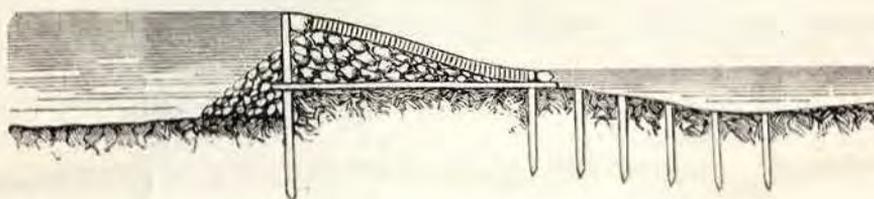


Fig. 883.

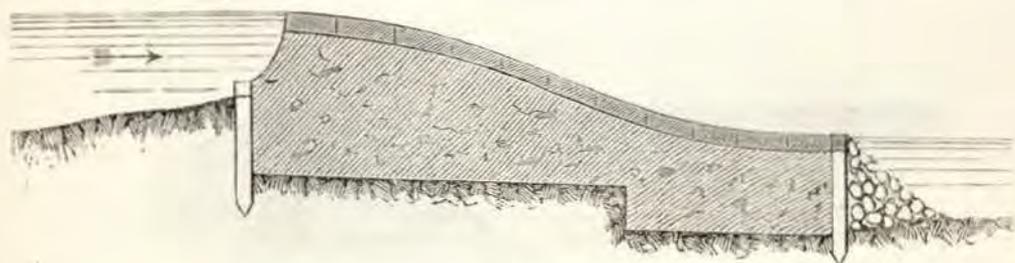


Fig. 884.

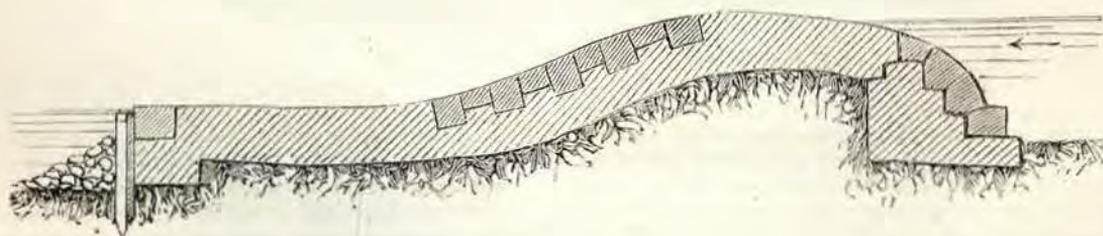


Fig. 885.

c) Dighe a profilo ricurvo. — Le figure 884, 885, 886, 887, 888 e 889 indicano vari tipi con profili misti a scarpa con curve concave e convesse.

In relazione con la natura del fondo, e quindi della fondazione occorrente alla diga, e con l'altezza sua si rende più opportuno l'un tipo sull'altro. Si addebita a queste dighe l'inconveniente di offrire una certa difficoltà di esecuzione per l'apparecchio dei masselli di rivestimento nelle parti convesse, e minor durata rispetto alle altre parti, perché i masselli hanno spessore minore

in coda che alla faccia vista, quindi, non formandosi appoggio scambievole, le acque che penetrano dal lato a monte possono facilmente distaccarli dal posto. Ad ovviare questo inconveniente bisogna bene congegnare l'apparecchio così da risulturne le pietre concatenate fra loro. D'altra parte ed in generale, quando bene ed opportunamente applicati, i profili a curvature mistilinee danno alla diga la figura più adatta a raggiungere molta stabilità, specialmente nei fiumi soggetti a grandi piene.

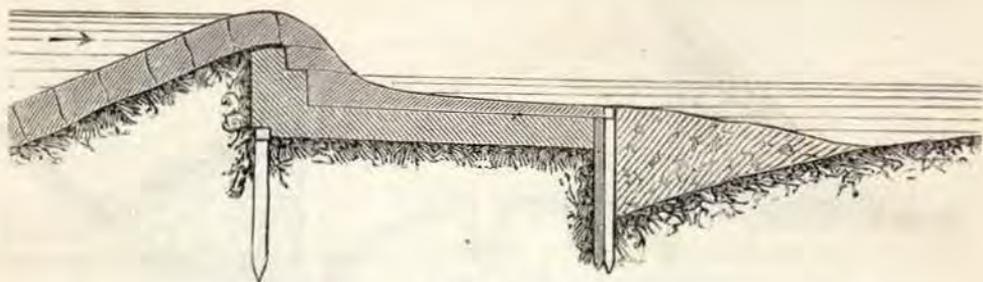


Fig. 886.

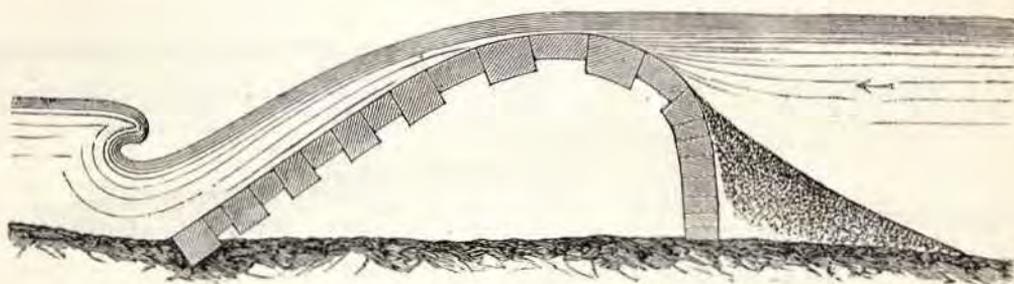


Fig. 887.

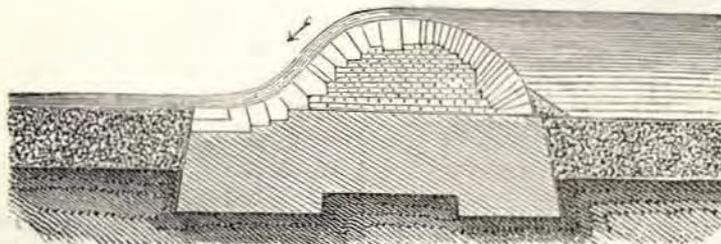


Fig. 888.

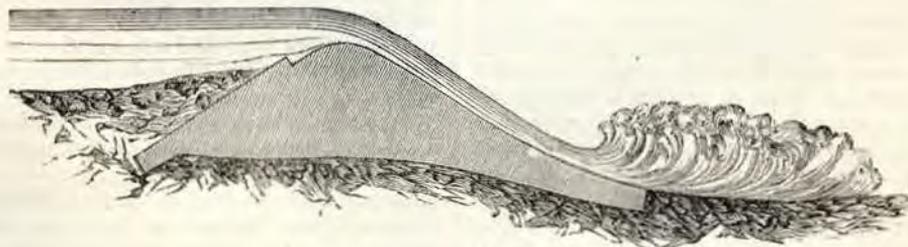


Fig. 889.

d) Profili a scaloni. — Quando la caduta che le dighe formano è grande, si può suddividerla nella grossezza della diga stessa, facendone il profilo a scaloni.

Tale tipo s'adopera particolarmente allorchè la struttura è di pietrame a secco e legnami: mentre le precedenti forme convengono meglio alla muratura ordinaria o mista.

Le fig. 890 e 891 danno l'idea di siffatte dighe, il cui uso è molto comune dove i legnami costano poco, e si possa imprestare molto pietrame dal letto del fiume medesimo.

Col legname si forma come un recipiente le cui pareti verticali sono costituite da paratie, composte di paloni

infitti nel suolo, flagne orizzontali di collegamento e palanche verticali a contatto o ad incastro: la parete superiore è formata da un tavolato ben connesso ed inchiodato alle traverse: e ordinariamente i gradoni inferiori si rivestono con doppio tavolato perchè resistano meglio all'urto dell'acqua: prima di collocare il rivestimento superiore il recipiente va riempito di pietrame pesante.

La costruzione di questo tipo è facile con la presenza delle acque e può risultare molto economico rispetto alla struttura di muramento, là dove abbondano i legnami resistenti da costruzione.

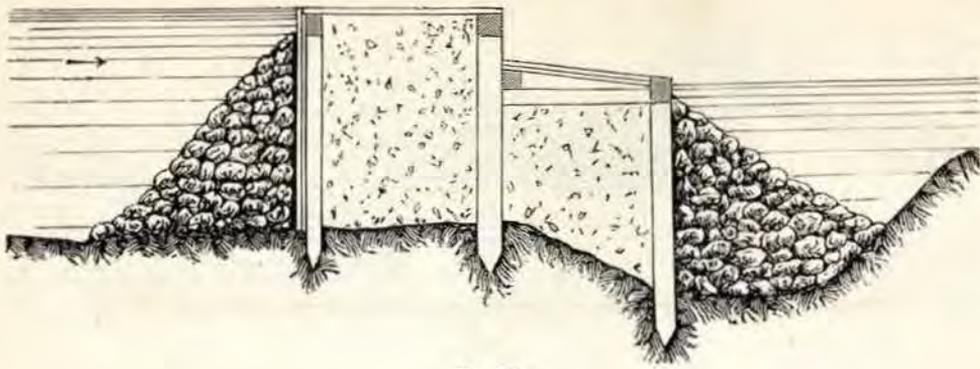


Fig. 890.

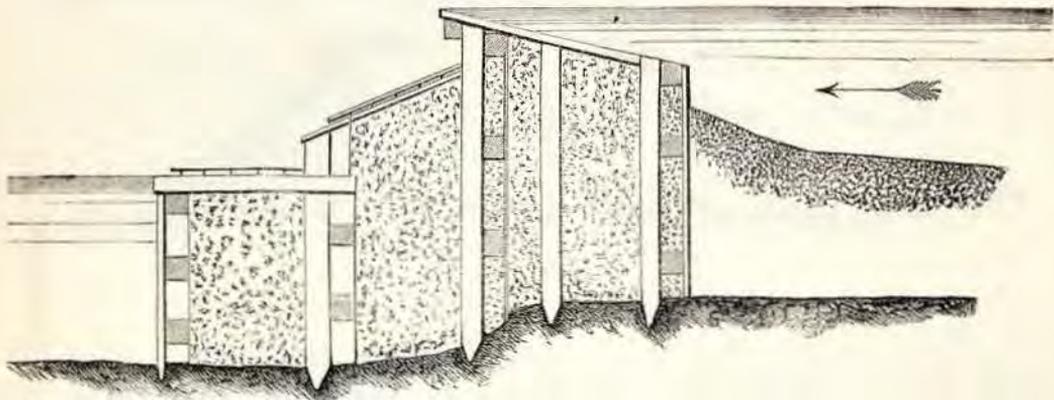


Fig. 891.

e) Condizioni generali di stabilità. — Affinchè le dighe possano resistere alla pressione delle acque, nel caso del tipo più semplice, cioè di sezione rettangolare e con la struttura in muramento, si assegna loro lo spessore eguale all'altezza fra il ciglio ed il fondo del fiume o della risega del masso di fondazione; si può diminuire tale grossezza in cima coi profili a scarpa.

Ad evitare le escavazioni per effetto della caduta delle acque, quando sia da temersi, tali dighe vanno corredate da berme a' pie' del salto o da platee. Queste però debbono essere molto protratte a valle, altrimenti non corrispondono allo scopo di evitare le escavazioni. Devesi all'uopo osservare che l'azione escavatrice non ha luogo nel medesimo modo rispetto ai diversi stadii delle acque, nè si verifica sempre a' pie' della diga: infatti lo scavalcare delle acque sulla diga agisce diversamente nei suoi stati estremi: il primo quando le acque, essendo scarse, si sversano realmente con caduta dal ciglio della diga; il secondo quando, crescendo le acque per piena, il salto sparisce. Nel primo caso la superficie delle acque dopo il salto prende una figura a doppia curvatura, di cui la parte concava, che è l'inferiore, discende al disotto del pelo ordinario delle acque nello stesso bacino; la curvatura è risentita e raccorciata quando il salto è verticale; lo è meno e s'allontana dal piede della diga quando questa ha il fronte inclinato a scarpa: quindi la potenza escavatrice è maggiore se la parete è verticale, ed è più vicina alla diga. Nel secondo caso può avvenire che il pelo d'acqua della piena si livelli da monte a valle: allora le pareti verticali possono dar nascimento a vortici ad asse orizzontale, che tendono a scavare la base della diga; mentre che quelli sono nulli

o poco sensibili quando le pareti della diga hanno molta inclinazione.

Le pareti verticali possono convenevolmente adottarsi quando la portata del fiume non ha grandi dislivelli; perchè allora si conosce dove agisce la loro caduta, e quindi può convenientemente consolidarsi il pie' della diga con berma di muratura. Ma siccome maggiori sconcerti sono da temersi dalle piene, così all'azione di queste bisogna adattare la forma delle dighe.

Le scegliere da affondarsi a' pie' delle berme o delle dighe verticali altro non costituiscono che una scarpa protratta.

Ad ogni modo la scelta della forma e della struttura dipendono, come si è detto innanzi, non solo dalle condizioni di portata del fiume e dal materiale che vuolsi impiegare; ma anche dalla qualità del fondo del fiume. Se il fondo non è intaccabile potrà una diga farsi a pareti verticali senz'altra difesa: nel caso che sia attaccabile, ma a lungo andare, la diga potrà garentirsi, nella sua stabilità, approfondandone molto la fondazione e difendendola a valle con scogliera: nel caso poi di fondo mobile e sabbioso o ghiaioso, allora è da preferirsi sempre il profilo a scarpa molto protratto, ovvero quello curvo, con proporzionata fondazione; così si guadagna anche una larga base, e la curvatura conduce le acque tangenzialmente al fondo.

Per assicurare alle chiuse o dighe trasversali ora esaminate molta stabilità, gli estremi ossia le loro intestature nelle sponde, vi debbono essere bene addentrate, e debbono essere difese mediante spalle insommergibili, accompagnate per un certo tratto sottocorrente ed anche più nel sopracorrente.

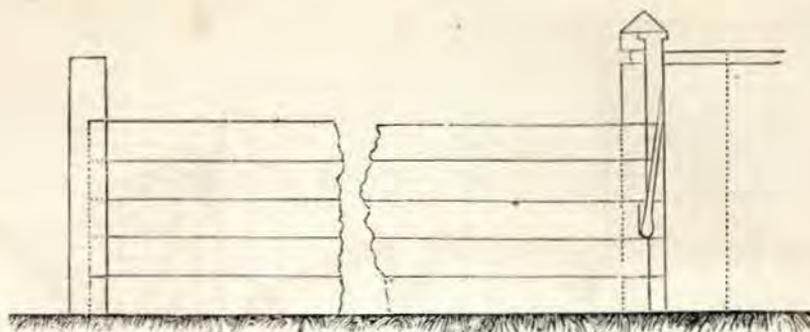


Fig. 893.

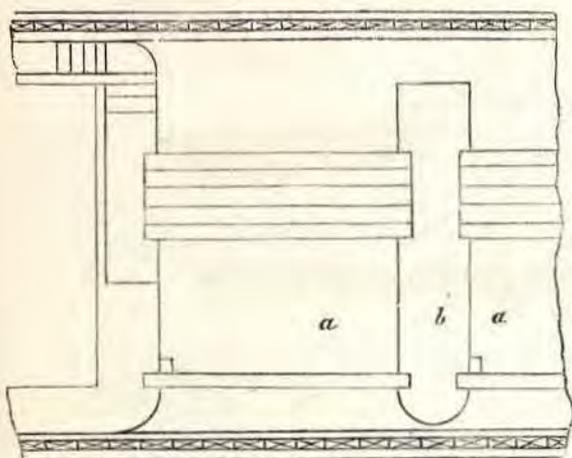


Fig. 892.

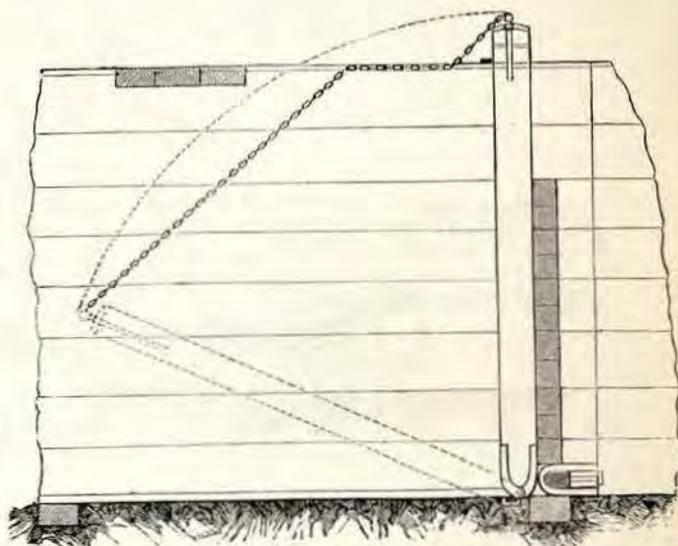


Fig. 894.

VI. — Forme e struttura delle chiuse mobili.

a) Le chiuse, delle quali si è discorso innanzi, sono utili e necessarie alla navigazione nei fiumi in tempo di acque magre; ma possono per contrario esser nocive nei periodi di acque abbondanti o di piene. In tali casi, si aprono le cateratte di navigazione, o si fanno passare le acque attraverso i sostegni, e per dare loro maggior esito si muniscono le dighe medesime di una o più luci di scarico, dette perciò scaricatori. Ma alle volte e sopra taluni fiumi non basterebbero una o più luci di scarico, poiché il rialzamento di pelo d'acqua prodotto dalla chiusa potrebbe essere di molto danno in tempo di piene. Allora conviene che le chiuse sieno in parte o completamente mobili, in modo da potersi rimuovere a volontà, lasciando alle piene libero sfogo.

Si formano molte volte con una platea generale attraverso il fiume, di poco rialzata sul fondo naturale, la cui larghezza è intermezzata da sostegni ai quali si affidano delle pareti mobili di legname, che formano diga quando sono a posto. Tali aperture possono avere una superficie eguale a quelle della sezione del fiume o minore a seconda dei casi. Pertanto una chiusa di navigazione può essere formata di due parti distinte; la diga fissa e quella mobile pel ribassamento delle acque quando sono esuberanti, oltre alla cateratta di navigazione od il sostegno.

La figura 892 rappresenta una delle aperture *a*, *a* mentre *b* è una delle pile a sostegno tra una apertura e

l'altra prossima: ciascuna di queste si può chiudere a volontà mediante uno dei seguenti sistemi.

Quello detto a travicelli orizzontali o tavoloni è il più semplice, come vedesi nell'elevato di fronte (fig. 893), e nello spaccato verticale (fig. 894). Però questo genere di chiusura si presta solo per luci di discreta ampiezza non oltre i quattro metri. La loro manovra di apertura è comoda e facile ad ottenersi in pochi istanti, facendosi uno degli appoggi laterali mobile come indica la fig. 894.

Per scaricatori anche di poca ampiezza, cioè non oltre i quattro o cinque metri, possono adottarsi le porte ad angolo quali nei sostegni di navigazione, ma in generale hanno l'inconveniente di non potersi mai manovrare quando la piena abbia già superato un certo livello.

Le chiuse formate da travicelli verticali, poggianti contro battite nella platea e contro un corrente alla cima, sono applicabili a grandi luci ed offrono la maggior facilità per essere aperte quasi istantaneamente al sopravvenire della piena; epperò sono di uso molto esteso, tanto più che la sola parte che deve aumentare di resistenza al crescere della larghezza del vano tra un appoggio e l'altro è il corrente superiore. Le figure 895, 896 e 897 rappresentano l'elevato, la pianta e lo spaccato di tal sistema chiudente una luce di scarico, o anche un passaggio navigabile. Il corrente *c c* nella posizione indicata dalle figure serve di appoggio superiore ai travicelli verticali *t t* che costituiscono la tenuta alle acque. Il corrente può essere liberato nell'estremo *c'* e girare intorno

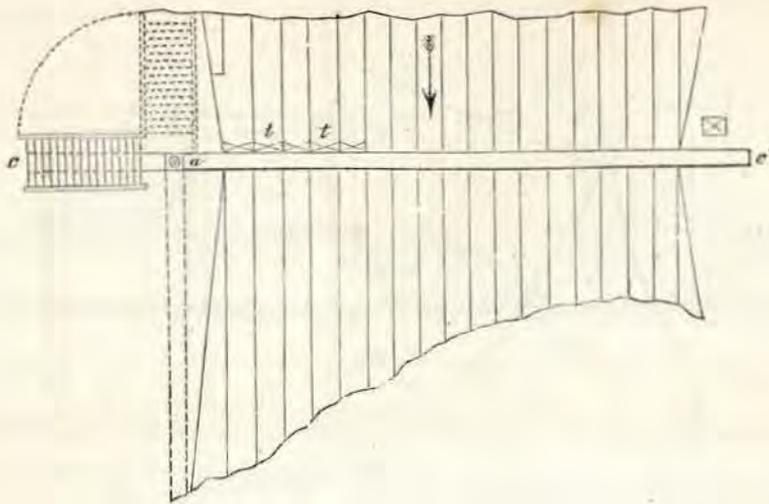


Fig. 896.

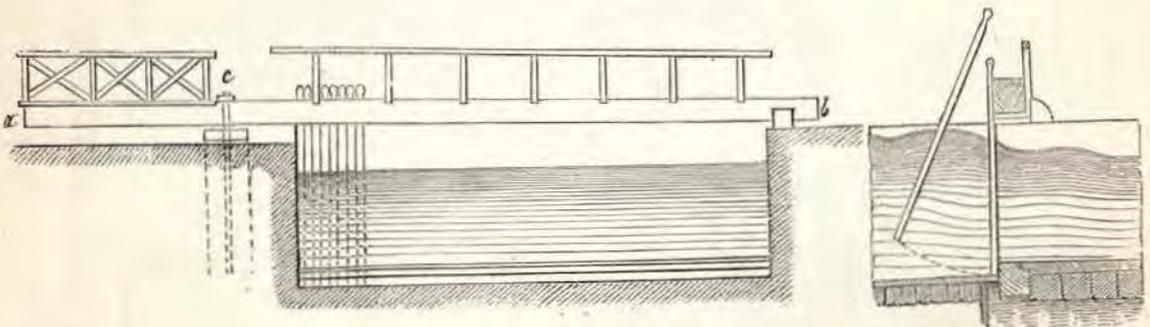


Fig. 895.

Fig. 897.

all'asse verticale *a* ponendosi parallelamente alla corrente: allora tutti i travicelli *t t* restano abbandonati e galleggianti sulle acque: sono legati fra loro da una catena, e questa con un estremo fisso alla sponda serve a rimorchiarli.

Una o più chiusure cosiffatte possono costituire l'intera diga in un fiume; come, ad esempio, si ricorda la chiusa sul fiume Brenta nell'incontro col Naviglio grande di Padova; è munita di paratoje di tal sistema che sostengono due metri d'altezza d'acqua.

In molte chiusure sui fiumi francesi ed inglesi i semplici travicelli verticali sono sostituiti da pezzi più grossi anche verticali messi a breve distanza fra loro, in modo che questa sia invariabile: nei rispettivi spessori esistono delle scanalature entro le quali muovono delle portelline a scorsojo che chiudono l'intervallo, e ciascuna può essere abbassata ed elevata da un tirante di cui è munita; servono a scaricare le piene mezzane, mentre per le grandi piene tutto il sistema di chiusura può essere rimosso.

b) I sostegni, ossia gli appoggi, che dividono in parti uguali tutta la larghezza del fiume possono essere di fabbrica, di legno o di ferro: questi ultimi occupano il minore spazio possibile della sezione liquida del fiume, e possono anche abbattersi al bisogno. A tale condizione soddisfa il tipo indicato dalle figure 898 e 899, delle quali la prima rappresenta il prospetto dei sostegni uniti insieme, e la seconda il fianco di ciascuno fatto come un cavalletto girante intorno al lato inferiore, in modo da potersi coricare sulla platea. In questa posizione restano

alquanto sovrapposti l'uno sull'altro, ma senza dare rilevante ingombro alla corrente: nella posizione verticale si sostengono scambievolmente mediante tiranti, come vedesi sul prospetto; dippiù sono collegati da un corrente che forma, insieme ad un risalto praticato nella platea, l'appoggio ai travicelli che costituiscono la paratoja di chiusura, cioè la vera diga.

Siffatto congegno di chiusa mobile, dovuto all'ingegnere francese Poirée, è stato recentemente applicato sul fiume Mosa in occasione del miglioramento della navigazione tra Namur e Liegi, e del regolamento dato al fiume in riguardo allo scarico delle piene. Presso Liegi due grandi chiusure mobili, combinate con dighe fisse a stramazzo, han servito a rialzare le acque magre di 1^m.40, perchè la corrente avesse sempre la profondità di metri 2.10 necessaria alla navigazione.

Le parti mobili hanno circa 120 metri di lunghezza, dove continua e dove in due porzioni separate dallo sfioratore fisso; i cavalletti di ferro hanno l'altezza di 3^m.50, sono distanti fra loro 1^m e sono collegati da doppio sistema di tiranti: ad essi può appoggiarsi una passerella smontabile pel passaggio degli operai.

c) Altro tipo preferibile al precedente, perchè le sue parti fanno sistema fra loro, è il seguente.

Le aperture son munite d'una paratoja legata alla platea da una cerniera in tutta la sua lunghezza, per modo che la paratoja stessa girando nella cerniera possa mantenersi in posizione verticale o poco inclinata verso sottocorrente, ed infine abbattersi sulla platea nella direzione della corrente. Nella posizione verticale, o poco

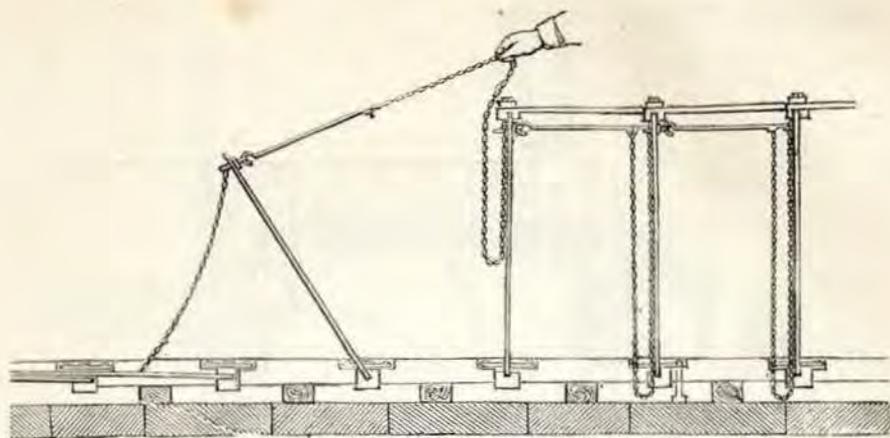


Fig. 898.

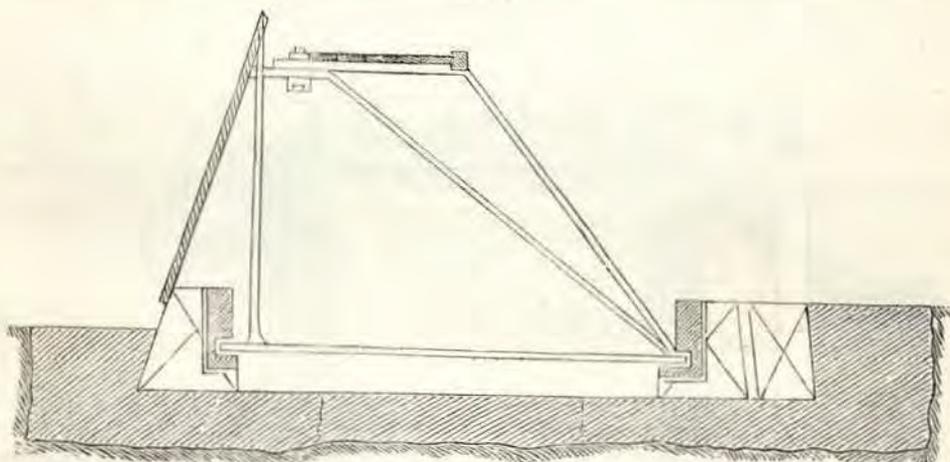


Fig. 899.

inclinata, la paratia subisce la pressione della ritenuta d'acqua, epperò dal lato opposto v'è una specie di polsa o razza anch'essa collegata a cerniera con la paratoja e spingente contro un risalto esistente nella platea. Quando la paratoja deve abbassarsi si fa venir meno il risalto ora detto, ove la polsa fa forza, quindi la stessa scivola traendo la paratoja, ed insieme si adagiano sulla platea.

Le fig. 900 e 901 presentano il sistema ora descritto applicato sul fiume Isle, ma combinato alternatamente con altre paratoje a cerniere, che si abbattano dal lato a monte mediante un tirante a catena tenuto da un palo. Quando tutte le paratoje sono alzate si collegano fra loro per mezzo di asticciuole a scatto. Tale congegno è anche esso per la maggior parte di ferro, ossia tutta l'ossatura è così fatta; di legno sono solamente le paratoje.

Il sistema ora descritto, perfezionato come segue, porta il nome di *Hausse à bascule* di Chanoine o Legrené (figure 902 e 903).

La paratoja non è fissa alla platea mediante cerniera, ma è affidata ad una robusta asta, ad un estremo della quale è collegata a cerniera in corrispondenza dell'asse del centro delle pressioni che l'acqua esercita nella paratoja quando le forma ritenuta. L'altro estremo dell'asta è anche a cerniera in un punto fisso della platea; quindi la paratoja può inclinarsi più o meno e lasciar

passare l'acqua tanto al disopra che al disotto. L'asta è tenuta in posizione verticale da una polsa obliqua che fa forza contro un ostacolo esistente sulla platea; quando l'ostacolo manca la polsa scivola sulla platea, l'asta si abbassa e con essa la paratoja. In siffatta guisa elevandosi il pelo d'acqua della ritenuta, pel sopravvenire della piena, la paratoja gira intorno all'asse orizzontale e quindi la piena si scarica; abbassandosi il livello la paratoja può da se stessa riprendere la posizione di chiusura. Occorrendo, si può abbassare tutto il sistema, col solo spostamento della polsa. Per fare la manovra di abbattimento, e quella del rialzamento con facilità, alla stessa platea è affidato un apparecchio di sostegno, come quello dell'alzaja Poirée, atto a reggere una passerella per gli operai (V. le suddette figure 902 e 903).

d) Il miglioramento ultimo che si è cercato introdurre in siffatte paratoje si è quello di renderle automobili, cioè che possano da loro stesse abbassarsi al sopravvenire della piena, evitando così la necessità di guardiani e le conseguenze della trascuraggine di questi.

Per piccoli dislivelli e pei fiumi ad acque chiare, moltissimi e facili congegni sono stati adottati, che presentano però quale più quale meno degl'inconvenienti allorchè le acque sono torbide. Passiamo a descriverne brevemente taluni più rimarchevoli.

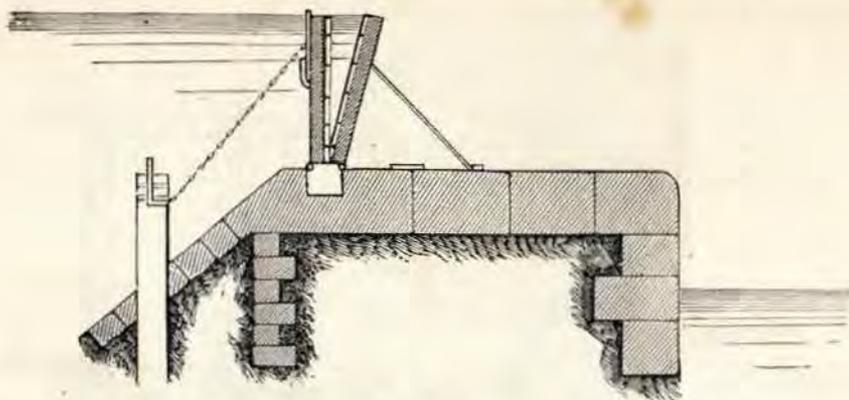


Fig. 900.

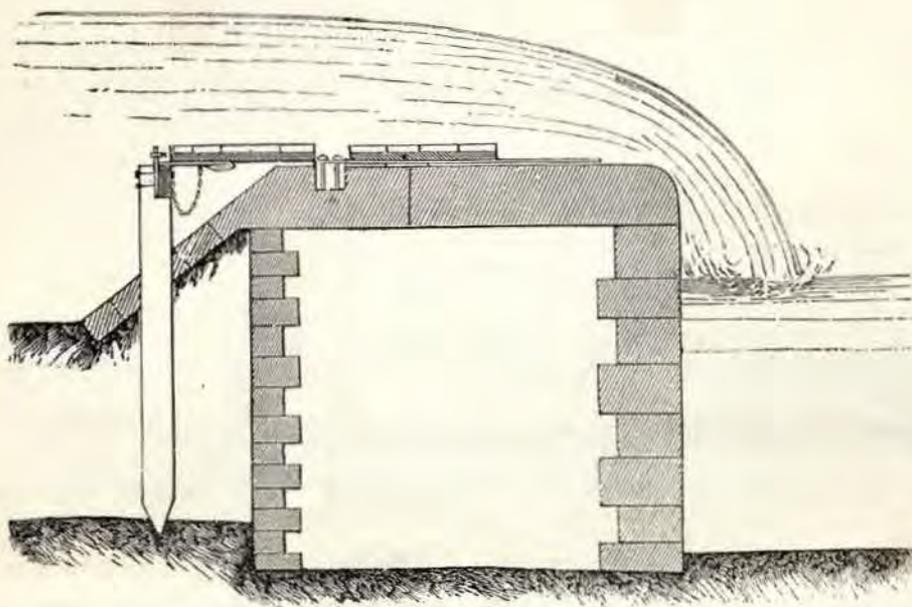


Fig. 901.

Chiusa mobile costrutta nel 1867 sulla Marna a Joinville (figura 904). — Questa chiusa ha la lunghezza di m. 100 circa, ed abbraccia diverse parti, cioè: due spalle estreme ed una grossa pila, che si elevano al disopra del livello della ritenuta; una tratta mobile di 63 metri di lunghezza, ed un passaggio pei battelli di 12 metri di larghezza — la pila separa lo scaricatojo, ossia la parte mobile, dal passaggio navigabile. L'altezza totale della ritenuta è di m. 2. 16 sulle acque magre; ma fino a m. 1.06 di altezza la diga è fissa di muratura, e la parte superiore di m. 1. 10 è mobile formante propriamente lo scaricatojo: cosicchè la soglia della parte mobile costituisce ciglio della muratura che si raccorda con una platea sottocorrente con profilo a doppia curvatura.

Lo spessore dell'impianto è di m. 8 fra due paratie di fondazione; di cui quella a monte giunge al ciglio del muramento ossia al livello della soglia, a m. 1. 10 al disotto del livello della ritenuta, e quella a valle trovasi a livello delle acque magre. In mezzo a questo recinto, dopo l'escavazione, venne costruito il masso di fondazione in calcestruzzo, dello spessore medio di m. 1.60 con incasso maggiore nel fondo naturale presso le due paratie. Sulla detta fondazione è sovrapposto il masso di muratura

avente un vuoto A nel mezzo per tutta la lunghezza dello scaricatojo, presentando la sezione come nella figura.

Questo vuoto longitudinale è diviso in 43 scompartimenti detti tamburi, mediante diaframmi trasversali incastrati nella muratura. Ciascun diaframma presenta due vani, uno *v* dal lato a monte di livello elevato e più largo che alto, detto perciò vano orizzontale, e l'altro *v'* a valle più alto che largo, detto vano verticale; ambedue sono disposti come rilevasi dalla figura citata.

In ciascun diaframma sono incastrate le estremità di un ferro tondo forgiato, che costituisce asse orizzontale intorno a cui gira una paratoja che le è affidata a cerniera e che si muove con la parte inferiore nel vuoto di ciascun tamburo o scompartimento. La paratoja è fatta di lamine di ferro rinforzate da tre nervature formanti sistema con la cerniera. Le parti superiori delle paratoje che sono piane formano la chiusa mobile che gira verso valle per abbassarsi, ed in senso opposto per rialzarsi. La parte inferiore di ciascuna paratoja è curva, con braccio di 0^m. 42, e poi torna piana, in modo che quando trovasi abbattuta la parte superiore, quella inferiore contorna il labbro inferiore del vano orizzontale V: quando la paratoja è rialzata, la parte inferiore trovasi

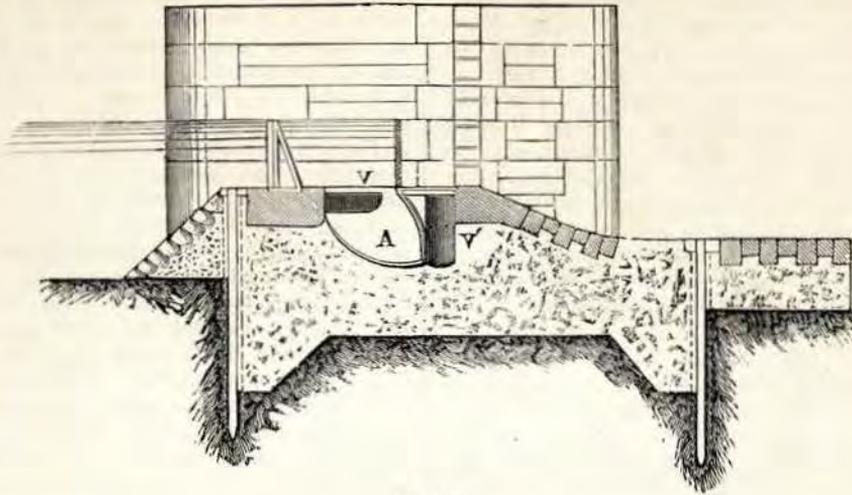


Fig. 904.

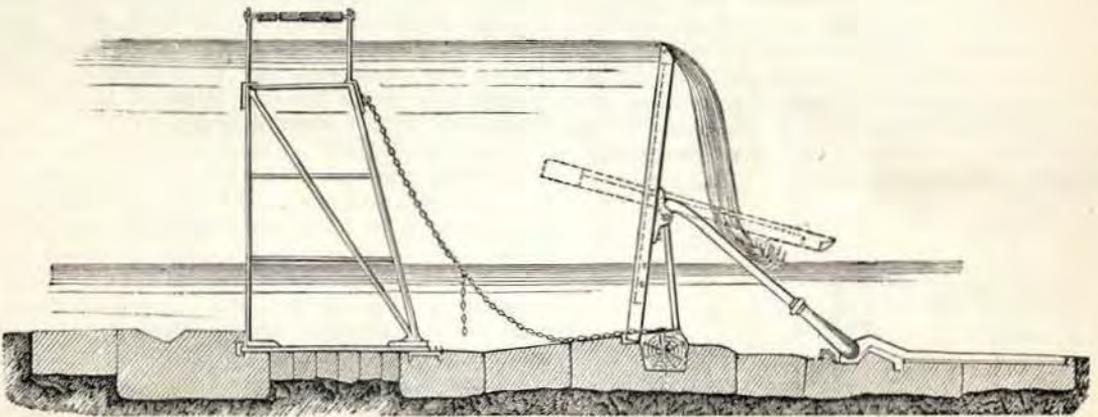


Fig. 902.

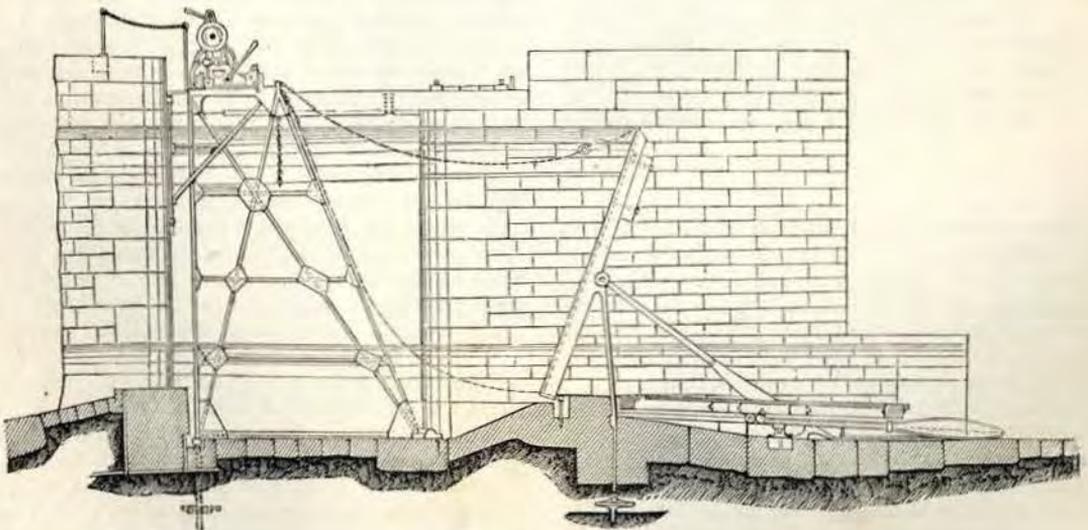


Fig. 903.

a contatto col bordo interno del vano verticale V', e contemporaneamente trovasi a contatto con due nervature sporgenti da ciascun diaframma, e con un risalto di legno esistente al fondo del tamburo, e superiormente con un risalto o appendice della cerniera. Essendo la parte superiore del vano longitudinale chiusa a livello della platea, o soglia della diga mobile, con lamiere di ghisa che poggiano con un lato sulla platea stessa, con due lati sui diaframmi, e col quarto sull'appendice orizzontale della cerniera, sarà in quest'ultima posizione impossibile il passaggio dell'acqua; perlocchè l'appendice è guarnita di caoutchouc. In ogni altra posizione sarà possibile il passaggio di un po' d'acqua, esistendo fra la paratoja ed i fianchi, ed il fondo di ciascun tamburo il gioco di millimetri quattro.

È evidente che la parte inferiore della paratoja divide ciascun tamburo in due scompartimenti di capacità variabile; perciò mettendo lo scompartimento a monte in comunicazione col sopracorrente la chiusa, e quello a valle col sottocorrente, l'acqua agirà sulle due parti della paratoja, ma più energicamente sulla inferiore per la maggior superficie che questa presenta e per la maggior profondità, alla quale trovasi, e perciò la paratoja sarà costretta contro la forza della corrente a sollevarsi e tenersi alzata, e l'acqua che trovasi nello scompartimento inferiore si sverserà nel sottocorrente. Mettendo invece lo scompartimento a valle in comunicazione col sopracorrente e quello a monte col sottocorrente, sarà la paratoja costretta ad abbassarsi conspirando come coppia le pressioni sulle due parti superiore ed inferiore, e l'acqua che trovasi nello scompartimento a monte si vuoterà nel sottocorrente.

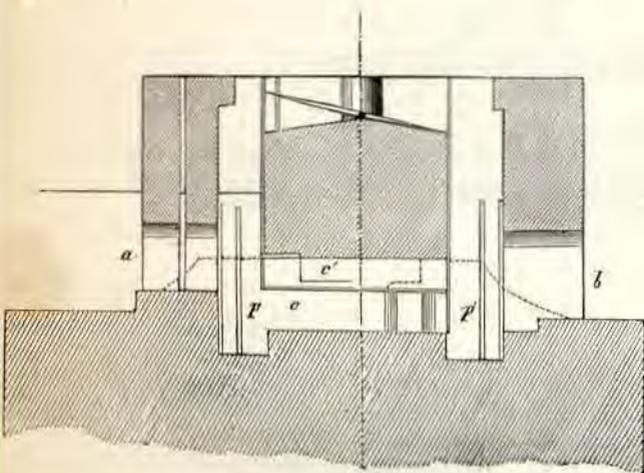


Fig. 905.

Per effettuarsi questa manovra è stabilito nella spalla destra e nella pila, che divide lo scaricatojo dal passaggio navigabile, un cunicolo longitudinale *ab* (fig. 905), della lunghezza di m. 7.60 da monte a valle, da cui l'apertura *a*, a monte, è di m. 0.30 più alta del livello delle magre, e l'uscio *b* a valle è proprio al livello di queste. La parte di mezzo del cunicolo, lunga m. 3, è separata dalle parti estreme mediante due pozzetti *pp'* che traversano verticalmente tanto la spalla che la pila. — In questi pozzetti e nel tratto di cunicolo che li congiunge si trova il seguente congegno, che forma la parte essenziale, mediante la quale si compie la distribuzione e la manovra suindicata. La porzione centrale del cunicolo è divisa orizzontalmente in due parti *cc'*, cia-

scuna di luce 0.80×0.59 , mediante una lastra di ghisa di $0^m.02$ di spessore. Un bilanciere posto a cavaliere di detto tratto di cunicolo, e che ha nel mezzo il suo asse di rotazione, porta sospese due saracinesche, che col loro movimento alternato aprono o chiudono il condotto superiore, dal lato a monte, e contemporaneamente chiudono od aprono quello inferiore. Al tempo stesso si ha l'inversa posizione all'estremo dei due cunicoli dal lato di sottocorrente. Questi due condotti comunicano fra loro mediante due altri trasversali nel corpo della muratura, dei quali il superiore comunica anche col vano orizzontale V (fig. 904) di ciascun diaframma, e quindi con tutti gli scompartimenti anteriori alla paratoja inferiore; e quello inferiore comunica col vano verticale V', e quindi con gli scompartimenti posteriori alla paratoja mobile.

Supponiamo che si voglia procedere all'innalzamento della diga. Col movimento del bilanciere si abbassa la saracinesca a monte, e quindi viene chiusa la comunicazione del condotto inferiore *c* (fig. 905) col sopracorrente la diga, e viene aperta quella del medesimo condotto col sottocorrente: contemporaneamente è aperta la comunicazione *a* col condotto superiore *c'* e chiusa quella a valle; quindi l'acqua della ritenuta passa pel cunicolo al condotto superiore e per mezzo del condotto trasversale di comunicazione al vuoto A passa nello scompartimento anteriore del primo tamburo; quivi premendo sulla parte inferiore della paratoja, con piccola dispersione d'acqua, la costringe ad abbassarsi, e quindi la parte superiore si innalza: allora pel perfetto contatto anzidetto cessa il disperdimento, e l'acqua, riempito il primo vano A (fig. 904), passa nel successivo, innalzando la seconda paratoja, e di poi una alla volta tutte le altre.

Se si vuol procedere all'abbattimento della diga, con la manovra del bilanciere, si rialza la saracinesca dalla sua posizione chiudente il cunicolo *c*; quindi lo scompartimento a monte è sottratto dall'influenza delle acque superiori, e può vuotarsi da se stesso nel sottocorrente, mentre che l'acqua del sopracorrente, passando pel condotto inferiore *c* va nello scompartimento a valle, e le lamiere si abbassano senza urto, essendo rallentato il loro movimento dall'acqua che deve scaricarsi dallo scompartimento anteriore.

In tempo di magra una caduta di 0.10 a 0.15 basta per elevare le lamiere; e chiudendo il passaggio pel battenti bastano due minuti per l'innalzamento, ed uno per l'abbassamento, quando non vi sieno cause incidentali di ritardo. Dipiù è importante che può abbattersi anche un numero limitato di queste paratoje, perchè l'esperienza ha dimostrato che se si manovrano le saracinesche, che guarniscono il cunicolo nella spalla, in senso contrario di quelle esistenti nella pila, circa una metà delle paratoje si abbatte mentre l'altra metà resta sollevata; e siccome la potenza, e quindi l'effetto da ciascun lato dipende dal volume d'acqua immesso, così regolando sia dalla spalla che dalla pila il movimento del bilanciere, si determina la quantità di acqua da immettere in proporzione all'effetto che da ciascun lato si vuole ottenere, tanto per l'innalzamento che per l'abbassamento. Questi limiti vengono praticamente ricercati dai guardiani.

Perchè gli scompartimenti non fossero ostruiti da corpi estranei, le bocche dei cunicoli sono difese da griglie, e le saracinesche di isolamento possono togliere la loro comunicazione con la corrente durante le piene; inoltre i corpi estranei possono espellersi facendo agire in tutta la loro potenza le prese di acqua della pila e della spalla in senso contrario, ed allora i corpi estranei saranno trasportati da ambedue le parti nel sottocorrente.

È evidente che la forza che produce il movimento nella descritta diga, è il dislivello fra le acque a monte e quelle a valle, la caduta cioè che si è procurata mediante la diga fissa, che può essere accresciuta chiudendo in parte o interamente il passaggio navigabile. In tempo di magre si ha la massima caduta, che va scemando col crescere delle acque; sicchè, alzandosi il livello di queste, arriverà un periodo di tempo in cui l'innalzamento delle paratoje non è più possibile; ma allora non è necessario.

Chiusa mobile del sig. Krantz (figure 906, 907, 908). — In questo sistema di alzaje mobili le paratoje hanno l'asse di rotazione orizzontale alquanto al disopra del loro centro di gravità, e quest'asse è fissato lungo il lato di un cassone (o pontone, con termine di marineria) che è collocato, quando la paratoja è abbattuta, in uno incavo o incasso di forma trapezoidale, praticato nella platea di fabbrica, che forma la base della diga.

Il pontone P (fig. 906), che è l'organo essenziale del movimento, è fatto di lamiera, ed è affidato dal lato inferiore ad un'ossatura di ghisa esistente nell'incavo suddetto: siccome l'attacco è fatto a cerniera, così il pontone può rotare fra dati limiti; esso è vuoto, quindi costituisce nell'acqua una forza di sollevamento considerevole.

Tutta la chiusa è composta di un certo numero di questi pontoni, con la rispettiva paratoja, e ciascuno è calcolato in modo che, quando è coricato o adagiato sulla platea, ha tale forza-al sollevamento, prodotta dallo spostamento del liquido, da equilibrare le resistenze, cioè il suo peso, quello della paratoja, gli attriti e la pressione dell'acqua; di modo che in tale posizione, qualunque sia il livello delle acque, l'equilibrio è costante.

Presso una delle sponde è impiantato, su basamento di muratura, un piccolo serbatoio di lamiera, composto di una camera centrale A e due laterali BC (fig. 907). La camera centrale, mediante un congegno di saracinesche, può essere messa in comunicazione col sopraccorrente o col sottocorrente, o con ambe le parti al tempo istesso. L'acqua di cui si riempie la detta camera, e quindi la pressione che è capace di esercitare è trasmessa per mezzo di un'apertura al condotto sottoposto ai pontoni, e questa pressione si esercita costantemente

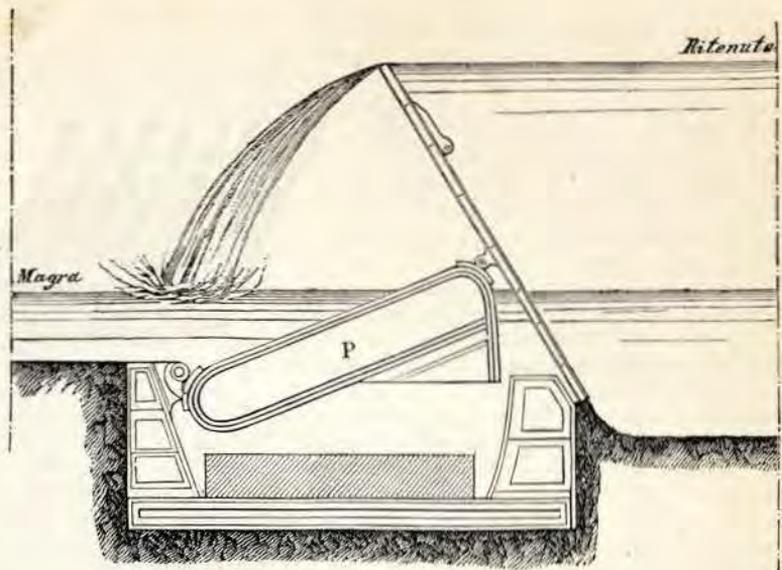


Fig. 906.

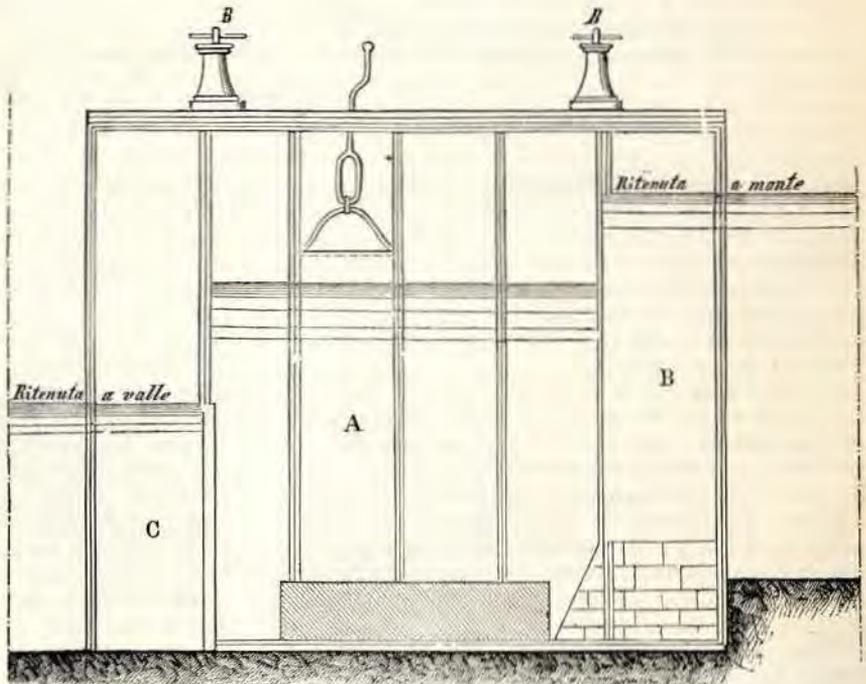


Fig. 907.

sotto di essi, sia che la paratoja trovisi elevata, sia che trovisi abbassata, cioè coricata sulla platea generale. Facendo comunicare la camera centrale con altro serbatoio impiantato in sito prossimo o lontano, su di una qualunque delle due sponde del fiume, e che sia stato alimentato e riempito fino ad una certa altezza durante una precedente piena, la maggior pressione dipendente dall'altezza del livello nel serbatoio, sarà dalla camera trasmesso sotto i pontoni, i quali, risentendo l'azione ascensionale e vincendo tutte le resistenze, si sollevano rotando intorno ai loro assi, ed eleveranno al tempo stesso le paratoje che costituiscono la diga mobile, ossia l'alzaja, e quindi si forma la ritenuta dell'acqua. In tale

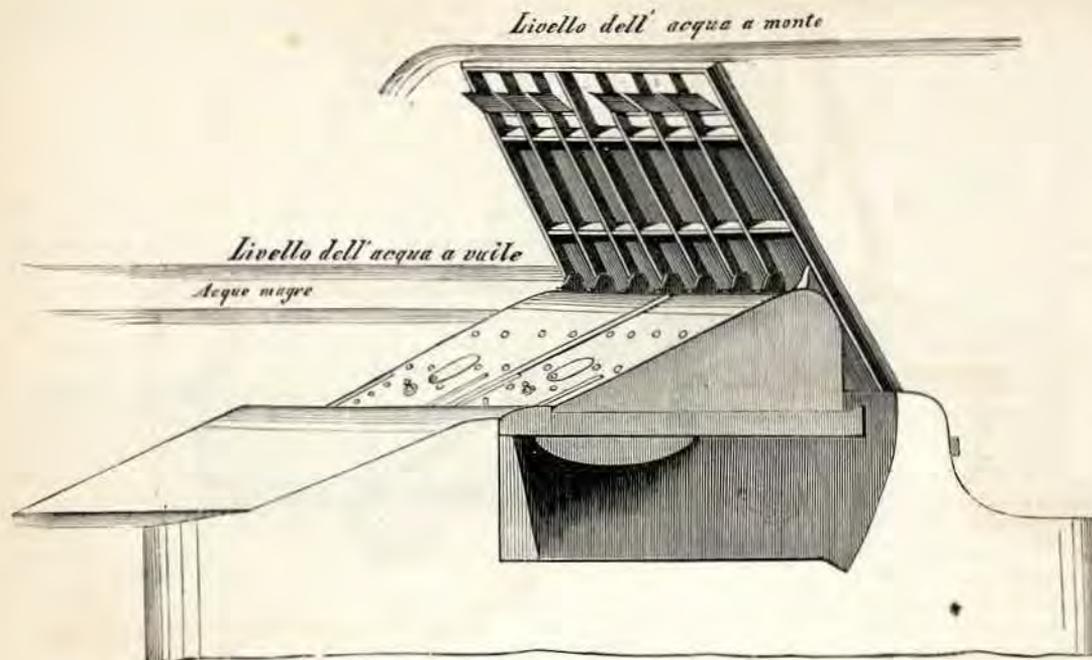


Fig. 908.

posizione e stato di cose, il serbatoio è sempre alimentato e l'equilibrio è reso stabile, finchè, volendo procedere all'abbattimento, non si chiuda la comunicazione della camera centrale col sopracorrente, e si apra quella della medesima col sottocorrente; allora, diminuendo la pressione esercitata sotto i pontoni, diminuisce la somma dei momenti al sollevamento ed il cassone discende trasportando seco la paratoja.

La paratoja porta in alto delle ventole automatiche, con asse di rotazione orizzontale, munite di contropesi, che permettono il passaggio ad una porzione di acqua solo quando questa abbia raggiunta una certa altezza al disopra del livello normale della ritenuta. Se poi il livello delle acque si elevasse di molto, passando il centro di pressione al disopra dell'asse di rotazione della paratoja, questa s'inclinerà fino a divenire orizzontale, diminuendo così i pericoli della negligenza dei guardiani (Veggasi la figura prospettiva 908).

Si potrebbe anche dare al pontone una posizione qualunque intermedia, per ottenere una corrispondente e variabile altezza di ritenuta, manovrando le saracinesche in modo da mantenere nella camera centrale un livello intermedio fra quello a monte e quello a valle.

Alzaja mobile automotrice del sistema Girard (fig. 909). — Di questo sistema, proposto nel 1869 dal sig. Girard fu fatta un'applicazione allo scaricatojo della chiusa esistente presso l'île *Brulée* sul fiume Yonne. La chiusa abbraccia uno scaricatojo di piene della lunghezza di metri 25, un passaggio navigabile di metri 30 costruito nel sistema Chanoine, attraverso il quale si compie la navigazione quando le acque abbondanti lo permettono, ed un sostegno di navigazione della larghezza di 10^m.50, che funziona durante le acque magre del fiume.

Lo scaricatojo si compone di una parte fissa in muratura M, la cui soglia trovasi di un metro più alta di quella nel passaggio navigabile, e d'una parte mobile

costituita da sette grandi paratoje P girevoli intorno ad un asse a cerniera di ferro fuso affidato alla platea o soglia della parte fissa della diga.

Le paratoje formate di ben connessi panconcelli, dello spessore di 0^m.10, hanno la larghezza di 3^m.52, l'altezza di 1^m.97; quando sono rialzate, non restano verticali, bensì inclinate di 0^m.40 per metro verso sottocorrente. L'altezza della parte fissa è di 2^m.00; sollevando le paratoje la ritenuta diventa di 3^m.85. Sette cilindri C o camere di tromba, ciascuno destinato a manovrare una paratoja, sono solidalmente fissati al versante a valle della platea in muratura mediante due robusti tiranti chiavardati a due orecchioni, che fanno corpo con ognuno dei cilindri e sono incastrati nella muratura. I cilindri hanno il diametro esterno di 0^m.40, lo spessore di 0^m.04, ed in ciascuno di essi si muove uno stantuffo del diametro di metri 0.30, il quale rivestito di una camicia di rame rosso, scorre in una guarnitura di cuojo che aumenta il contatto. Ogni stantuffo porta all'estremo della propria asta una traversa di ghisa a forma di un solido di eguale resistenza, detta traversa di testa, che si appoggia e si muove su tre guide anche di ghisa fissate alla muratura ed alla quale si innestano, con articolazione a cerniera, tre bielle o polse B che alla loro estremità superiore sono anche collegate ed articolate con un'altra traversa fissata nel mezzo della paratoja orizzontalmente.

Sulla spalla dello scaricatojo è impiantata un'officina idraulica comprendente una turbine ad asse verticale, che dà movimento ad una tromba ad acqua a doppio effetto, e ad una tromba per comprimere l'aria in un serbatoio; questo è costituito da un cilindro di ghisa del diametro interno di 0^m.16 e dello spessore di 0^m.05, che serve a regolare la manovra delle trombe, e permette di rialzare le paratoje quando la caduta non è sufficiente ad animare la turbine.

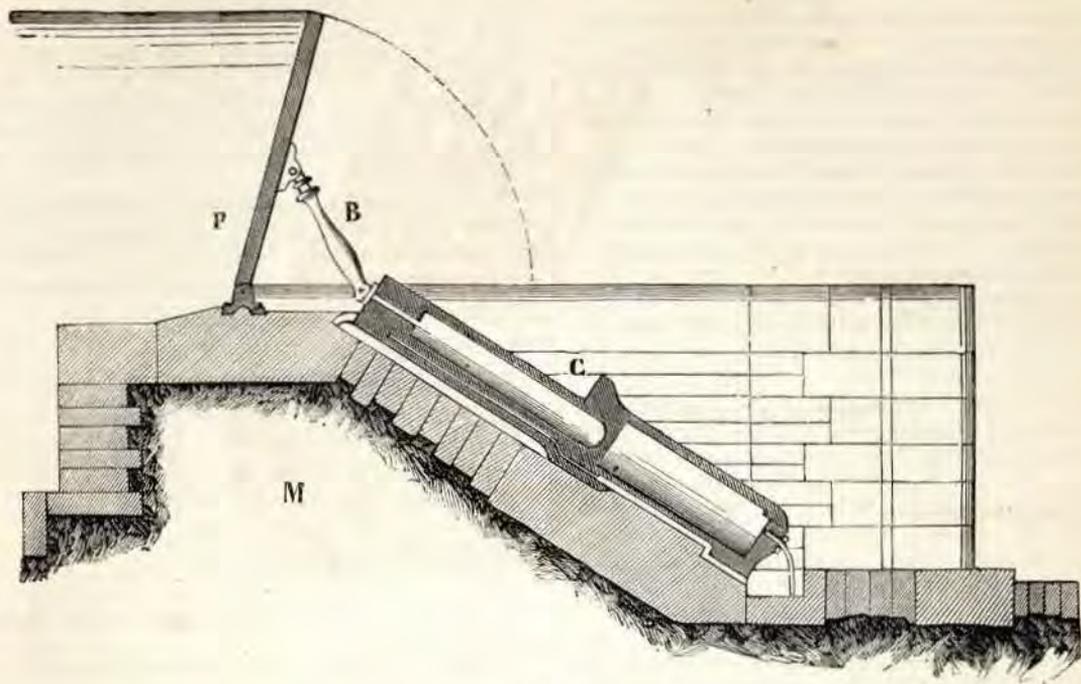


Fig. 909.

Una serie di tubi di rame del diametro di 0^m.25 collocati in un cunicolo praticato nella platea della chiusa, mette in comunicazione la camera di ciascuno stantuffo con i generatori di forza destinati a trasmettervi la pressione mediante l'acqua. Ai detti tubi di comunicazione fra le trombe il serbatoio e ciascun cilindro, sono connessi dei rubinetti a triplice effetto, così da permettere di mandar l'acqua sia nel serbatoio, che nei cilindri o di farla passare in un tubo di scarico. La tromba può attingere l'acqua direttamente dal fiume quando non sia torbida, o da una conca praticata nel massiccio della spalla.

Si comprende di leggieri come l'introduzione alternata dell'acqua nei cilindri possa far alzare le paratoje.

Sui calcoli relativi e sui particolari delle manovre si rimanda il lettore agli articoli pubblicati nell'Oppermann, *Nouvelles annales de la construction*.

CAPO VI.

I. — Legislazione delle acque pubbliche e private. — Principii sui quali è basata. — Diritti dei riverani.

I vantaggi che dalle acque correnti possono ritrarsi, come pure i danni che possono arrecare alle proprietà sì pubbliche che private, le han fatto diventare oggetto di diritti diversi determinati dalla legislazione e dalla giurisprudenza.

La materia che vi è relativa, dice il Romagnosi al § 9 della *Ragione civile delle acque*, deve sceverarsi dalla folla delle dottrine comuni, deve guardarsi in conformità dell'indole tutta sua propria e speciale, o meglio, associata ai dettami opportuni per altri beni, alle vedute ed ai principii non solamente derivati dalle leggi fisiche, ma eziandio dai servizi relativi strettamente sociali.

Le acque possono nel generale concetto che le riguarda andare considerate come appartenenti al pubblico demanio, sia che questo abbracci i diritti dello Stato, sia dei Comuni, sia dei particolari; possono essere atte al trasporto o navigabili, perenni o intermittenti, servire ai bisogni della vita ed a quelli dell'agricoltura, dell'industria manifatturiera ed al semplice abbellimento dei monumenti urbani e rustici; possono essere diurne o notturne, estive o invernali, morte o correnti. — Attaccate al suolo ne sono un accessorio indispensabile e forzato; necessarie all'uomo formano al pari dell'aria il patrimonio comune..... *naturali jure communia sunt omnium hæc, aer, aqua profluens*, a quanto insegnavasi nelle *Istituzioni*, lib. II, tit. 1, *De rer. divis.*

Le leggi romane attribuiscono al demanio pubblico la proprietà dei fiumi: *Flumina omnia publicæ sunt — Fluminum publicorum communis est usus, sicut viarum publicarum et littorum*.

Questo solenne dogma non ha mai cessato di essere in vigore, guidando sempre la determinazione dei diritti diversi sulle acque correnti. — La differenza fra tali diritti, nelle leggi più antiche come nelle moderne, e così nelle francesi, riposa principalmente sulla distinzione fra i corsi d'acqua *navigabili* o *galleggianti*, e quelli non atti a questi due uffici, sia che le acque possano servire all'irrigazione dei campi, sia all'industria manifatturiera, per animare macchine, mulini, e cose simili.

Il galleggio, ossia il trasporto di oggetti che si mantengono a galla, ovvero sopra zattere o chiatte, essendo più antico ed esteso, è stato sempre assimilato alla navigazione con battelli, e perciò le relative teoriche sono rette dai medesimi principii dei fiumi atti indistintamente all'uno ed all'altro esercizio.

Il Codice napoleonico lascia al demanio pubblico i fiumi navigabili e galleggianti, ed estende la naviga-

bilità pubblica dai fiumi navigabili a quelli solamente galleggianti.

Un medesimo fiume può essere diviso in due o più parti, in corrispondenza dei tratti che sono realmente atti alla navigazione o al galleggiamento, ed a quelli che non sono.

La proprietà dei riverani si estende fino all'acqua, salvo l'esistenza della via di alaggio che costituisce una *servitù* per il fondo lungo il fiume. Non è però così della proprietà che concerne il letto del fiume che è assolutamente negato ai riverani: cosicchè se un corso d'acqua vien modificato e dichiarato navigabile non spetta a coloro verun diritto all'uopo.

La demanialità dell'acqua si estende dal letto del corso a quegli oggetti trasportati dalla corrente, che non sieno già riconosciuti appartenere ad altri, e che non sieno in dato tempo reclamati.

Secondo il Codice civile italiano i fiumi e torrenti in generale sono del Demanio pubblico (art. 427), e secondo lo spirito del Codice medesimo l'alveo e le ripe dei fiumi e torrenti, ed in generale di tutti i corsi d'acqua, sono di dominio privato dei proprietari dei fondi contigui ad essi, solo le acque fluenti dei fiumi e dei grossi torrenti sono del Demanio pubblico. Questa massima costituisce il fondamento del diritto d'accessione fluviale nel Codice italiano.

Nel progetto *Cassinis* (art. 556) si stabiliva: « Gli alvei dei fiumi e torrenti al giorno in cui andrà in osservanza il presente Codice, apparterranno ai proprietari dei fondi confinanti agli alvei medesimi. La linea mediana dell'alveo, all'epoca predetta, segnerà il confine della proprietà dei frontisti delle due sponde, e le porzioni di alveo spettanti ai singoli frontisti saranno determinate dalle perpendicolari abbassate sulla linea mediana dalle estremità delle rispettive fronti ».

Il *Pisanelli* nel suo progetto (art. 418) riproduse quasi testualmente il trascritto articolo 556 del progetto *Cassinis*.

Il Senato si scostò invece dai detti progetti, e riproduse nel suo gli articoli 556 e seguenti del Codice francese.

Però tutta la differenza tra i sistemi ministeriale e del Senato, che è quello del Codice, non è già nel principio riconosciuto, che solo l'acqua fluente dei fiumi e torrenti sia di ragione del pubblico Demanio, e non l'alveo e le ripe che si riguardano di privata proprietà; ma unicamente nel modo di determinazione della stessa proprietà, se debba cioè stabilirsi *a priori* colla linea mediana, ovvero colla teoria già ricevuta del diritto di accessione secondo i diversi casi.

È notevole però che quanto all'*alveus derelictus*, mentre il Codice francese lo dava *titulo indemnità* ai proprietari del nuovo letto, il Codice italiano lo dà ai confinanti alle due rive del letto abbandonato (articolo 461).

In massima sono considerati del Demanio pubblico tanto i fiumi navigabili ed i galleggianti, quanto i non navigabili, nè adatti al trasporto; come pure i grossi torrenti.

Appartengono invece ai proprietari frontisti i piccoli torrenti, i rivoli ed in genere i piccoli corsi d'acqua, onde sono soggetti e regolati dal Codice civile sotto il titolo delle *servitù prediali*.

Tra le *servitù* che derivano dalla situazione dei luoghi, sono precisate le soggezioni dei fondi inferiori ai superiori, gli obblighi di mantenere le sponde e i ripari nell'interesse comune o rispetto agli altri, l'uso che può farsi delle acque che non hanno carattere di demania-

lità, che lambiscono il fondo privato o che nascono nello stesso (art. 536 a 545 Cod. civ.).

Dagli esposti principii promana la conseguenza che tutto ciò che tende sia a trasportare che ad impedire la condotta, l'uso, il beneficio, l'impiego in una parola dell'acqua, merita seria e matura ponderazione; poichè si mira ad accordare o negare il diritto che si accampa per azione o per eccezione in tutto che concerne cotali giuridiche nozioni.

Non ci pare del caso allargare la dissertazione ed il ricordo delle esposte nozioni sul fondamento giuridico dei diritti sulle acque e degli usi che vi si riferiscono, per cui terminiamo con le seguenti indicazioni bibliografiche:

Luca di Penne, *In lege usus aquae*.

Matteo de Afflitto, *Quae sunt regalia, v: Flumina*.

Montano, *De regalibus*.

Rovito, *Consultazione 25^a*.

Capobianco, *De baronibus*.

Romagnosi, *Condotta delle acque*.

— *Ragion civile delle acque*.

Giovanetti, *Reggime delle acque*.

Dionisotti, *Servitù delle acque*.

Vigliani, *Note alla traduzione del diritto civile del Duranton*.

Foschini, *Teoria delle acque*.

Gagliardi, *Denuncia di nuova opera, cap. 2^o, sez. 3^a*.

Championnière, *Diritto dei riverani alla proprietà delle acque correnti*.

Daviel, *Trattato della legislazione e della pratica dei corsi d'acqua*.

Zilioli G., *Del diritto dei privati al terreno che è sotto l'acqua dei fiumi* (opera pubblicata a Parma nel 1873).

II. — Leggi e procedura riguardanti la manutenzione dei corsi d'acqua e le derivazioni.

I lavori di mantenimento, di miglioramento e regolazione dei fiumi, hanno per oggetto non solo la conservazione e la facilitazione alla navigabilità, ma anche riguardano la stabilità delle sponde e la conservazione dei porti, e perciò apportano notevole e positivo vantaggio tanto ai Comuni che ai riverani, i quali però partecipano alle spese occasionali dei detti lavori in proporzione coi benefici ricevuti.

La legge sulle opere pubbliche (20 marzo 1865) al titolo 1^o stabilisce le attribuzioni del Ministero dei lavori pubblici, tra altre cose, sui canali demaniali così di navigazione che d'irrigazione, sul reggime e sulla polizia delle acque pubbliche dei fiumi e torrenti, laghi, rivi, canali di scolo, ecc.

Determina al titolo 3^o i corsi d'acqua che sono soggetti a pubblica amministrazione, e fissa i limiti della tutela e della ingerenza governativa. Pertanto in ragione degli interessi ai quali le opere riguardanti le acque pubbliche provvegono, si eseguono e si mantengono in diversa maniera rispetto alla spesa: e sono all'uopo distinte in quattro categorie, come leggesi all'art. 92, sez. 1^a, capo 1^o.

In massima il concorso dello Stato è stabilito solamente per le opere utili alla navigazione, e per quelle che direttamente influiscono nella sicurezza di opere nazionali.

Il concorso delle Provincie e dei Comuni è obbligatorio quando gli enti medesimi sono interessati alla conservazione di opere particolari, come i ponti appartenenti alle strade provinciali o comunali, ed altri casi simili.

Determina quando debbono aver luogo i concorsi fra varie amministrazioni coi privati, o fra questi solamente.

Previene i casi in cui le opere sono rese obbligatorie, a qualsiasi categoria appartengano, come provvedimenti necessari per la conservazione della navigazione e del territorio dello Stato, ossia per impedire i disalveamenti ed i danni derivanti da inondazioni, ecc.

La legge medesima fissa anche le norme per l'ordinamento dei consorzi occorrenti alle opere di difesa sulle acque pubbliche; stabilisce le regole per la compilazione dei progetti per le opere idrauliche, per l'approvazione loro, e nei casi di lavori di urgenza. Quelle per le speciali formalità che accompagnar debbono le nuove inalveazioni, le rettificazioni; e le norme per la manutenzione e riparazione degli argini e canali nei casi di piena e di pericolo di inondazioni (capo II e III).

Al capo IV sono determinate le norme, i diritti e le relazioni fra i fondi cui necessitano scoli artificiali, o che vi sono inservienti e soggetti.

Al capo V sono fissate le norme generali per ottenere la derivazione di acque pubbliche e gli obblighi relativi, alle quali fanno eccezione i soli casi preveduti dal Cod. civ. agli art. 620, 621.

A questo capo V si collega il regolamento per la derivazione delle acque pubbliche approvato con decreto del dì 8 settembre 1867, che indica la procedura nel domandare la concessione, nell'istruirlo, nel concederla e nell'applicarla, con gli obblighi e diritti relativi.

Le norme per la derivazione delle acque sono modificate dalla legge già approvata dal Parlamento il 28 giugno 1881, la quale rinnova propriamente l'art. 170 della legge 20 marzo 1865 sulle opere pubbliche, con l'intendimento di rendere più spiccia la procedura, diminuire i litigi, e renderla nei suoi effetti più spedita. Con tale scopo, ad esempio, le derivazioni dai corsi di acqua meno importanti s'iniziano e si compiono nell'ambito degli uffici della Provincia nella quale deve esercitarsi l'invocato uso d'acqua.

Conseguentemente sarà modificato il relativo regolamento, mirando il tutto a facilitare le derivazioni utili all'agricoltura ed alle industrie.

Il capo VI della legge 1865 riguarda la navigazione dei fiumi ed il trasporto a galla, definendo tale servizio quale oggetto principale dei fiumi, laghi e canali: quindi è subordinato agli uffici medesimi ogni altro uso delle acque, con la determinazione degli obblighi e divieti relativi.

Al capo VII sono determinate, come *polizia* delle acque pubbliche, i divieti di opere e d'ogni specie di lavori o di alterazione per parte dei frontisti e degli esercenti un atto qualunque sui fiumi e sui torrenti. Sono specificate le facoltà che possono ottenersi ed in qual maniera, con le penalità corrispondenti.

Finalmente al capo VIII sono date le disposizioni transitorie relative alle leggi e regolamenti ed alle consuetudini anteriori riflettenti l'uso delle acque pubbliche: come pure le prescrizioni riguardanti le diverse categorie di lavori, la contabilità, i consorzi di diversa natura, ecc.

Alla ripetuta legge 20 marzo 1865 si collegano il regolamento approvato con decreto del 1868 per la costruzione e manutenzione delle opere stradali, idrauliche e marittime; e l'altro approvato con decreto del 1870 per la custodia, difesa e guardia dei fiumi e torrenti e delle opere annesse.

Per quanto riguarda gli speciali provvedimenti per il reggimento degli alvei torrenziali, alcuni regolamenti del corpo delle acque e strade, nel fu reame di Napoli, sono degni di ricordo; essi emanano dal rescritto del 29 agosto 1829.

La legge 4 luglio 1874 fa obbligo ai Comuni di mettere a coltura fra un quinquennio i loro beni patrimoniali, e propriamente a coltura boschiva quelli oltre il limite di un determinato pendio.

La vigente legge forestale (20 giugno 1877) provvede col titolo 1° alla determinazione delle terre sottoposte a vincolo forestale, quelle cioè che non possono essere disboscate; ovvero che lo possono dopo essere state prima garantite, disponendole a ripiani artificialmente e poi addette a vegetazione arborea. Col titolo 2° si stabilisce quali sieno le regioni da rimboschire e il modo da tenere.

Il bisogno di una legge più energica e di più spedita attuazione è molto sentito, per cui al Parlamento italiano è stato testè presentato un apposito schema di legge per cura del Ministero di agricoltura industria e commercio.

Le leggi svizzere e le francesi (del 28 luglio 1860, 8 giugno 1864) provvedono con molta opportunità ai lavori ed ai mezzi speciali per attenuare e regolare i fenomeni torrenziali.

Elenco delle opere consultate ed alle quali si manda il lettore per maggiore studio:

Guglielmini, *Della natura dei fiumi*.

Raccolta degli autori italiani che trattano del moto delle acque, *Ragionamenti* del Guglielmini, del Castelli, del Poleni, del Frisi, del Viviani, del Mengotti (edizione quarta, Bologna 1823).

Costa de Bastelica, *Les torrents, leurs lois, leurs causes, leurs effets, moyens de les réprimer, ecc.* (Paris 1874).

Surell, *Les torrents des Hautes Alpes* (1841, 1870).

Lombardini, *Guida allo studio dell'idrologia fluviale, e dell'idraulica pratica*.

Pareto, *Irrigazione e bonificazione dei terreni* (versione italiana del Parrocchetti, Milano 1855).

Sganzin-Reibell, *Cours de constructions* (Parigi 1827-41).

Minard, *Cours de navigation professé à l'École des ponts et chaussées*, 1849.

Malézieux, *Cours de navigation à l'École des ponts et chaussées* (1876-77).

Oppermann, *Nouvelles annales de la construction*.

Curioni, *Lavori generali di architettura civile, stradale e idraulica*.

Spon, *Dictionary of engineering* (articoli relativi).

Bruno Ing. G., *Lezioni professate alla Scuola degli ingegneri di Napoli. — Autografia* (1881-82).

FOGNATURA CAMPESTRE. — Franc. *Drainage*. Ingh. *Drainage*. Ted. *Entwässerung*. Spagn. *Desagüe*.

Le opere di prosciugamento hanno per iscopo di esportare dalla terra l'acqua che sovrabbonda e ristagna, danneggiando o rendendo impossibile la coltivazione. Si possono dividere in due grandi categorie, secondochè si riferiscono a vastissime estensioni di terreno, o a superfici assai minori non eccedenti i limiti delle ordinarie proprietà. Quelle servono a costituire il capitale fondiario dando all'agricoltura delle terre che altrimenti non sarebbero coltivabili; abbisognano di grandi opere idrauliche e, quasi sempre, del concorso dei governi o di potenti società; escono dai limiti del presente articolo. Queste si fanno dai singoli proprietari, o dai coltivatori, per migliorare il proprio fondo, con mezzi che sono alla portata di tutti; si riducono molte volte ad operazioni di *fognatura*.

INCONVENIENTI DELLE TERRE RISTAGNATE.

L'acqua compie uffici importantissimi nella vegetazione, e la sua presenza nel suolo è assolutamente indispensabile per la vita e per lo sviluppo di tutte le piante (V. AGRICOLTURA, *Importanza dell'aria e dell'acqua*, pag. 282). Se alla terra viene a mancare un sufficiente umidore non tardano a manifestarsi i tristi effetti della siccità.

Ma quando sovrabbonda e ristagna, l'acqua diviene oltremodo dannosa. Essa è di ostacolo alla divisione meccanica del suolo attivo, e perciò i lavori o riescono impossibili perchè la terra s'impasta, o riescono inefficaci; dotata di grande capacità calorifica, abbassa la temperatura del suolo; toglie, interponendosi fra le particelle terrose, il libero accesso all'aria atmosferica indispensabile al funzionamento delle radici ed alla decomposizione utile dei concimi. Per mancanza di calore e di aeramento i semi non germogliano o germogliano male. Finalmente per sovrabbondanza d'acqua i sughi riescono troppo diluiti e quindi poco nutrienti, e le piante crescono esili e clorotiche. Egli è per ciò che nelle terre ristagnate non vivono bene le piante utili che l'uomo coltiva e difficilmente vi attecchiscono, mentre vi crescono spontaneamente e vi si moltiplicano le piante palustri, quelle cioè che trovano nelle condizioni testè descritte la loro *stazione*. Le terre ristagnate sono per lo più ribelli ad ogni coltura, e sono anche fonti perenni di malaria.

Se l'acqua ha uno scolo troppo tardo, questi stessi inconvenienti non cessano di manifestarsi, sebbene in minor grado. In tali terre i lavori non si possono intraprendere che molti giorni dopo le piogge; quindi un ritardo dannosissimo, tanto più che i raccolti in terre fredde esigono un tempo maggiore per venire a maturazione. Inoltre tutti i prodotti che esse danno sono di qualità scadente: i semi pallidi, ruvidi al tatto, più ricchi di crusca che di farina, e questa s'impasta male e dà pane cattivo: la paglia pallida essa pure, legnosa, non atta all'alimentazione del bestiame: i foraggi acquosi e poco nutritivi allo stato verde, asciutti, friabili, privi d'aroma allo stato secco; onde gli animali che se ne alimentano riescono ossuti, scarni, col pelo ruvido, col corame che non si stacca dallo scheletro, colla testa grossa, le corna molto sviluppate e lo sguardo stupido. L'animale insomma ritrae le misere condizioni entro cui visse.

E le ritraggono anche le piante arboree, se si eccettuano, ben inteso, quelle che vi trovano la loro vera stazione. Esse hanno foglie ampie, ma non consistenti, che facilmente si staccano dai ramoscelli, e secche al mi-

nimo urto si riducono in polvere: legno fragile, poco calorifico, soggetto al tarlo; producono frutti scipiti, con frequenti noduli legnosi. La foglia dei gelsi, oltre ad essere poco nutriente, è causa di malattie nei bachi che se ne alimentano. L'uva è ricca d'acqua e povera di zucchero e se ne ricava un vinello che non si serba.

EFFETTI ED IMPORTANZA DEL PROSCIUGAMENTO.

Eliminate le acque nocive, scompajono i tristi effetti da esse prodotti; ed anzi le terre prosciugate sono generalmente fertilissime. Perchè scoldando via ad ogni pioggia l'acqua sovrabbondante, essa lascia dietro a sè un facile passaggio all'aria atmosferica e le terre diventano aerate, disgregate, porose; mentre rimane loro pur sempre una quantità d'umidore sufficiente per costituire la proprietà essenzialissima della freschezza. I lavori vi riescono agevoli ed efficaci; i concimi vi si decompongono nè troppo presto nè troppo lentamente, e in modo utile alla vegetazione; i semi vi trovano le condizioni più favorevoli per germogliare, le piante per svilupparsi e fruttificare. Ciò per gli effetti immediati del prosciugamento; ma bisogna tener conto di due altre circostanze: 1° che queste terre diedero per lo innanzi solo vegetazioni palustri povere di ceneri, o scarsi prodotti agrarii, e quindi conservano pressochè intatta la loro fertilità naturale; 2° che esse, trovandosi in luoghi bassi, i quali ricevano gli scoli dei fondi circostanti, sono generalmente deposte per sedimentazione, e quindi dotate di struttura fina e complessa e abbondanti di terriccio, o proveniente dalle vegetazioni di cui prima erano coperte, o trasportato dalle acque piovane insieme colle parti più fine dei terreni superiori.

Si capisce quindi agevolmente tutta l'importanza delle opere di prosciugamento; e si può asserire col Borio che il beneficio che tali opere apportano in terre fredde, compatte, umide è uguale e spesso superiore a quello che reca l'irrigazione in terre asciutte, calde, porose.

MEZZI PER CONSEGUIRE IL PROSCIUGAMENTO.

FOGNE.

Per prosciugare le terre, il mezzo più ovvio e più comunemente adottato è quello di aprire in esse un numero sufficiente di fossi convenientemente disposti, i quali raccolgano le acque sovrabbondanti, che vi cadranno dentro dai cigli se scorrenti sulla superficie, o vi generanno dai fianchi se imbevono il suolo. Questi fossi si riuniscono poi in uno o più canali principali, che diano sfogo alle acque nel modo più opportuno indicato dalle condizioni topografiche del luogo.

Quando i fossi per le condizioni del terreno si debbano moltiplicare oltre misura, sottraggono alla coltivazione una considerevole superficie, suddividono troppo gli appezzamenti rendendo disagiati i lavori e costituiscono un pericolo permanente per gli animali. Di più essi esigono una continua manutenzione e una spesa considerevole per i numerosi ponti che bisogna costruirvi sopra. Tutti questi inconvenienti sono tanto più sentiti, inquantochè tali fossi per riuscire efficaci devono essere piuttosto profondi.

Però a' fossi aperti si sostituiscono in tali casi con vantaggio dei fossi coperti, detti da alcuni *fosse cieche*, e più propriamente *fogne*. Le *fogne* altro non sono che fossi coperti, in fondo ai quali si forma con particolari artifizi un *cunicolo* per conservare libero il passaggio alle acque, e che poi si ricolmano colla terra stessa proveniente dal loro scavo, avendo cura di rimettere quella del *suolo* nella parte superiore.

CENNO STORICO.

L'arte di prosciugare il terreno per mezzo di fossi coperti o fogne fu conosciuta dagli antichi Romani, e ne fanno fede alcuni passi de' loro scrittori georgici. Fu poi sempre praticata nelle età seguenti, specialmente in Italia, dove gli agricoltori sottraevano in tal modo le acque stagnanti, che in certi terreni nuocevano particolarmente alle viti e agli olivi. Non è raro di trovare sui confini d'un campicello o d'un praticello di montagna uno zampillo d'acqua stillante fra quattro sassi, testimone di fognature ivi costrutte da antichi lavoratori e che funzionano ancora regolarmente.

Anche i vecchi agronomi francesi e inglesi Olivier de Serres e Walter Bligh descrivono e raccomandano l'uso dei condotti coperti. Ma veri progressi nell'arte della fognatura campestre non si fecero che al principio del secolo presente, quando in Inghilterra si cominciò ad impiegare speciali laterizii per costruire il cunicolo in fondo alle fogne, invece dei sassi e delle fascine fino allora adoperati. Nel 1810 a Netherby, terra di sir James Graham nel Cumberland, si fece per la prima volta il condotto delle fogne con tegole curve posate su tavole o suole. Accortisi gl'Inglese dei vantaggi immensi, che sistemi di fogne ben costrutti arrecavano ai fondi umidici, diedero grande sviluppo a questo genere di miglioramenti fondiarii, portandovi sempre nuovi perfezionamenti. S'invitarono macchine per la costruzione dei necessari laterizii, e l'esperienza forniva sempre nuovi lumi sul modo di operare per ottenere la massima efficacia col minimo dispendio. Fare in due pezzi il condotto sotterraneo era evidentemente un inutile aumento di spesa; ed ecco che nel 1843 John Read espone a Derby i primi tubi di terra cotta fabbricati a macchina per sostituire le tegole con suole. Fu questo il più gran passo, perchè permise di ridurre al minimo il costo delle fognature. Pochi anni appresso la riforma doganale di R. Peel, schiudendo i mercati della Gran Bretagna ai cereali di tutto il mondo, obbligò i proprietari a cercar di aumentare con ogni mezzo la produzione dei loro fondi per sostenere la formidabile concorrenza, e li spinse a fognare grandissime estensioni di terreno. Il Governo stesso venne in soccorso dei privati anticipando a mite interesse i fondi necessari.

Questo gran fognare degl'Inglese levò del rumore nel mondo agronomico; ma gli agricoltori della stessa Francia vicina, per la naturale repugnanza della loro classe a tutto ciò che è nuovo, non pensarono d'imitarli. Il Governo se ne ingerì, mandò ingegneri a studiare ciò che si faceva nella Gran Bretagna, largheggiò sussidii, e la nuova pratica col suo nome inglese di *drenaggio* fu importata in Francia, ove il numero degli ettari di terreno a cui fu estesa raggiunse in breve le decine di migliaia. Nel 1856 anche il Governo francese stanziò 100 milioni per anticipazioni a coloro che volessero *drenare* i proprii fondi. Allora il *drenaggio* fu per le bocche di tutti, si stamparono libri che ampiamente ne parlavano, si eressero fabbriche di tubi, si costituirono società per il *drenamento* dei terreni a un tanto all'ettaro; e i fautori del nuovo sistema, esagerandone anche l'importanza, volevano che venisse applicato a quasi tutte le terre coltivate. Ma gli agricoltori sono sempre lenti ad accettare le novità, epperò in Italia tale pratica utilissima non fu messa in atto che assai scarsamente. Forse ciò si deve attribuire, oltrechè al clima diverso e alla minore estensione dei terreni che ne abbisognano, anche al fatto che fra noi meglio che negli altri paesi erano conosciute ed adoperate le fogne di vecchio sistema.

Tuttavia in Piemonte se ne ebbero tosto parecchi esempi, e nel 1865 uno assai notevole in un podere dell'Ordine Mauriziano, sul quale dovremo più oltre tornare.

Il Belgio andò di pari passo colla Francia nello sviluppo dato alle fognature con tubi; la Germania, l'Austria, la Russia l'applicarono su men vasta scala.

Dopo qualche anno quel gran rumore naturalmente cessò; ma si seguì, benchè più lentamente, a prosciugare terreni col metodo inglese, ponderando bene in ogni singolo caso se i vantaggi sperati pari fossero alla ingente spesa.

TIPI DIVERSI DI FOGNE.

Le fogne in generale si fanno scavando un fosso che deve, come vedremo, avere in massima una notevole profondità e la cui larghezza al fondo varia, secondo i casi, fra 0^m.05 e 0^m.025 o poco più; disponendo in fondo ad esso dei materiali adatti per conservare un passaggio all'acqua, e riempiendolo successivamente colla terra proveniente dallo scavo, come già si disse. Poichè il fosso non deve restare aperto che per breve tempo, le sue pareti si fanno inclinate meno che sia possibile per economia di scavo, sostenendole ove sia d'uopo con sbadacchi e adoperando per l'escavazione strumenti speciali.

Per conservare il passaggio all'acque nel fondo delle fogne si devono impiegare i materiali più economici, e perciò possibilmente quelli che si trovano sul luogo, e possono essere: le fascine, i legnami, i ciottoli, le pietre, i mattoni, le tegole e i tubi. Ma talvolta l'impossibilità di procurarsi tali materiali a prezzo non eccessivo può costringere a fare le fogne senza l'impiego di alcuno di essi. Incominceremo da questi ultimi casi.

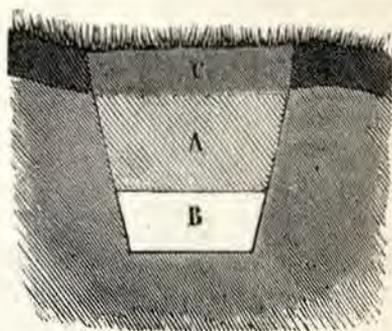


Fig. 910.

Nelle praterie si può fare una fogna, com'è quella indicata nella fig. 910, detta *a salto di montagna*. Si scava un fossatello largo al fondo circa 0^m.15 e profondo circa 0^m.40. Si solleva colla vanga la piota AC profonda quanto può essere la fitta o puntata dello strumento, operando trasversalmente alla direzione del fosso; si pone la piota in disparte intantochè altro lavoratore abbia affondato il fosso B gettandone fuori la terra scavata; e poi la si ricolloca sul fosso per modo che lasci il passaggio B aperto per lo scolo dell'acqua. Tale lavoro è molto economico, ma poco duraturo, bastando solo il passaggio degli animali per affondare la piota e interrompere il corso dell'acqua.

Fogne analoghe e forse più durevoli si ottengono in certe praterie dell'Irlanda coll'impiego dell'*aratro talpa*, il quale è rappresentato nella fig. 911. Il vomere e l'unto coltro insinuandosi nel terreno lo costipano e formano delle specie di topinaje le cui sezioni XX sono rappresentate dalla fig. 912. La traccia lasciata dal coltro

in breve sparisce, ma il condotto aperto dal vomere resta, e può durare anche a lungo se il terreno sia di natura piuttosto tenace. Altri *aratri talpa* vennero costruiti per produrre fogne più profonde, nei quali il vomere è un lungo cono massiccio di ferro o di ghisa. La maggiore profondità a cui devono lavorare esige uno sforzo considerevole e per ciò il movimento viene loro trasmesso da una catena che si avvolge intorno ad un argano mosso da cavalli (fig. 913). Vuolsi che i condotti sotterranei, simili alle gallerie delle talpe, aperti con questi aratri abbiano una durata considerevole; e che lavori di tal genere eseguiti in certi pascoli situati su un terreno molto argilloso abbiano reso grandi servigi, mentre il loro costo non superò venti lire per ettaro. I condotti ottenuti con questa seconda specie di aratri talpa, purchè siano sufficientemente profondi (un metro circa) possono durare anche nei campi arativi.

Condizioni indispensabili perchè si possano adoperare utilmente gli aratri talpa sono: 1° che la superficie del suolo sia regolare, e, trattandosi di prati, abbastanza asciutta per non rovinarsi mentre si fa il lavoro; 2° che il terreno nel quale deve penetrare l'aratro sia senza pietre e molliccio per non opporre troppa resistenza, e di natura argillosa perchè i condotti apertivi abbiano sufficiente durata.

Fogna con piote (fig. 914). — Si scava il fosso d'una certa larghezza conservando, prima di giungere al fondo, due banchine laterali. Si caccia poi a forza contro di esse coll'erba all'inghiù la zolla distaccata alla superficie; indi si procede al riempimento dello scavo comprimendo regolarmente la terra colla mazzeranga, onde la superficie superiore sia ben conguagliata e non resti traccia dell'operazione.

Fogne ottenute col cilindro modello. — Sono possibili solo dove il terreno sia interamente costituito di argilla. Scavato il fosso, e regolarizzato un tratto del fondo, vi si adagia un cilindro modello. Esso è formato da alcuni cilindri di legno, con sezione eguale a quella del condotto che si vuole ottenere, posti l'uno in prosecuzione dell'altro e uniti con lastre di latta, ma poco strette per modo che il sistema formi una sbarra alquanto flessibile. Si getta l'argilla sul modello precedentemente bagnato, si batte fortemente, e poi coll'ajuto di una catena e di una leva si fa uscire adagio adagio il cilindro fintantochè non ne resti sepolto che l'ultimo pezzo. Sulla parte estratta si comprime nuova terra, e si ripete l'operazione precedente, e così di seguito per tutta la lunghezza della fogna. In tal modo si ottiene un condotto modellato sulla forma esterna del cilindro.

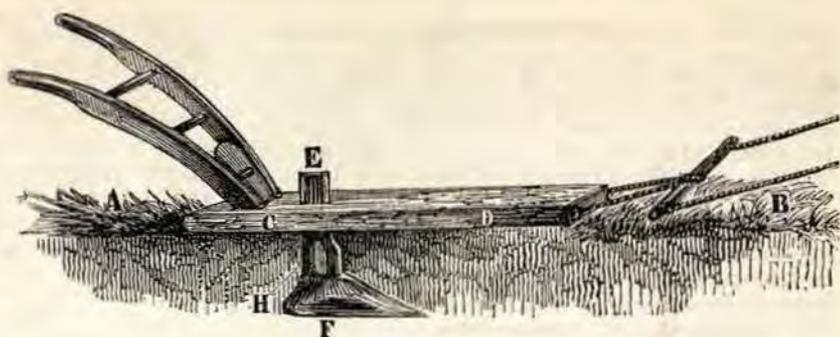


Fig. 911.

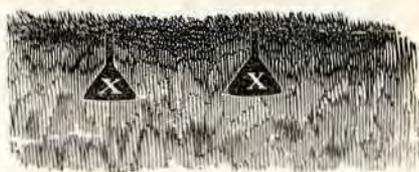


Fig. 912.

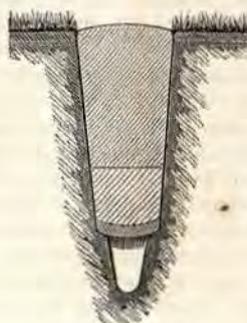


Fig. 914

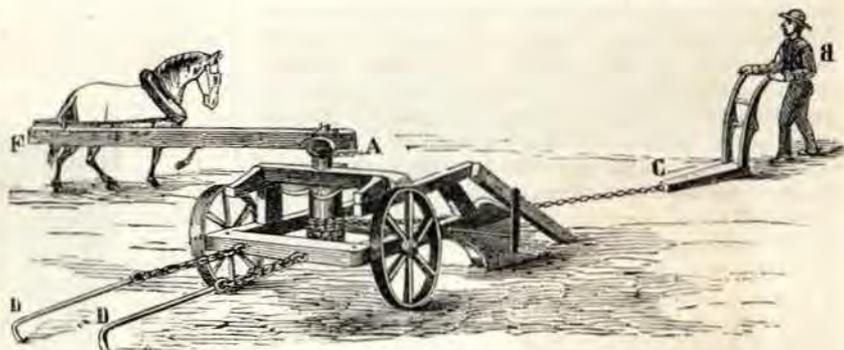


Fig. 913.

Fogne di torba. — In un terreno così molle come quello delle torbiere i tubi od altri materiali pesanti presto si sposterebbero e la fogna cesserebbe di funzionare. Perciò può convenire di ricorrere alla torba stessa per ottenere i condotti sotterranei; e si procede in due modi diversi.

I. Si scava un fosso con pareti verticali, conservando verso il suo fondo due spalleggiamenti su cui si appoggia coll'erba all'inghiù la prima piota scavata. Poi si riempie il fosso colle altre zolle, le quali tutte avranno forma regolare, potendosi i terreni torbosi tagliare molto bene colla vanga.

II. Con una vanga speciale, dovuta al sig. Calderwood e rappresentata dalla figura 915, si tagliano dei prismi di torba a sezione particolare come si vede nella fig. 916. Si fanno seccare al sole e unendoli poi due a due in modo che le cavità restino di prospetto (fig. 917) si hanno delle sorta di tubi da porre in fondo al fosso per la costruzione della fogna. Un operaio può tagliare da 2000 a 3000 di questi tubi al giorno.

Fogne con paglia. — Nella provincia di Essex in Inghilterra si scavano nell'argilla dei piccoli fossi molto

vicini, in fondo ai quali si sotterra della paglia sciolta o della stoppia, o meglio una corda di paglia grossa quanto un braccio. Tali fognature vi fanno benissimo il loro ufficio e vi costano circa 65 lire all'ettaro.

Fogne con fascine. — Furono molto usate per lo addietro e lo sono tuttora in qualche località di Francia e d'Inghilterra, in Italia, e soprattutto in Germania.

Si fabbricano le fascine, dice il sig. Mangon, su un te-



Fig. 915.

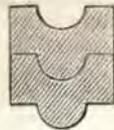


Fig. 916.

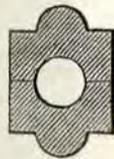


Fig. 917.

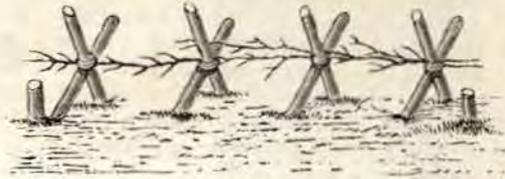


Fig. 918.

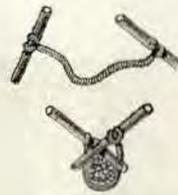


Fig. 919.

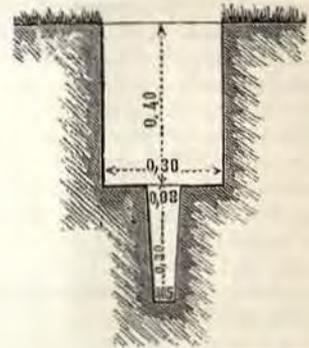


Fig. 920.

lajo (fig. 918) formato di tre o quattro croci di legno, piantate per 0^m.90 circa nel suolo ed alte sul medesimo circa 0^m.60. Le croci sono distanti le une dalle altre da 0^m.60 a 1^m.20 e formate da pali di 0^m.15 a 0^m.20 di diametro. Si caricano della quantità di rami necessaria per

la fabbricazione d'un salsiccone. Mentre che un operaio stringe fortemente la fascina con una corda annodata a due bastoni (fig. 919), un altro operaio la lega con tortore di legno flessibile, preventivamente passate alla fiamma per dar loro maggior pieghevolezza.

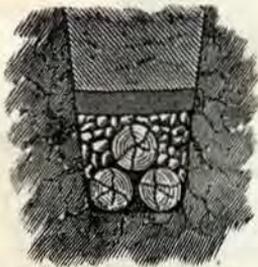


Fig. 921.

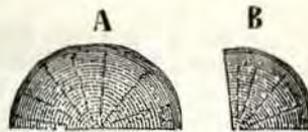


Fig. 922.

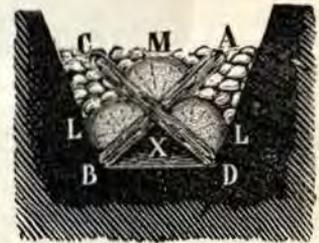


Fig. 923.

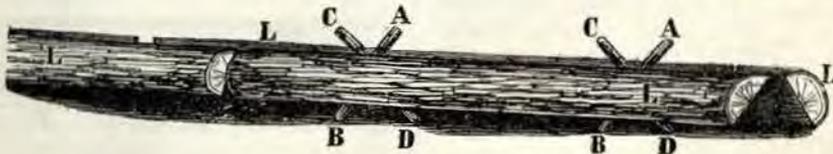


Fig. 924.

La fig. 920 dà un'idea della forma e delle dimensioni che si assegnano comunemente ai fossi preparati per ricevere le fascine. Queste si cacciano a forza nel piccolo fossetto inferiore.

Le fascine di pino e di quercia hanno durata considerevole; possono servir bene anche i sarmenti di vite; l'ontano adoperato in Inghilterra dura meno. Nelle colline del Bolognese s'impiegano pure fasci di canne e cannuce (*arundo donax* e *arundo phragmites*), che si conservano per lo meno una ventina d'anni.

Fogne con legnami. — Dove abbondano i boschi di

resinose, i quali nei primi anni danno molte pianticelle con strati annui grossolani che facilmente si staccano, si possono impiegare per le fogne le piante ottenute dai diradamenti, ricavandone dei tubi. Se non conviene di forarle, se ne possono mettere tre disposte come indica la fig. 921. Lo spazio, che fra di loro rimane, costituisce il condotto. Ricoprendole con pietre minute, s'impedisce alla terra di penetrare nel vano, che ne resterebbe altrimenti ostruito.

Il Berti Pichat consiglia anche la disposizione seguente, da lui stesso con successo praticata. Scelti dei fusti lunghi

e diritti di quercia o di cerro provenienti da rimessitici di 15 o 20 anni, si spacchino per metà nel senso della loro lunghezza. I più grossi si spacchino ulteriormente cosicchè la loro sezione trasversale resti quella rappresentata dalla figura 922, lettera B. Le figure 923 e 924 dimostrano poi come si debbano, nel fondo del fosso, appoggiare lateralmente a dei bastoncelli piantati a croce di S. Andrea i pezzi di sezione A; e superiormente fra le braccia della croce quelli di sezione B. Con piccole pietre, non così minute però da cadervi dentro esse stesse, s'impedisce alla terra di penetrare nel vano X, ossia luce della fogna.

Fogne con pietrisco o ghiaja (fig. 925). — Si costruiscono riempiendo con grossa ghiaja o con pietre frantumate la parte inferiore MNTS di un fosso largo al fondo circa 0^m.18 e profondo da 0^m.80 a 1^m.10. L'altezza dello strato MNTS è circa un terzo della profondità totale del fosso. Le ghiaje rotonde sono da preferirsi al pietrisco, siccome quelle che lasciano maggiori interstizi per il passaggio dell'acqua. Le prime s'impiegano se si trovano disponibili a breve distanza; quest'ultimo quando il materiale venga fornito dallo spietramento del fondo. In tal caso bisogna badare che i sassi impiegati devono essere spogli d'argilla, e perciò, qualora sia necessario, si

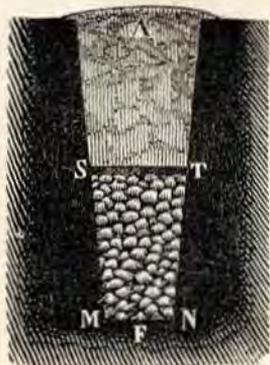


Fig. 925.



Fig. 926.



Fig. 927.

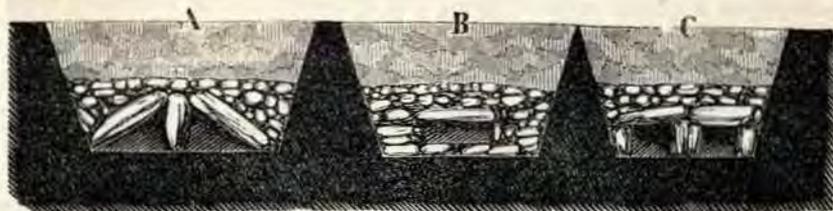


Fig. 928.

lasciano esposti per un tempo sufficiente al sole e alla pioggia. Non conviene di spaccarli sugli orli dei fossi, ma bensì in cantieri speciali, d'onde poi si trasportano con carrette a un cavallo, o con barelle a braccia se la distanza è breve. La grossezza dei frantumi, al pari di quella della ghiaja, dev'essere compresa fra 0^m.02 e 0^m.08. Le parti più fine si metteranno al disopra per impedire alla terra di discendere a intasare la fogna, sostituendo in tale ufficio con vantaggio le piote o la paglia, che altri propone di collocare subito al disopra della distesa di ghiaja. È da notare che quanto più uniforme sarà la grossezza del pietrisco o della ghiaja, tanto maggiore spazio troverà l'acqua per scolare.

Fogne con pietre. — Le fig. 926 e 927 rappresentano le sezioni trasversali di due fogne in fondo alle quali furono costruiti, mediante pietre piatte, due condotti A A a sezione triangolare di 0^m.15 di lato.

Al disopra si è gettato in ciascuna fogna del pietrisco BB per un'altezza di circa 0^m.30; poi si è collocato uno strato di piote CC, e si è riempito il resto del cavo DD con della terra da coltivare bene compressa. La disposizione della fig. 926 è più solida e perciò da preferirsi. Gli autori inglesi invero ritengono migliori le fogne formate con solo pietrisco; ma è da osservare che quelle ultimamente descritte sono capaci di smaltire una quantità d'acqua maggiore. E quando questa debba essere ancor più ragguardevole, siccome avviene per quelle

fogne dette collettrici dal loro ufficio di raccogliere ed esportare l'acqua di parecchie altre fogne che in esse mettono capo, se si hanno delle pietre piatte, si può con esse formare dei condotti sufficientemente grandi disponendole in alcuno dei modi indicati dalla fig. 928.

Questa guisa di fogne con grosse pietre è in uso da tempi immemorabili nella nostra Italia.



Fig. 929.

Fogne con laterizi. — Dove mancavano le pietre si ricorse ai mattoni per farne dei condotti simili a quelli precedentemente descritti; ma erano molto costosi. Le tegole si prestano meglio all'uopo. Posate direttamente sul terreno colla concavità all'ingù, presto si affonderebbero se non si sottoponesse loro una *tavella* o *suola* com'è indicato dalla fig. 929.

La fig. 930 fa vedere il modo con cui s'innesta una fogna secondaria in un'altra principale. Le tegole impiegate, quand'erano fabbricate appositamente, avevano sezione costante. Per le fogne minori eran larghe 0^m.06 o 0^m.07 e alte 0^m.08 o 0^m.10; per le collettrici secondarie

larghe 0^m.10 e alte 0^m.125; per le collettrici principali o capi-fogne larghe 0^m.14 e alte 0^m.16. Il loro spessore era di circa 0^m.012. La tavella dev'essere alquanto più larga delle tegole.

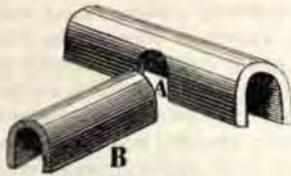


Fig. 930

Ora si fabbricano difficilmente tegole speciali per fognature, preferendosi di gran lunga i tubi. Per brevi tratti di condotta possono convenire le tegole ordinarie posate su tavelle colla concavità all'ingiù e in modo che la tegola a valle ricopra colla sua parte più larga per pochi centimetri la parte più stretta della tegola prossima a monte. Sempre per brevi tratti, si può anche formare un condotto simile a quello indicato dalle figure 931 e 932. Fra le tegole inferiori e le superiori s'interpone un corso di tavelle, perchè senza di esse è dif-

ficile che le tegole si mantengano così l'una contro l'altra imboccate.



Fig. 931.

Ai condotti con tegole cilindriche e suole, i cui materiali devono essere fabbricati appositamente, si pensò di sostituire con economia dei tubi di terra cotta che dapprima ebbero la forma rappresentata dalla fig. 933; poi

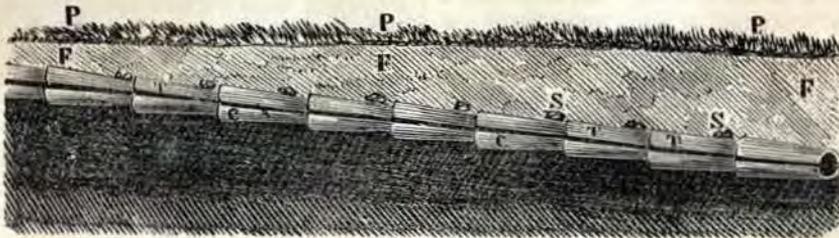


Fig. 932.

quella a sezione circolare più semplice e per ciò solo più conveniente, se non presentasse anche il vantaggio di facilitare l'efflusso dell'acqua. Nel foro B (fig. 934) con

si foggiarono a ferro di cavallo, come si vede nella fig. 936. Ma tutte queste forme più complicate sono oggi dimenticate.



Fig. 933.

sezione a base piana l'acqua, se in piccola quantità, deve scorrere in sotto il velo *x*; in un foro A a sezione circolare vi acquista invece una certa altezza *m n*, e quindi più



Fig. 935.

I tubi si collocano l'uno in prosecuzione dell'altro, a semplice contatto; e l'esperienza dimostrò che, se l'operazione fu eseguita con cura, e i tubi non siano di diame-

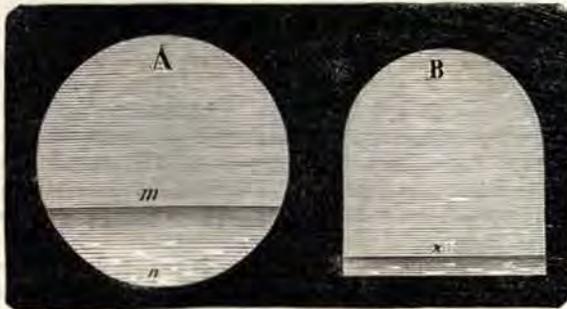


Fig. 934.

facilmente vince i sedimenti di sabbia, gl'intasamenti, ecc. Per questo scopo si è anche proposta la sezione ovoidale colla parte più stretta in basso (fig. 935). Affinchè invece i tubi trovassero migliore appoggio sul fondo della fogna



Fig. 936.

tro troppo piccolo, non succedono spostamenti, nè la terra penetra attraverso alle commessure in quantità così grande da intasare i condotti. Cadde adunque tutti gli artifizii immaginati per ovviare a tali inconvenienti che di fatto non esistevano. E parimenti si trovò perfettamente inutile il munire i tubi di forellini o di fenditure per le quali entrasse l'acqua, mentre questa vi penetra assai bene attraverso alle giunture. Soltanto se si volessero impiegare tubi di diametro inferiore a 0^m.035 sarebbe prudente, per evitare gli spostamenti, di imboccare le loro estremità in un *manicotto* o *collare* (fig. 937) cioè in un corto tubo di terra cotta di larghezza sufficiente

perchè gli altri vi penetrino. Alcuni vorrebbero che ciò si facesse sempre, dicendo che con un aumento di spesa non grave si avrebbero delle fogne molto più solide. Ma si va incontro anche a degli inconvenienti, il maggiore dei quali si è che i tubi posando in falso sono soggetti a spezzarsi, se sotto di essi nell'intervallo compresi fra i manicotti non si comprima della terra con ogni diligenza, operazione difficile e malagevole a farsi in fondo a fossi tanto stretti e profondi. Il fatto sta che la maggior parte dei drenaggi finora eseguiti si fece senza manicotti, e che essi diedero risultati non inferiori ai pochi nei quali i manicotti vennero adoperati.

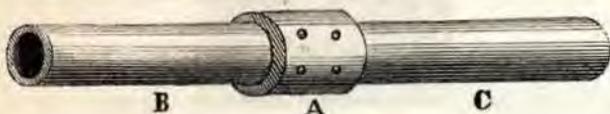


Fig. 937.

I tubi da fognature sono comunemente lunghi 0^m.33; quelli per le fogne minori hanno il diametro interno da 0^m.03 a 0^m.05 e lo spessore di circa 0^m.01; quelli per le collettrici si fanno con diametro proporzionato al bisogno, esso non può essere inferiore a 0^m.06 e può salire fino a 0^m.20. Ove non si abbiano tubi di diametro sufficiente se ne mettono due l'uno accanto all'altro, ovvero tre disposti come lo sono i fusti d'albero nella fig. 921.

I tubi più piccoli si mettono in opera dalle sponde del fosso con strumenti speciali, ciò che permette di rendere minimo lo scavo, e quindi molto economico il sistema.

I tubi di 0^m.05 di diametro si vendono in Italia dai fornaciai a L. 40 e più al migliajo; però fabbricandoli sul podere il loro costo può discendere fino a L. 22 al mille.

Particolari sul modo di scavare i fossi, regolarne la pendenza, posare i tubi, fare il riempimento si troveranno più oltre nella descrizione del processo di esecuzione del drenaggio.

IMPORTANZA RELATIVA DEI DIVERSI SISTEMI DI FOGNE.

Le fogne con tubi sono certamente, in generale, le più perfette ed economiche; ma dovranno perciò gli altri sistemi perdere ogni importanza?

Accenniamo fin d'ora ad un inconveniente che presentano le prime, e che consiste nella facilità con cui, attratte dall'umidità, vi penetrano le radici delle piante arboree di essenza dolce. Una volta dentro, esse vi crescono e vi si ramificano rapidamente formando dei lunghi fasci, chiamati dagli Inglesi *code di volpe*, che fanno grande ostacolo al passaggio dell'acqua. Perciò le fogne tubulari male convengono nei terreni ove frequenti sono gli alberi. E vedremo più oltre che uno dei mezzi più efficaci per difender queste fogne dalle radici dei filari d'alberi, che per avventura si trovassero nei campi ove sono praticate, consiste appunto nel fare con pietrisco o ghiaja le fogne prossime ai filari stessi.

Si è anche visto più indietro che nelle torbiere i tubi, come ogni altro materiale pesante, non servono, e che ivi è preferibile l'impiego della torba stessa.

Ma molto più spesso ancora accadrà di dover aprire poche decine di metri di fogne in luoghi lontani da fornaci provviste di macchine per far tubi; e allora riuscirà certo più economico alcuno degli altri sistemi descritti, i quali hanno anche per loro il vantaggio di richiedere minor precisione, di essere, dirò così, meno delicati e quindi di più certa riuscita. Per operazioni in grande invece, dove i lavori saranno fatti con molta cura da

operai esperti e diretti da persona abilissima, si impiegheranno sempre i tubi, ogni altro sistema riuscendo di gran lunga più imperfetto e meno economico, tanto più se il numero dei tubi necessari sia così grande che convenga impiantarne la fabbrica sul podere stesso.

Come bontà intrinseca dopo quelle tubulari le fogne migliori sono quelle fatte con pietre o sassi, perchè la loro durata è per così dire infinita. Si può asserire che nella massima parte dei casi in montagna saranno le preferibili. Quelle con fusti legnosi resistono anche notevolmente, meno assai quelle guarnite con fascine.

DRENAGGIO.

Il metodo di fognare con tubi fu, come si è detto nel cenno storico, inventato e perfezionato dagli Inglesi, ed è dalla loro lingua che prese il nome di *drenaggio*. Italianamente si potrebbe chiamare *fognatura tubulare*; ma nel senso che ha attualmente la parola *drenaggio* importata nella nostra lingua, implica non solo la sostituzione dei tubi di terra cotta alle fascine, ai ciottoli, ecc., ma ben anche l'idea di un sistema di fogne collocate a giusta profondità e distanza le une dalle altre ed in modo che le minori, dette *fogne elementari*, s'immettano nelle maggiori, dette dal loro ufficio *collettrici*, le quali o direttamente o per mezzo di *collettrici principali* o *capifogne* conducano l'acqua agli sbocchi.

Il drenaggio si distingue in *drenaggio generale* e *drenaggio parziale* e questo si suddivide in *drenaggio perimetrale* e *verticale*.

Quando per liberare un fondo dalle acque bastino, come vedremo in seguito, alcune fogne scavate lungo il perimetro del fondo stesso, si fa un *drenaggio perimetrale*.

Quando invece siano all'uopo necessarie delle fogne verticali, che raccolgano le acque profonde in un pozzetto d'onde una fogna ordinaria le esporta, si eseguisce un *drenaggio verticale*.

Il *drenaggio generale* ha luogo quando il prosciugamento si ottiene mediante uno o più sistemi di fogne elementari parallele distribuite in tutto il fondo, e le relative collettrici.

TERRENI CHE HANNO BISOGNO DI ESSERE PROSCIUGATI.

Sono tutti quelli a cui l'acqua ristagnata produce i gravi danni già esposti. Saranno generalmente di natura argillosa e impermeabili, o giacenti su strati impermeabili.

Senza parlare dei terreni torbosi o paludosi, sul cui conto non può nascere dubbio di sorta, si può dire che quelli maggiormente bisognosi di fognature presentano o riuniti o separati i caratteri seguenti:

Essi sono fangosi e coperti di pozzanghere parecchi giorni dopo le piogge; trasudano acqua dalle pareti dei fori in essi praticati anche dopo qualche tempo di siccità; presentano, specialmente in primavera, alcune parti di tinta più scura delle altre. Al mattino sono spesso coperti di vapori abbondanti. La vegetazione vi è languente e gli steli delle piante vi ingialliscono molto tempo prima della maturazione.

La vegetazione spontanea erbacea è uno degli indizi migliori. Le piante che dinotano umidità del sottosuolo sono principalmente le seguenti: *Tussilago farfara*; volg. tossillaggine, farfarella, piè d'asino, ugha di cavallo — *Inula dissenterica*; volg. menta selvatica, incensaria — *Cichorium intybus*; volg. cicoria, radichio selvatico, radichio scoltellato — *Equisetum arvense*; volg. coda di cavallo, setolone — *Symphitum officinale*; volg. erba rustica, orecchia d'asino — *Ranunculus acris*; volg. ra-

nuncolo acre, batrachio — *Ranunculus sceleratus*; volg. ranuncolo di palude, erba sardoa. A queste bisogna aggiungere tutte le piante della famiglia dei giunchi.

Questi caratteri, quando siano bene marcati, sono così appariscenti, che nessuno può ingannarsi; ma chi più di tutti può giudicare se il soverchio umidore danneggi un certo fondo è colui che lo coltiva. Egli, meglio che ogni altro, può indicare precisamente a quali appezzamenti convenga di estendere la fognatura.

STUDIO PRELIMINARE DEL TERRENO — CAUSE CHE POSSONO PRODURRE L'ACQUITOSITÀ.

Chi è incaricato del prosciugamento di un fondo deve anzitutto, portandosi sul luogo, studiarne accuratamente le condizioni topografiche e geologiche, percorrendo anche i terreni circostanti ed esaminando le sponde dei fossi, delle strade incassate, delle cave di pietre, e facendo, ove occorra, praticare degli scavi appositi, per ottenere delle indicazioni sull'alternarsi degli strati geologici e sulla loro inclinazione. Egli porrà mente all'aspetto della vegetazione, alle specie di piante che crescono spontaneamente; noterà se vi sieno delle parti più umide delle altre o dei sortumi d'acqua localizzati; e si farà accompagnare in questa visita da colui che lavora il fondo, il quale potrà fornirgli delle indicazioni preziose. Questo studio preliminare del terreno è la parte più delicata ed importante di un'operazione di fognatura, e serve per farsi un'idea delle cause che producono l'acquitosità e dei rimedii più opportuni da apporre alle medesime. Queste cause si possono ridurre alle seguenti:

1° *Giacitura avvallata e senza scolo.* — In tal caso, se sia possibile senza troppo grave dispendio, si potrà risanare il fondo scavando un fosso che dal punto più depresso vada al vicino colatore. Ma se la depressione è alquanto considerevole, il fosso diverrebbe così profondo da far cessare ogni convenienza. In certe condizioni specialissime di sottosuolo, quando cioè ad una profondità non troppo grande si trovi un strato permeabile le cui acque abbiano un livello idrostatico inferiore al punto più basso del terreno da prosciugarsi, potrà talvolta tornare vantaggiosa la costruzione d'un pozzo assorbente (Vedi *Pozzi assorbenti* all'articolo *Pozzi MODENESI*). Se no, rimane sempre lo spediente di raccogliere le acque in una pescaja, che si scava nel punto del terreno più depresso, rialzando colle terre estratte le parti circostanti.

2° *Irregolarità della superficie e natura argillosa del suolo e del sottosuolo, per cui l'acqua si raccoglie nelle depressioni e non filtra nè evapora.* — Se le irregolarità sono lievi possono bastare i riempimenti, ma per poco che siano pronunciate non si potrebbero più attuare. Allora è il caso di applicare il drenaggio generale, conducendo le ultime collettrici o a fossi smaltitori, o ad un pozzo assorbente, ovvero, nel caso più sfavorevole, in una pescaja o laghetto nel quale il livello dell'acqua si mantenga sufficientemente basso.

3° *Terreno pianeggiante e regolare, ma argilloso e compatto, ed orizzontale.* — È un caso frequente nei delta dei fiumi. Ivi si scavano dei fossi paralleli a convenienti distanze fra di loro, e si dà ai campi la forma convessa per facilitare lo scolo dell'acqua nei fossi, i quali la portano ad altri colatori e finalmente al fiume o al mare. Anche in questo caso può tornare utilissimo il drenaggio generale.

4° *Acque sotterranee che si presentano alla superficie, perchè scorrendo in forma di lama sugli strati impermeabili si raccolgono nelle ripiegature e salgono per pressione idrostatica.* — Se tutto il fondo ne rimane invaso, è impossibile di liberarlo; ma se sono localiz-

zate in alcune parti, ove si manifestano in forma di sortumi, il drenaggio verticale vi provvede egregiamente.

5° *Acqua sotterranea che geme laddove affiorano gli strati impermeabili, sui quali essa scorre.* — Alcune fogne praticate possibilmente lungo il perimetro del fondo, e che si spingano fino al terreno impermeabile sottostante allo strato acquifero (vale a dire un drenaggio perimetrale) sono sufficienti per liberarlo da quest'acqua. Se l'acqua non geme, ma scorre lungo la pendice, basta a raccoglierla un fosso perimetrale.

6° *Acqua che filtra o trabocca da vicine correnti.* — Argini ed opere di colmata sono i rimedii opportuni.

Non sempre è possibile di definire chiaramente le cause che producono l'umidità di un fondo; e spesso essa è dovuta a parecchie di tali cause che agiscono contemporaneamente. Gioverà perciò di andar molto cauti prima d'intraprendere un'opera così costosa com'è un drenaggio ed esaminare dapprima se sieno ben regolati gli scoli aperti. Una migliore sistemazione di questi può alle volte dispensare da ulteriori opere di prosciugamento.

NECESSITÀ DI FARE UN PROGETTO REGOLARE DEL DRENAGGIO.

È, si può dire, indispensabile di far precedere l'esecuzione del drenaggio dalla redazione regolare del progetto cioè dal rilevamento del terreno e rappresentazione del medesimo con un piano quotato sul quale siano segnate tutte le fogne coll'indicazione della loro pendenza e profondità; dai disegni delle opere accessorie e dai calcoli preventivi di spesa.

La rappresentazione del terreno si fa per curve orizzontali. A ciascuna di queste si scrive accanto la sua quota. Si contraddistinguono tutte le fogne elementari con numeri progressivi e così pure le collettrici. Si indicano nel disegno con segni convenzionali i pozzetti di esplorazione e le bocche di scarico.

Lo studio preventivo del progetto è indispensabile per la buona riuscita del drenaggio; il conservarne un disegno regolare faciliterà il rintracciamento delle fogne per le riparazioni che potessero in seguito divenire necessarie. Il tempo impiegato al tavolino è largamente compensato da economie notevoli a cui può condurre e dalla certezza dell'esito, che nei primi drenaggi eseguiti in Italia fu talvolta compromesso per la mancanza di studi preliminari.

RILEVAMENTO PLANIMETRICO E LIVELLAZIONE.

Per fare il rilevamento del terreno, che si è detto dev'essere rappresentato per curve orizzontali, si può seguire uno qualunque de' metodi conosciuti. Il signor Mangon nelle sue *Istruzioni pratiche* redatte per ordine del Ministero d'agricoltura di Francia ne espone uno che è facile e pronto, non richiede l'uso di strumenti complicati e fu ritenuto il più conveniente per le operazioni di drenaggio. Ecco in che cosa consiste.

Si traccia sul terreno, mediante paline, una serie d'allineamenti 11, 22, 33,.... paralleli ed equidistanti (fig. 938). La loro direzione è arbitraria, ma è bene che non si discosti molto da quella della pendenza generale del terreno. La loro distanza può salire fino a 50^m per terreni molto regolari, dev'essere assai minore per terreni accidentati. Si traccia prima ad arbitrio uno qualunque di essi allineamenti, poi coll'aiuto dello squadro altri due *pp p'p'* ad esso perpendicolari, sui quali portando delle lunghezze *ab, bc,...*, *a'b', b'e',...* eguali all'equidistanza prefissa, si ottengono delle coppie di punti *a a', b b', cc',...* che apparterranno agli allineamenti voluti. Questi si completeranno poi facilmente con un sufficiente numero di paline.

Compiuta questa prima operazione, si mette in stazione il livello verso la parte superiore del terreno da rilevare; si fa portare la biffa su un punto di quota nota sul

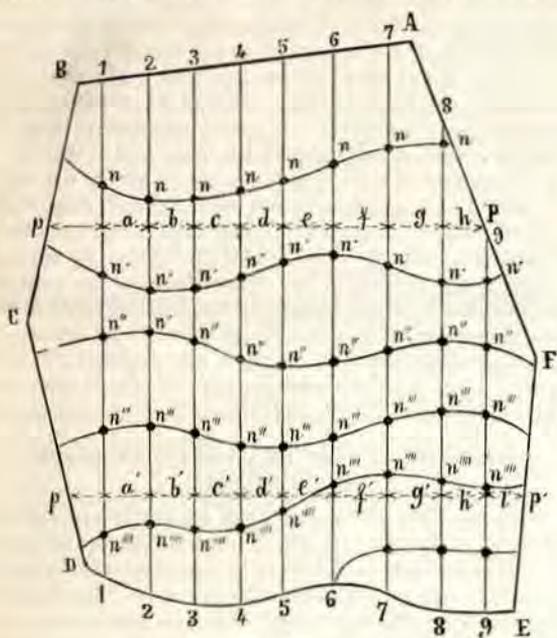


Fig. 938.

piano di paragone, si fa muovere lo scopo finchè coincida colla visuale del livello e lo si fissa solidamente in quella posizione. Facendo poi portare la biffa successivamente sui vari allineamenti, si trovano facilmente i punti n di

egual quota, e si individuano con picchetti o con paline di colore diverso. Poi s'innalza lo scopo di una quantità eguale alla differenza di quota fra due orizzontali successive e si determina una nuova serie di punti n' appartenenti alla seconda orizzontale e così via. Canneggiando tutti gli allineamenti e riportando sul disegno i punti in essi segnati si hanno facilmente il contorno e le curve orizzontali del terreno. Si rilevano poi, riferendoli agli allineamenti, i punti singolari che ne cadono fuori, e con essi si completa il disegno.

La scala più comoda e più comunemente adottata per lo studio dei particolari nelle operazioni di drenaggio è di $0^m.001$ per 1^m . La differenza di quota fra le curve orizzontali successive dev'essere tale che esse curve distino in pianta non più di 20 o 30^m . Si suol prendere questa differenza di 1^m , di $0^m.50$ o di $0^m.25$, raramente si discende sotto a questo limite.

Nel caso di terreni quasi orizzontali non si rilevano le curve di livello, limitandosi semplicemente a prendere le quote di alcuni punti e dell'origine dei fossi di scolo.

FOGNE.

Compiuto il rilevamento ed eseguito il disegno del terreno da prosciugare, si progetta e si rappresenta il sistema di fogne.

Si è già detto che le *fogne elementari* devono in via normale essere parallele fra di loro. La loro *profondità* e la loro *distanza* sono due quantità fra di loro correlative, e che dipendono anche dalla natura del suolo e da molte altre circostanze le cui apprezzamento è assai delicato e abbastanza incerto. Trattandosi di una stessa terra si metteranno più vicine se meno profonde e più lontane se di maggiore profondità.

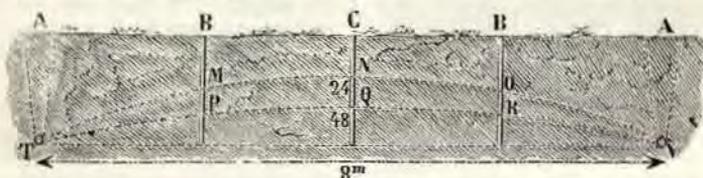


Fig. 939.

Aperte due fogne T e V (figura 939), l'acqua che impregna il terreno tenderà ad entrare in esse sotto l'azione della gravità. Se nessuna resistenza si opponesse al suo movimento il pelo dell'acqua stagnante si ridurrebbe, dopo un tempo sufficiente, alla orizzontale T V. Ma l'attrito e l'aderenza colle particelle terrose fanno sì ch'esso invece si disponga secondo una curva della forma T P Q R V ovvero T M N O V, le cui tangenti dovranno essere sufficientemente inclinate perchè l'acqua possa scorrervi sopra. Questa inclinazione dovrà essere maggiore (curva T M N O V) per quelle terre in cui l'acqua più difficilmente può muoversi, cioè per le argille, e minore (curva T P Q R V) per le terre sciolte che oppongono men grave resistenza allo scolo dell'acqua.

Ecco perchè, volendo che lo strato prosciugato abbia un determinato spessore minimo, le fogne dovranno, a pari profondità, essere più ravvicinate nelle terre forti che in quelle leggere e filtranti. Per una stessa terra è poi chiaro che quanto maggiore è la distanza delle fogne, tanto maggiore sarà la freccia della curva secondo cui si dispone il pelo dell'acqua stagnante, e quindi tanto più grande dovrà essere la profondità delle fogne.

La profondità delle fogne ha un limite in meno, che è dato dalla massima profondità a cui possono giungere le

radici delle piante erbacee coltivate. Tenendo conto del fatto che nessuna terra è più atta allo sviluppo delle radici che la terra drenata, questo limite minimo dovrebbe ritenersi di $0^m.90$. Il limite massimo è dato da considerazioni economiche: il volume dello scavo, dovendo le sponde del fosso avere una certa inclinazione, cresce quasi in ragione del quadrato della profondità; e la spesa in proporzione ancora più rapida, poichè per le parti più basse aumentano lo sbraccio e l'incomodità del lavoro, e, quasi sempre, anche la compattezza della terra. Si adotta in massima come profondità media delle fogne elementari $1^m.20$; si è detto profondità media, perchè le fogne non dovranno seguire tutte le più lievi ondulazioni del terreno, ma avere una pendenza uniforme.

Parecchie circostanze possono indurre a scostarsi da questa profondità media.

Può accadere di dover ridurre la profondità delle fogne, perchè il livello dell'acqua nei canali di scolo sia troppo alto. Bisognerà allora cercare tutti i mezzi di abbassarlo e limitare in ogni caso alla minore possibile estensione di terreno le fognature poco profonde.

In certe terre composte esclusivamente di argilla plastica, senza miscuglio di sabbia, bisognerà generalmente limitare assai la profondità delle fogne. In una memoria

di William Bullock Webster sono citati parecchi casi di terre argillose in cui le fognature profonde 1^m.20 non agirono mai, oppure agirono per poco tempo e poi non diedero più acqua, senza ch'esse fossero in alcuna parte ostruite. In taluno di questi casi si ripeté l'operazione di drenaggio con fogne profonde solo 0^m.70 e se ne ebbe un esito completo. Però anche per le terre puramente argillose non si possono dare numeri assoluti, il criterio per la profondità delle fogne verrà dato ogni volta dall'osservazione accurata dei fossi e delle buche di prova, di cui si dirà fra poco.

Se si ha a che fare con un terreno poroso, imbevuto d'acqua perchè riposa sopra uno strato impermeabile, gioverà spingere la profondità delle fogne fino a raggiungere questo strato impermeabile. Si potrà in tal caso aumentare molto considerevolmente la distanza, realizzando una forte economia, benchè le singole fogne riescano più costose.

Talvolta sotto allo strato superiore argilloso esiste a profondità non maggiore di 1^m.50 o 1^m.80 uno strato acquifero permeabile. Si aprano allora le fogne fino entro a questo strato. Esso, liberato dalle acque, aiuterà potentemente il prosciugamento del terreno soprastante. In condizioni analoghe, con pochissime fogne e minima spesa si son potuti risanare considerevoli estensioni di superficie.

Nelle torbiere non molto profonde, finchè si vogliono impiegare tubi di terra cotta, si dovranno posare sul terreno resistente sottostante alla torbiera. Se lo spessore dello strato torboso fosse troppo grande, bisognerà ricorrere alle fogne di torba seccata al sole. Non si deve poi dimenticare che la torba prosciugandosi subisce una compressione di circa 1/5 o 1/6 del volume primitivo, per cui la profondità delle fogne ne resta, dopo un certo tempo che il drenaggio funziona, corrispondentemente diminuita.

La *profondità delle collettrici* supera generalmente di alcuni centimetri quella delle fogne elementari, e la differenza sarà uguale a quella dei diametri dei tubi, se questi, seguendo il Barral e il Maugon, si faranno unire in modo che le loro generatrici superiori siano contenute in uno stesso piano.

La *distanza delle fogne* dipende, come s'è detto, dalla loro profondità e dalla natura del suolo e del sottosuolo. Se questo è maggiormente permeabile all'acqua, le fogne si potranno fare più discoste l'una dall'altra. Ma non si deve considerare soltanto lo stato del terreno prima della fognatura. Certe terre si screpolano con facilità per effetto del prosciugamento e ne resta aumentato il loro grado di permeabilità. Un clima caldo e asciutto favorisce questo artificiale disgregamento meglio assai che un clima umido e freddo. Lo screpolamento del terreno incomincia vicino alle fogne e procedendo di prosimo in prosimo, si estende progressivamente a tutto il terreno. Qualche sortume o qualche strato acquifero, che mantenesse la terra presso alla fogna in uno stato continuo d'umidità, lo arresterebbe diminuendo di molto i benefici effetti del drenaggio.

Come si vede, la determinazione della profondità e della distanza da assegnare alle fogne è una questione abbastanza complessa. Pei casi ordinari si possono dare dei numeri medi. Riportiamo dalle *Nozioni sul drenaggio* di Borelli e Camusso due tabelle che danno le distanze delle fogne corrispondenti alla profondità media di 1^m.20 e per terreni di diversa natura.

Tavola I. (Da Vander Straten Ponthoz).

Natura del suolo	Distanza	
	minima	massima
	metri	metri
Terreno sabbioso	15.00	20.00
Terreno torboso	11.00	14.00
Argilla con sabbia e ciottoli	10.00	15.00
Sottosuolo	9.00	11.00
Argilla omogenea	7.00	10.00

Tavola II. (Da Lecterc).

Natura del suolo	Distanza	
	minima	massima
	metri	metri
Sabbia pura a grana grossa	16.00	18.00
Sabbia ferruginosa id.	13.00	15.00
Sabbia argillosa	12.00	14.00
Terreno torboso	11.00	14.00
Sabbia terrosa	10.00	12.00
Argilla ordinaria	9.00	11.00
Terra grassa	9.00	12.00
Argilla compatta	8.00	9.00
Terreno	8.00	11.00
Argilla plastica	6.00	7.00
Argilla sabbiosa	11.00	14.00

Un *fosso di prova* e alcune buche opportunamente scavate serviranno a dare delle norme più sicure nei singoli casi. Con queste escavazioni si completa lo studio preliminare del terreno, e gioverà sempre di farle: il fosso non andrà nemmeno perduto, poichè si avrà cura di dirigerlo in modo da potere in seguito servire per una fogna del drenaggio. Bisogna prolungarlo fino ad un colatore, affinchè vi si possa scaricare l'acqua raccolta, e regolarne la pendenza in modo che lo scolo sia facile. La sua profondità dev'essere eguale a quella che si presume di dover dare alle fogne; ma è bene che per un certo tratto la superi e raggiunga magari i 2^m. Si assegnerà alle sue sponde un'inclinazione alquanto maggiore di quella che si suol dare ai fossi da drenaggio, dovendo esso restare aperto per un tempo assai più lungo.

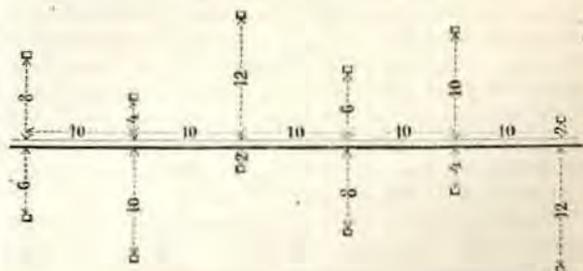


Fig. 940.

Da ambo i lati del fosso di prova si scavano delle *buche* di 0^m.50 di lato, profonde quanto il fosso, e così distanti fra di loro che l'una non possa influire sull'altra. Si può per es. seguire la disposizione indicata dalla fig. 940, che è consigliata dal Barral.

Si coprono fosse e buche con stuoje per diminuire l'evaporazione. Se appena fatti gli scavi non si raccoglie

naturalmente acqua nelle buche, perchè il suolo non ne è sufficientemente imbevuto, si aspettano le piogge; e quando queste siano cadute, allora s'incominciano le osservazioni, che si devono ripetere mattina e sera per parecchi giorni consecutivi e in diverse epoche dell'anno.

Si esaminerà anzitutto lo stato delle pareti, deducendo il modo di comportarsi dei varii strati onde il terreno è composto dopo un certo tempo che il fosso aperto opera il prosciugamento, e quindi si potrà farsi un criterio abbastanza sicuro della profondità più conveniente da assegnare alle fogne. Si noterà poi il livello dell'acqua in tutte le buche e non si tarderà ad accorgersi che la vicinanza del fosso ha per effetto di abbassarvelo tanto più sensibilmente, quanto meno le buche sono dal fosso discoste. Quando per parecchie osservazioni di seguito il livello rimanga in tutte le buche costante, o in tutte discenda regolarmente di egual quantità, si noterà quale sia l'ultima buca in cui l'acqua sia sensibilmente più bassa che nelle successive dal fosso più lontano; il doppio della distanza di quella buca dal fosso, sarà la distanza da assegnare alle fogne elementari, se queste si facciano profonde quanto il fosso di prova.

Giova qui ripetere ciò che si è altra volta osservato, che certi terreni restano per effetto del drenaggio così profondamente modificati, da richiedere per loro prosciugamento fogne assai meno ravvicinate di quanto fosse stato indicato dalle precedenti esperienze. Quando non si conosca bene la natura del terreno, è dunque prudente di raddoppiare addirittura la distanza delle fogne. Se dopo uno o due anni il prosciugamento del fondo non fosse completo, s'interealerebbero altrettante fogne fra quelle già fatte. In tal modo si può, senza aumento di spesa, tentare una forte economia.

E parimenti se si ha il sospetto che l'acqua invadente il fondo provenga da infiltrazioni superiori, o se in esso vi fossero de' sortumi, sarà prudente di fare prima le sole fogne perimetrali e quelle verticali per le sorgive. Spesse volte il fondo rimarrà con queste sole opere prosciugato.

La *pendenza delle fogne* è in generale quella stessa del terreno. Tuttavia essa non deve oltrepassare certi limiti: l'inferiore può discendere, per la facilità con cui l'acqua scorre nei tubi, fino a 0^m.002 per 1^m (nelle fogne di pietrisco soltanto a 0^m.005 per 1^m); il superiore deve ritenersi di 0^m.05 per 1^m; oltre di esso la troppa velocità che l'acqua acquisterebbe potrebbe cagionare dei guasti. Quando il terreno non abbia inclinazione sufficiente, o l'abbia contraria a quella delle fogne, si dovrà dunque creare una pendenza artificiale aumentando gradatamente da monte a valle la profondità delle fogne. Se invece esso sia troppo ripido, si dovrà scomporre le fogne in varii tratti aventi la pendenza voluta. Il loro raccordamento si può fare con tubi inclinati a 45° chiusi in una struttura murale abbastanza solida, ovvero mediante pozzetti nei quali i tronchi a monte s'immettano più in alto dei tronchi a valle.

La pendenza delle fogne si fa in generale costante per tutta la loro lunghezza. Mentre non sarebbe nessun male l'accrescerla da monte a valle, si dovrà invece evitare di diminuirla, perchè l'acqua, perdendo in velocità, lascierebbe nei tronchi inferiori molti depositi e finirebbe coll'ostuirli. Tuttavia può per le collettrici accadere che a un tronco d'una certa pendenza ne debba succedere uno meno inclinato. Allora s'interpone fra i due tronchi un pozzetto in cui l'acqua abbandoni le materie sospese.

Sul *diametro dei tubi* s'è già detto qualche cosa più indietro. Ora agglungeremo che dovendo esso essere pro-

porzionato alla velocità e al volume dell'acqua da smaltire, si potrà fare tanto minore quanto più inclinate e quanto più brevi saranno le fogne. Tuttavia non è conveniente di andare al dissotto di 0^m.035 anche se tale diametro fosse superiore al bisogno.

Egli è specialmente per le collettrici che occorre di calcolare il diametro, cosa facile a farsi colle formole dell'idraulica se fosse nota, oltre alla loro pendenza, la quantità d'acqua che in esse deve passare per ogni unità di tempo. Il mezzo più sicuro per conoscerla sarebbe di lasciare aperto il fosso di ciascuna collettrice per molto tempo e di misurarvi le maggiori portate; ma ciò in pratica non è applicabile. Bisogna invece determinare *a priori* la portata, deducendola dalla quantità d'acqua che cade nel bacino della collettrice durante le maggiori piogge. Ma, mentre un semplice spoglio delle osservazioni pluviometriche più vicine basta per poter calcolare facilmente questa quantità, è assai incerto il sapere qual frazione di essa venga poi a passare per le fogne e in qual tempo essa debba essere smaltita. Il Mangon dice d'aver più volte calcolati i diametri delle fogne in modo ch'esse fossero capaci di smaltire in 36 ore la metà dell'acqua versata in 24 ore sulla superficie dalle più forti piogge del paese; ma egli stesso soggiunge che questo modo di procedere è abbastanza arbitrario. Un'altra regola empirica è che un tubo di 0^m.05 o 0^m.06 di diametro basta nei casi ordinari per lo scolo dell'acqua di 3 o 4 ettari di terreno.

Se l'acqua invadente il fondo proviene dai fondi superiori, o da sortumi, le regole precedenti non possono più valere: bisognerà, per farsi un criterio della sua quantità, ricorrere all'osservazione diretta dei fossi di prova aperti nel terreno da prosciugare.

Direzione delle fogne elementari. — Le fogne elementari sono quelle che devono operare direttamente il prosciugamento, e tanto meglio adempiranno questo loro ufficio quanto più facilmente l'acqua vi potrà scorrer via. Perciò devono avere una pendenza sentita, e anche per ragione di economia, poichè con maggiore velocità basta una minor luce a smaltire la stessa quantità d'acqua, e il prezzo dei tubi cresce rapidamente all'aumentare del loro diametro. In tutti i casi di terreni poco inclinati si dovranno adunque dirigere le fogne elementari secondo le linee di maggior pendio; ma un'altra considerazione induce ad adottare questa disposizione ogniquale volta la pendenza del suolo non superi 0.15 o 0.20 per 1^m (Mangon). Le fogne dirette secondo la massima inclinazione del terreno, o che poco se ne discostano, agiscono in egual modo da ambe le parti; quelle invece che se ne allontanassero di molto agirebbero completamente a monte, mentre a valle la loro influenza non si farebbe sentire che a minore distanza.

Come regola generale, passibile di un piccolo numero di eccezioni, si disporranno adunque le fogne elementari in modo che poco si discostino dalle linee di maggior pendio. Esse devono, in massima, essere rettilinee e parallele. Perciò col disegno alla mano, o meglio portandosi sopra luogo, si scomporrà il terreno in falde, per ciascuna delle quali le linee di livello siano presso a poco rette e parallele; e in ogni falda si prenderà per direzione delle fogne quella di una retta che incontri le curve orizzontali sotto angoli poco lontani dai 90°. Sarà poi facile, conoscendo la distanza che devono avere, di progettare le fogne elementari per tutto il terreno.

Si è detto che le fogne elementari devono in massima essere parallele. Però in un caso speciale, quando cioè il terreno da prosciugare sia molto più umido in basso che nelle parti superiori, si potranno disporre a

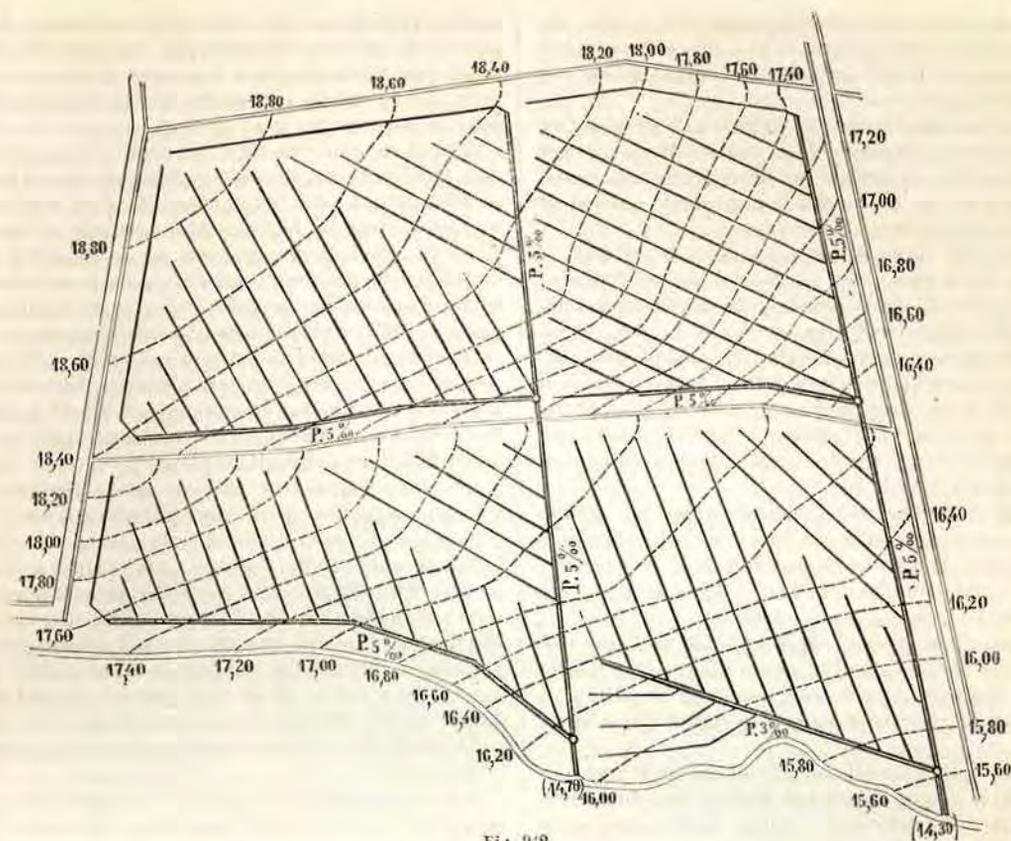


Fig. 942.

ventaglio in modo che minore sia la loro distanza laddove c'è maggior bisogno della loro azione.

Disposizione delle collettrici. — Le collettrici dovranno naturalmente trovarsi negli incontri delle falde, cioè nei *thalweg*; non possono quindi in generale aver molta pendenza.

Conoscendo i luoghi in cui è possibile lo sbocco, sarà facile tracciare l'andamento di tutte le fogne collettrici.

L'accennata loro disposizione fa sì che talvolta esse non possano essere rettilinee. Allora bisognerà aver riguardo che le curve di raccordamento dei varii tronchi abbiano un raggio non minore di 5^m. Cambiamenti più bruschi di direzione si possono ottenere mediante pozzetti.

Non è bene di far sboccare direttamente le fogne elementari nei fossi aperti, perchè è meglio di ridurre per quanto è possibile il numero delle bocche di scarica.

Le fogne elementari non devono superare la lunghezza di 250 o 350 metri, secondo la loro distanza; in caso di pendenza molto piccola è bene che non raggiungano nemmeno questi limiti. Se si avessero delle falde più lunghe, s'interromperanno le fogne elementari con delle collettrici a metà falda (fig. 941).

Per la facilità dell'efflusso è bene che le fogne elementari s'immettano nelle collettrici sotto un angolo acuto in a monte. L'angolo più conveniente è di 60°; può tuttavia senza gravi inconvenienti accostarsi ai 90°, non mai divenire ottuso. Ove sia necessario si piegherà l'ultimo tratto della fogna elementare per raggiungere un angolo d'immissione conveniente, tagliando colla penna del martello l'imboccatura dei tubi in modo di renderla obliqua.

Per la stessa ragione del facile efflusso non dovranno mai due fogne minori immettersi in una maggiore l'una di fronte all'altra.

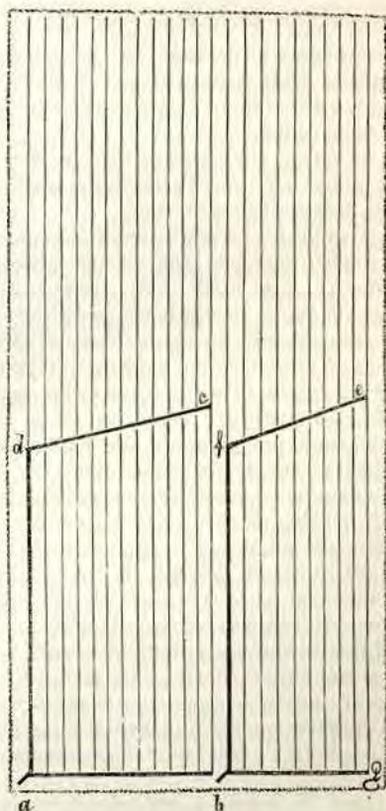


Fig. 941.

Quando si facciano delle fogne perimetrali, è bene che la loro lunghezza non oltrepassi i 40 o 50m; esse verranno per ciò messe di tratto in tratto in comunicazione con una fogna elementare.

Dove si riuniscono due o più collettrici è utile di fare un pozzetto che permetterà in seguito di sorvegliare il funzionamento del drenaggio. Altri pozzetti si metteranno, come fu già detto essere necessario, laddove le collettrici diminuiscono di pendenza.

La figura 942 rappresenta, nella scala di 1 a 4000, il drenaggio del campo detto Leasso nel podere di Saccabonella dipendente dalla Commenda di Staffarda dell'Ordine Mauriziano nel circondario di Saluzzo. È un bell'esempio di drenaggio generale con fogne perimetrali. Le curve orizzontali (linee tratteggiate) portano ciascuna l'indicazione della propria quota. Esse rappresentano assai bene la forma del terreno; e poichè questo era poco inclinato, si dovette prendere la loro equidistanza verticale molto piccola (0^m.20).

Le fogne elementari sono indicate con linee grosse continue. Furono costruite con tubi di 0^m.03 di diametro e hanno tutte la pendenza costante di 0^m.005 per 1^m. Distano mediamente l'una dall'altra 15^m; la più lunga di esse tocca i 183^m.

Le doppie linee grosse rappresentano le fogne collettrici formate con tubi di 0^m.06 di diam.; le triple le collettrici maggiori, i cui tubi hanno il diametro di 0^m.10. Ciascuna collettrice ha scritta accanto la propria pendenza.

I pozzetti sono indicati con piccoli cerchi, e con piccoli archetti le bocche di scarico. Queste sono due e versano l'acqua in un rivo detto Leasso. Nella figura sono scritte fra parentesi le loro quote sul piano di paragone.

Le doppie linee sottili rappresentano fossi scoperti.

DRENAGGIO DEI TERRENI ARBORATI.

Si è già accennato al pericolo che la vicinanza degli alberi di essenza dolce costituisce per le fogne tubulari. Varii sono gli artifizii immaginati per cercar di evitare l'invasione delle radici.

Si pensò da taluno che bastasse di coprire con manicotti tutti i giunti dei tubi; l'esperienza però dimostrò che ciò è assolutamente insufficiente.

Altri provò a chiudere ermeticamente con malta idraulica tutti i giunti, credendo che l'acqua potesse penetrare nei tubi per i pori della terra cotta; ma così non avviene, e simili fogne, se destinate ad operare direttamente il prosciugamento, mancherebbero al loro scopo. Tale spediente è invece ottimo laddove le fogne devono soltanto dar passaggio all'acqua senza prosciugare il terreno in cui sono praticate, come per es. se le ultime collettrici debbano, per giungere allo sbocco, attraversare un fondo di proprietà altrui. Secondo il sig. Mangon, fra i vari mezzi di rendere ermetiche le fogne il più semplice consiste nel riempire il fondo dello scavo, all'uopo convenientemente allargato e approfondito, con uno strato alto 0^m.10 di un impasto di argilla e di sabbia grassa bagnata con latte di calce. Si posa su questo strato un condotto formato con tubi minori introdotti in altri di maggior diametro, a giunti alternati, e lo si ricopre collo stesso impasto fortemente compresso. E per ottenere ancor meglio lo scopo s'intonacano, prima di collocare in opera la condotta, i giunti e il piccolo spazio annulare esistente tra i tubi collo stesso impasto, ma un po' più molle.

Per sottrarre le fogne al pericolo di essere invase dalle radici, il sig. Jacquemart suggerì di ricoprire i tubi con fascine per un'altezza sufficiente. Egli arguì

che in quelle fascine, quasi sempre a secco, le radici troverebbero circostanze troppo contrarie al loro sviluppo per attraversarle e giungere ai tubi.

Si conosce anche il metodo del sig. Rérolle. Ecco in che cosa consiste. Si ricoprono tutti i giunti con manicotti, e si rendono impermeabili lutandoli di cemento idraulico. Ogni tre tubi, cioè ad ogni metro circa di distanza, se ne fora uno nella sua parte inferiore, e si mette in corrispondenza del foro un tubo verticale infilato in un altro di diametro maggiore la cui estremità s'intaglia per modo che abbracci il tubo orizzontale della condotta. Anche quest'unione dev'essere resa impermeabile. I tubi verticali s'infilano in altrettanti pozzetti scavati nel fondo della fogna e guarniti poi con sassottoli. L'acqua che si raccoglie in tali pozzetti rimonta nella fogna per pressione idrostatica. Le radici degli alberi mal potrebbero risalire i tubi verticali; ma non giungono nemmeno alle loro estremità aperte, perchè tra esse e il piano delle fogne troverebbero un terreno imbevuto d'acqua stagnante, in cui non possono vivere.

Non bisogna però illudersi sulla efficacia di questi rimedii, perchè le radici trovano quasi sempre modo di penetrare nelle fogne anche se chiuse ermeticamente. Chi scrive si ricorda d'aver veduto un fascio di radici lungo una diecina di metri, estratto da una condotta di acqua potabile in terra cotta i cui giunti erano lutati con cemento. Una radice di un fico, lontano almeno quindici metri, vi era entrata per un piccolo forellino trovato nella parete d'un tubo, e vi si era così meravigliosamente sviluppata.

Vista l'impossibilità di opporsi efficacemente al pericolo, si cerca, per quanto è possibile, di eliminarlo. Perciò si abbattono gli alberi isolati sparsi sul terreno da drenare, e anche i filari di minor conto. Volendo conservare qualche filare, si eviterà possibilmente di attraversarlo colle fogne facendole invece ad esso parallele. Allora il migliore spediente per evitare l'invasione delle radici è quello suggerito dal signor Mangon, di isolare cioè le fogne tubulari dalla fila di alberi interponendovi una fogna di pietrisco o di ghiaia alquanto dell'altre più profonda, nella quale si svilupperanno e moltiplicheranno a loro agio le radici, senza oltrepassarla, almeno per un gran tempo. Questo mezzo si presta anche assai bene per difendere le fogne tubulari dalle radici di alberi che si trovassero presso alla linea di confine in terreni limitrofi di proprietà altrui. Allora si farà una fogna perimetrale di pietrisco per quel tratto di confine che è esposto alla invasione delle radici.

Quando una fogna debba attraversare un filare d'alberi di essenza dolce, ovvero passare in prossimità d'un albero isolato, si dovrà renderla inaccessibile alle radici con uno dei mezzi esposti precedentemente per tutto quel tratto in cui c'è pericolo che esse vi possano penetrare.

In ogni caso è prudente d'interrompere le fogne esposte all'invasione con dei pozzetti, onde si possa verificare se l'acqua seguita a scolare regolarmente. Avvenendo che nell'interno di un condotto si sviluppi una *coda di volpe*, questa si può togliere introducendo nella fogna, o da un pozzetto, ovvero da una buca di 1^m circa appositamente scavata, la catena immaginata dal sig. Landa. Questa è una catena analoga a quella da agrimensore, lunga 20^m, e colle maglie lunghe 0^m.30 e abbastanza resistenti per non torcersi quando s'imprime alla catena già introdotta nei tubi, un moto di rotazione.

Il pericolo che le fogne vengano ostruite dalle radici sussiste principalmente per quelle che seguitano sempre a dare acqua. Quelle invece che rimangono asciutte per degl'intervalli di tempo abbastanza lunghi, vi sono meno

soggette, perchè in questi intervalli attivandosi nell'interno dei condotti una corrente d'aria (vedi più oltre al paragrafo *Modo di agire del drenaggio*), le radici che già si fossero sviluppate si disseccano e cadono.

DRENAGGIO DELLE VIGNE.

Nelle vigne generalmente i filari seguono le curve di livello del terreno, o poco se ne discostano. Se si dirigessero le fogne elementari secondo le linee di maggiore inclinazione, esse taglierebbero tutti i filari esponendosi all'invasione delle radici; inoltre avrebbero quasi sempre una pendenza troppo sentita. Perciò nelle vigne le fogne elementari si dispongono secondo le linee orizzontali fra l'uno e l'altro filare di viti, e si dà loro la necessaria pendenza accrescendo gradatamente la loro profondità man mano che si accostano alle collettrici. Queste si dirigono invece secondo le linee di maggior pendolo, e per diminuire la loro inclinazione si dividono in tratti di giusta pendenza mettendo fra l'uno e l'altro tratto un pozzetto nel modo più indietro indicato.

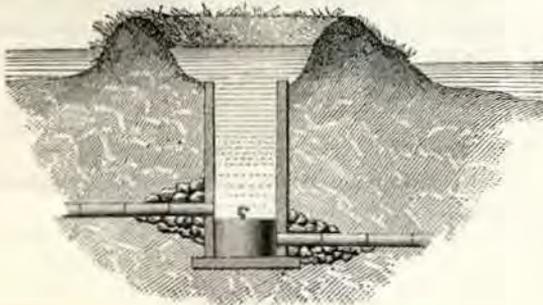


Fig. 943.

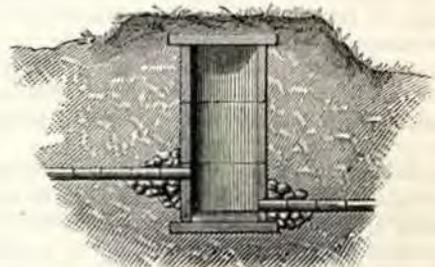


Fig. 944.

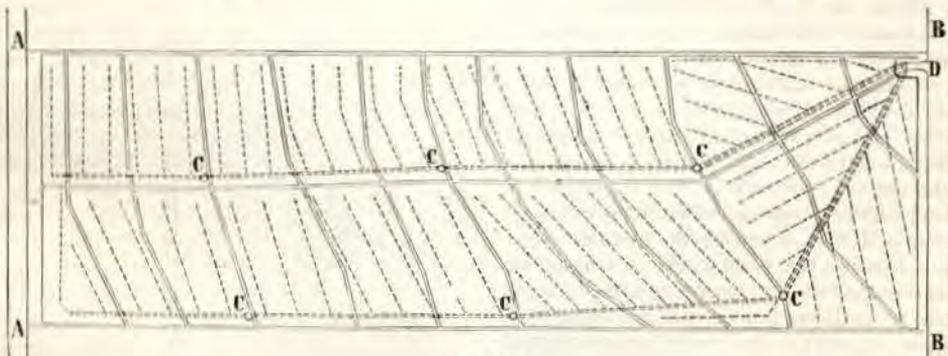


Fig. 945.

l'acqua alla risaja, si aprono i tappi e il drenaggio agisce subito e la prosciuga rapidamente.

Esempio. — Le figure 943, 944 e 945 rappresentano l'insieme e due particolari del drenaggio di un appezzamento di risaja detto la Pradella nel tenimento di Leri nel Vercellese, che, quando venne fognato, apparteneva al conte Camillo Cavour, ed ora è proprietà dell'Ospedale di S. Giovanni di Torino.

La figura 945 rappresenta nella scala di 1 a 4000 la pianta dell'appezzamento. AA è il canale di arrivo dell'acqua, BB il canale di scolo.

Le doppie linee continue rappresentano gli arginelli. Quello longitudinale, che divide in due parti la risaja, fu costruito allo scopo di permettere l'impiego di due collettrici indipendenti.

Si sono indicate con una sola linea punteggiata le fogne elementari (di 0^m.035 di diametro), con due le collettrici

DRENAGGIO INTERMITTENTE.

Nelle risaje non si potrebbe eseguire un drenaggio che funzionasse continuamente, perchè renderebbe impossibile la sommersione. D'altra parte, se quando si toglie l'acqua alla risaja la terra si rasciugasse prontamente rimanendo nel tempo stesso aerata e divisa, ne deriverebbero dei considerevoli vantaggi, specialmente per la facilità e prontezza con cui si potrebbero compiere i lavori, e perchè si ridurrebbe alla minima durata quel periodo in cui putrefacendosi vegetali e animali si sviluppano i miasmi palustri. È dunque importantissima l'applicazione del drenaggio alle risaje, il quale però deve subire le modificazioni necessarie perchè cessi di funzionare durante il periodo di sommersione.

Ciò si ottiene mediante pozzetti di contro-pressione, nei quali si può chiudere con un tappo (fig. 943) il foro per cui esce l'acqua. Essa allora, non potendo più defluire, si innalza nella piana come se il drenaggio non esistesse, mentre sale nel pozzetto per pressione idrostatica. Tolta

(di 0^m.075 di diametro), con tre le collettrici principali o capi-fogne (di 0^m.100 di diametro).

Ad ogni 50 o 60 centim. di dislivello furono praticati i pozzetti di contro-pressione C. La risaja è conseguentemente divisa in tante zone, delimitate però sempre dagli arginelli, quante sono le differenze di livello di 50 o 60 centimetri.

Le capi-fogne sboccano in un bacino di contro-pressione D, il quale durante il periodo di sommersione, chiuso con argine, compie un ufficio analogo a quello dei pozzetti. Quando si vuole far agire il drenaggio, si taglia l'argine mettendo il bacino in diretta comunicazione col canale di scolo.

Le fogne elementari sono dirette secondo le orizzontali del terreno. Possono attraversare gli arginelli purchè non escano dalla zona in cui ha luogo la loro immissione nella collettrice.

Le figure 943 e 944 rappresentano la sezione di un pozzetto, la prima durante il periodo di sommersione, la seconda durante quello d'asciugamento. Ciascun pozzetto è contornato da un arginello destinato a sostenere l'acqua quando la risaja è sommersa.

Allorchè si vuol mettere in azione il drenaggio, fatta prima scolar via l'acqua dalla superficie della risaja, si incomincia dal tagliare l'argine che chiude il bacino di contro-pressione. Quando il prosciugamento della zona più bassa è già iniziato, allora soltanto si devono estrarre i tappi dai pozzetti appartenenti alla zona immediatamente superiore. Si toglieranno poi quelli della terza zona quando la seconda abbia già abbandonata una parte della sua acqua, e così via di seguito da valle a monte. Procedendo in senso inverso, l'acqua, che appena tolti i tappi scorre copiosa, giungerebbe in quantità troppo grande alle parti inferiori delle collettrici, ponendole a grave rischio di essere dissestate.

DRENAGGIO IRREGOLARE.

In un podere di lord Berners nel Leicestershire, detto Keythorpe-Hall, essendo riuscito male un drenaggio regolare colle fogne elementari parallele alle linee di maggior pendio, fu per consiglio di un distinto geologo, il Frimmer, eseguito un *drenaggio irregolare*, in cui la direzione delle fogne, la loro lunghezza e la loro reci proca distanza vennero scelte con criterii affatto differenti da quelli che ci guidano ordinariamente nella redazione d'un progetto di drenaggio regolare.

L'esito ottenuto fu completo, la spesa relativamente assai piccola, e la notizia se ne sparse nel modo agronomico quando il drenaggio era in gran voga. Non è meraviglia quindi se quell'esempio ebbe subito una grande celebrità, tanto grande che quel sistema di fognare fu chiamato sistema di Keythorpe. E non è nemmeno da stupire che si volesse da taluni generalizzarlo troppo, mentre nel podere del lord inglese era stato suggerito da una speciale condizione geologica.

Ivi la terra del suolo è sabbiosa e filtrante; il sotto-suolo è formato d'argilla liassica assai compatta, e presenta tanti ridossi e tante insenature, specie di grandi solchi prodotti dall'erosione delle acque e diretti secondo l'inclinazione del terreno. In tali condizioni le fogne elementari disposte come al solito perpendicolarmente alle curve di livello, o cadono in un'insenatura e risanano quella sola senza poter estendere la loro azione alle altre vicine, o cadono in un ridosso e non prosciugano nulla affatto. Se si tagliano invece con una collettrice tutte le depressioni e tutte le sporgenze, essa richiama l'acqua che imbeve a monte il terreno sabbioso, e bene spesso la sua efficacia si estende anche a valle, perchè ivi la terra era immollata soltanto dagli scoli superiori. In tal modo con una sola fogna saggiamente collocata si ottiene un effetto, che molte altre costrutte secondo le regole generali non sarebbero capaci di produrre.

Ecco come in tali condizioni geologiche si deve procedere nella esecuzione dei lavori. Si scavano nei punti più elevati del fondo da prosciugare e in qualche altro, che il criterio del fognatore deve saper scegliere, delle fosse di prova, le quali nel podere di Keythorpe erano lunghe 1^m.22, larghe 0^m.61, profonde da 1^m.22 a 1^m.52. In esse non tarda a raccogliersi l'acqua stagnante. Si aprono poi fra i vari gruppi di fosse di prova delle collettrici da queste quanto più è possibile distanti, con direzione obliqua alla pendenza del terreno, se rettilinee o curvilinee poco importa. Molte fosse rimarranno con ciò solo completamente prosciugate, alcune altre no. Allora si scavano delle fogne secondarie, a partire dalla collet-

trice più vicina, verso le buche tuttora piene d'acqua, e si prolungano finchè quest'acqua venga da loro assorbita.

Come si vede, questo metodo di fognare non permette la redazione regolare del progetto fatta al tavolino; ma esige invece la costante presenza sopra luogo dell'ingegnere, il quale sviluppa il suo piano a misura che l'osservazione dei fatti gli somministra i dati necessari.

DRENAGGIO VERTICALE.

Raramente impiegato pel prosciugamento generale di un fondo, il drenaggio verticale trova invece bene spesso applicazione, come si è più volte accennato, nel raccogliere l'acqua delle sorgenti.

Si può usare al primo scopo, quando a piccola profondità sotto il terreno acquoso si trovi un strato assorbente. Si praticano allora molti fori verticali, spingendoli fino allo strato permeabile, e si guarniscono con fascine, con sassottoli o con tubi.

Rientra in questo genere di lavori il prosciugamento con pali adoperato in Olanda. Colà si piantano dei pali, distanti fra loro da 1^m a 1^m.50, a tale profondità da raggiungere lo strato filtrante. Si tagliano poi così basso che l'aratro non possa raggiungerli e si ricoprono colla terra. L'acqua cola lungo di essi come lungo le radici degli alberi, perchè la terra non vi aderisce; il fondo rimane quindi prosciugato.

DRENAGGIO DELLE SORGENTI.

Si è più volte accennato all'utilità di raccogliere l'acqua delle sorgenti con un drenaggio verticale.

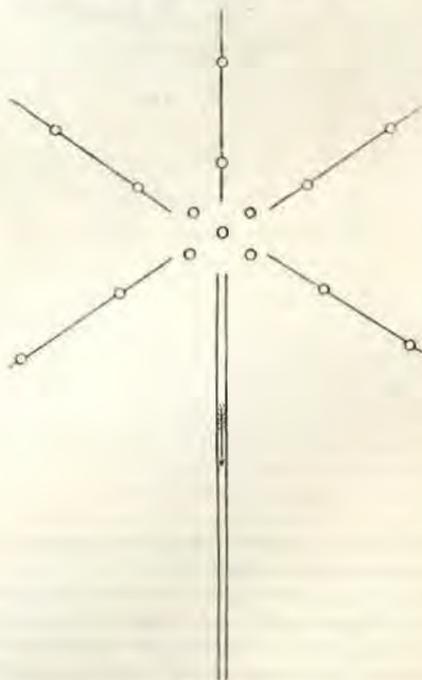


Fig. 946.

Bisogna a questo riguardo distinguere bene le sorgenti perenni dalle temporarie, che si manifestano solo dopo le piogge. Queste sgorgano generalmente ad un livello superiore alle prime, e sono prodotte dal trapelamento delle acque sovrabbondanti delle sorgenti perenni attraverso al loro letto. Applicando il drenaggio alle sorgenti perenni, quasi sempre scompaiono anche le temporarie, e sarebbe stata perfettamente inutile qualunque opera si fosse fatta pel loro disseccamento.

Per disseccare una sorgente bisogna mettere in comunicazione mediante condotti lo strato permeabile che la alimenta con un recipiente di livello idrostatico più basso del punto in cui l'acqua sgorga.

Quando si trovasse sotto la sorgente a profondità non troppo grande uno strato assorbente, si aprano dei fori verticali fino a raggiungerlo, si guarniscano con tubi o con pietrisco, e l'acqua della sorgiva si verserà per essi nello strato sottostante. È questo il metodo di Elkington applicabile solo in casi specialissimi.

Se lo strato che alimenta la sorgente si trova a una profondità non maggiore di 2^m o 2^m.50 conviene nella maggior parte dei casi di spingere fino a questa profondità le fogne del drenaggio generale; si rientra allora nel procedimento ordinario.

Se la profondità dello strato acquifero è maggiore, si apre una fogna attraverso al terreno sortumoso; e, ove una sola non basti, se ne aprono parecchie disposte a zampa d'oca com'è indicato dalla fig. 946. Sul fondo di esse si scavano con una trivella dei fori verticali fino a raggiungere lo strato che alimenta i sortumi. In terreni di media consistenza basterà di riempire tali fori con pietrisco per mantenerli libero il passaggio all'acqua;

la quale, risalendo per essi fino al piano delle fogne, sarà da queste smaltita. In terreni mollicci e fangosi bisogna ricorrere ai tubi. Si pianta in uno zoccolo di legno (fig. 947)

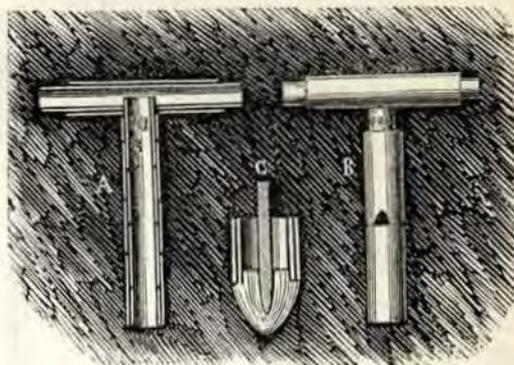


Fig. 947.

un'asta C di ferro o di legno con diametro minore di quello interno dei tubi onde si fanno le fogne elementari. S'infilano poi sull'asta alcuni di questi tubi; indi alcuni

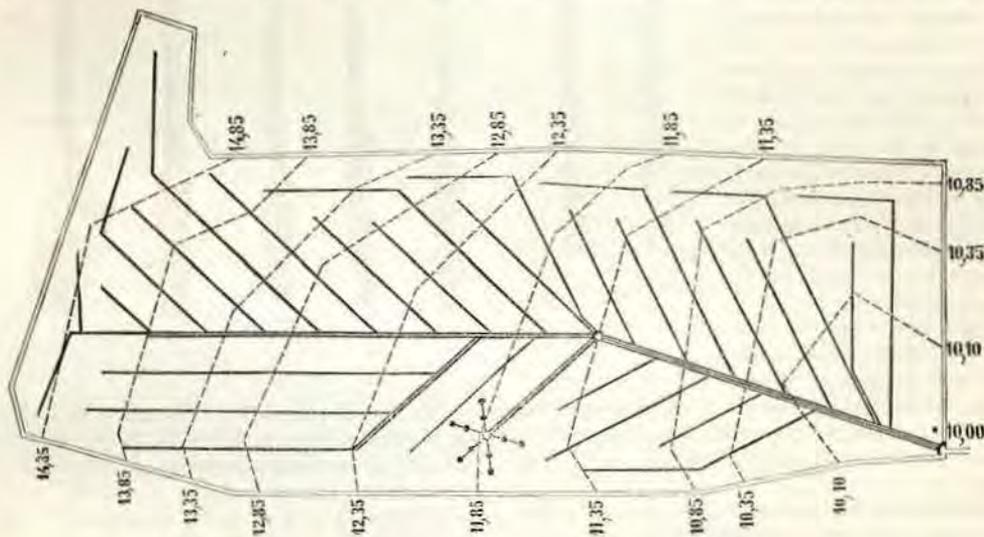


Fig. 948.

altri di diametro maggiore, che abbraccino i primi e servano loro da manicotti. Nell'infilare i tubi esterni, o gl'interni, si ha cura di cominciare con un mezzo tubo, affinché i giunti restino alternati. Si sogliono fare delle intaccature agli orli dei tubi per facilitare l'introduzione dell'acqua. I tubi così infilati si conficciano verticalmente nel fondo delle fogne, battendo con una mazza sulla cima dell'asta. Man mano che essa si affonda nel terreno si aggiungono nuovi tubi, e così di seguito finché si sia raggiunta la voluta profondità. Allora si ritira l'asta, e perciò si avrà avuto cura di piantarla poco solidamente nello zoccolo, il quale è destinato a rimanere nel terreno. Si tagliano poi a giusta altezza i tubi superiori, e si fanno imboccare nelle fogne orizzontali nel modo indicato dalla fig. 947.

I tubi delle fogne verticali si possono piantare nel modo ora descritto anche in terreni di maggiore consistenza, solo che allora bisognerà apparecchiare prima o con un palo, o colla trivella il foro in cui devono essere introdotti.

Dove per la copia dell'acqua siano necessarie molte fo-

gne verticali vicinissime, si tengono a posto le loro estremità superiori mediante alcune pietre e si ricoprono con una volta a secco, formando una specie di bacino in cui si raccoglie l'acqua. Essa viene poi smaltita da una fogna di diametro sufficiente.

La fig. 948 rappresenta il drenaggio eseguito nel prato detto Pramiano al castello d'Oviglio di proprietà del conte Picco Callori. Si vede che vi fu applicato il drenaggio verticale in un punto ove si manifestavano dei sortumi.

ESECUZIONE DI UN PROGETTO DI DRENAGGIO.

Tempo più opportuno per eseguire i lavori. — Nulla si può dire di assoluto a questo riguardo. Escluse le epoche in cui le piogge dirette o i forti geli potessero impedire la regolare e stabile apertura dei fossi, si dovrà scegliere quella che meglio conviene all'economia dell'azienda rurale.

Nei terreni sottoposti a rotazione regolare, per non perdere un prodotto, bisogna approfittare dell'intervallo di tempo che corre tra un raccolto e la semina successiva.

Molti credono utile di fognare in sul finire dell'autunno e nel verno, perchè trovano che in tali stagioni la terra si presta bene allo scavo dei fossi, e perchè allora il costo della mano d'opera è minore.

Ad ogni modo in ogni singolo caso sarà facile di scegliere il momento opportuno. Si eseguiscano allora i lavori celereamente, e non si abbandonino finchè non siano completamente ultimati.

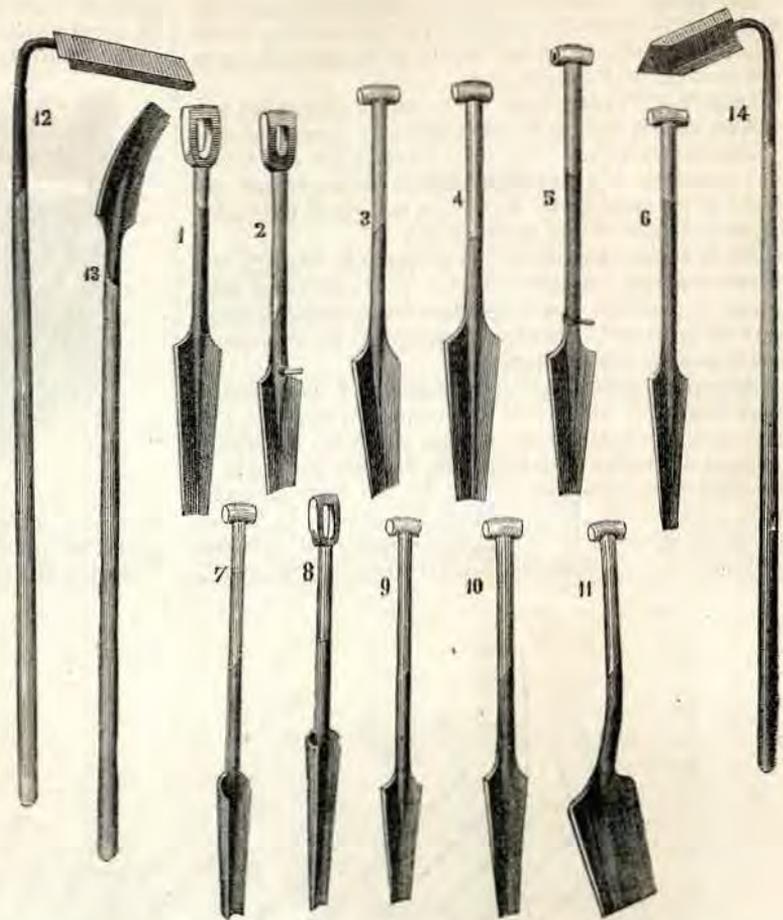
Tracciamento del lavoro. — Col progetto alla mano, e riferendosi ai punti fissi, sarà facile di tracciare sul terreno mediante paline tutti gli assi delle fogne. S'incomincia dalle collettrici, si segnano poi le fogne elementari.

Quindi, per avere una guida stabile nell'esecuzione dei lavori, si individua, parallelamente a ciascuno allineamento e a distanza di 0^m.50 circa, una retta, mediante robusti picchetti conficcati nel suolo a colpi di martello. La distanza di due picchetti successivi non deve superare i 30 o 40 metri al più. Se ne deve mettere uno a ciascuna estremità di ogni fogna, e uno pure in ogni punto ove il suolo, o la fogna, cambia di pendenza. Si ribattono poi i picchetti finchè le loro teste si trovino ad altezza costante sul fondo della fogna; per dirigere la quale operazione bisogna far uso del livello. A fine di evitare confusioni e ritardi si mettono i picchetti tutti da uno stesso lato delle fogne, sul destro per es. se gli operai devono gettare la terra a sinistra; ed è pur bene che ciascuno di essi porti il numero d'ordine con cui è contrassegnata nel disegno la fogna corrispondente.

Si è già detto che i fossi pel drenaggio devono avere al fondo la larghezza appena sufficiente per ricevere i tubi. Si dà alle loro pareti la minore inclinazione compatibile colla natura del terreno. Sarà quindi facile, poichè se ne conosce la profondità, di determinare la loro larghezza superiore, che nei casi ordinari varia fra 0^m.40 e 0^m.60. Calcolata questa quantità si tirano due funicelle lunghe circa 25^m, parallele all'asse di ogni fogna una da una parte e l'altra dall'altra e da esso distanti ciascuna di metà della nota larghezza. Guidato da queste funicelle, un operaio segnerà, tagliando le zolle colla vanga, i cigli del fosso, e completerà così il tracciamento.

Scavo dei fossi. — L'escavazione di fossi così stretti e profondi richiede l'impiego di strumenti speciali, alcuni dei quali si vedono rappresentati nella fig. 949.

Si hanno in primo luogo *vanghe* piane e curve (numeri 1 a 10) di diverse larghezze corrispondenti a quella del fosso alla profondità a cui devono lavorare, della quale larghezza hanno da essere presso a poco un sottomultiplo esatto. Alcune di esse sono munite di un vangile scorrevole lungo il manico e che si può fissare in diversi punti del medesimo, onde l'operaio vi possa premere col piede qualunque sia la profondità a cui deve lavorare. Esse portano poi tutte all'estremità del manico un'impugnatura che l'operaio inglese stringe con ambe



F.g. 949.

le mani, mentre preme col piede sul vangile osulla vanga, finchè essa abbia raggiunto la profondità voluta; egli tira allora a sè l'impugnatura a piccole scosse per distaccare la zolla, poi fa scorrere una delle mani lungo il manico dello strumento per sollevarla e deporla sull'orlo dello scavo.

Per ismuovere la terra compatta e ghiaiosa si adoperano i *picconi* e il *picco a pedale* (fig. 950).

Per togliere la terra smossa si hanno delle pale (fig. 949, n. 11), e delle *cucchiare* piane (n. 12 e 14), e curve, le quali ultime si prestano anche assai bene a regolare il fondo dei fossi, adattandone la forma a quella cilindrica dei tubi.

Bisogna tenere separata la terra del suolo da quella del sottosuolo, gettando la prima da una parte del fosso, la seconda dall'altra. E ciò a fine di poter poi rimettere alla superficie la terra vegetale senza mescolarla colla terra vergine.

Lo scavo dei fossi si dovrà sempre incominciare dalla parte più bassa, perchè l'acqua che nel loro fondo si raccoglie trovi facile scolo. Si aprono prima la capi-fogna e le collettrici in tutta la loro lunghezza; poi per ciascuna collettrice suc-



Fig. 950.

cessivamente da valle a monte le fogne elementari che in essa s'immettono. E appena una di queste sia totalmente scavata e se ne sia verificata la pendenza vi si posano i tubi e si procede al suo riempimento. La collettoria invece rimarrà aperta finchè, tutte le fogne elementari essendo compiute, si sia verificato il loro funzionamento regolare.

Per ottenere un lavoro perfetto nel minor tempo possibile giova dividere gli operai scavatori in squadre, chi vuole di tre, chi di cinque individui composte. E in pieno arbitrio del direttore delle operazioni l'organizzarle come meglio crede. Anzi quando gli operai dopo alcuni di di lavoro pagato alla giornata lo assumeranno a cottimo a un tanto per metro corrente di fosso aperto, il che converrà sempre, bisogna lasciar loro piena libertà nel modo di eseguire lo scavo pretendendo solo che il lavoro riesca perfetto.

Ecco come le istruzioni pratiche pubblicate dal signor Mangon consigliano di distribuire il lavoro per una squadra di tre operai:

Terreno argilloso omogeneo.

- 1° *operajo*. — Traccia i cigli, e scava un primo strato di terra di 0^m.30 colla vanga da superficie;
- 2° *operajo*. — Scava altri due strati di 0^m.30 con vanghe curve;
- 3° *operajo*. — Scava l'ultimo strato colla vanga curva da fondo, e ragguglia il fondo colla cucchiaja curva.

Terreno pietroso.

1° Tempo.

- 1° *operajo*. — Traccia i cigli e scava un primo strato di 0^m.30;
- 2° *operajo*. — Smuove un secondo strato di 0^m.30;
- 3° *operajo*. — Getta la terra smossa dal secondo operaio;

2° Tempo.

- 1° *operajo*. — Getta la terra smossa dagli altri due;
- 2° *operajo*. — Smuove il terzo strato;
- 3° *operajo*. — Smuove l'ultimo strato.

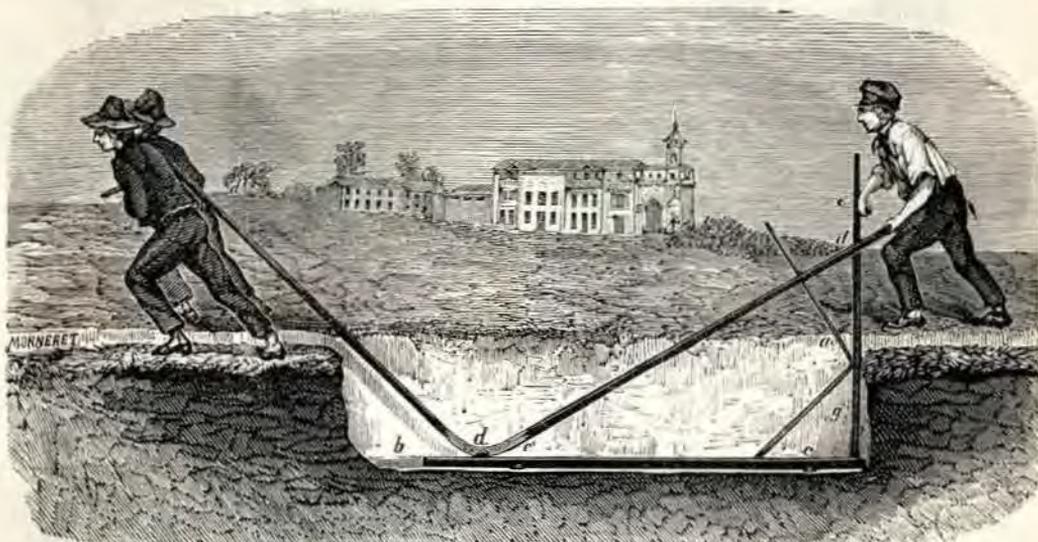


Fig. 951.

Il numero dei metri lineari di fosso che un operaio può scavare in un giorno dipende e dall'abilità del lavorante e dalla natura del terreno, per cui non si saprebbe determinarlo *a priori*. Tuttavia si può ritenere che esso varia fra 20 e 30 per terre argillose forti prive di sassi, mentre può discendere a 3 o 4 per le più difficili terre pietrose.

Somma cura si deve usare nel regolare il fondo dei fossi foggliandolo in modo da ricever bene i tubi. Quest'operazione può esser fatta a mano colle cucchiaje curve, nel qual caso si richiede molta abilità e diligenza negli operai che ne sono incaricati. Si procede più facilmente e più speditamente facendo uso dello strumento inventato dal sig. Marc, che si vede rappresentato nella figura 951. Esso consta di una spranga di ferro *ab* a sezione rettangolare di 0^m.03 × 0^m.01, e lunga circa 3^m, la quale porta presso alle sue estremità due lame d'acciaio *cc'* di forma semicilindrica con diametro eguale a quello dei tubi, e leggermente inclinate sulla direzione della sbarra. In *d* è unita a snodo colla sbarra *ab* una leva a gomito *dd'*. È dall'estremità *d* di questa leva che si trascina l'apparecchio. L'altra estremità *d'* viene impugnata colla destra da un operaio, il quale colla si-

nistra stringe una traversa *e* fissata mediante una vite di pressione ad altezza conveniente sull'asta *eg'* lungo la quale può scorrere. Quest'operaio, mentre cammina sulla sponda sinistra del fosso, regola premendo ora coll'una, ora coll'altra mano la penetrazione delle lame *cc'*. L'apparecchio agisce come una lunga pialla da falegname. Basta ripassare due o tre volte collo strumento sul fondo di un fosso per regolarlo perfettamente. Alcuni operai tolgono con cucchiaje la terra staccata dalle lame.

Questo strumento non può naturalmente servire se la terra contiene dei ciottoli. Con esso tirato da due o tre uomini, guidato da un capo-operaio e seguito da due operai per togliere la terra smossa, si può regolarizzare il fondo di 2000 metri correnti di fosso al giorno.

Verifica delle dimensioni e della pendenza dei fossi. — Appena è finita l'apertura di un fosso se ne devono verificare le dimensioni e la pendenza.

La prima verifica si fa generalmente col *garbo* o *regolo modello* rappresentato dalla fig. 952; la seconda osservando se il fondo del fosso sia a profondità costante sotto la linea determinata dalle teste dei picchetti di cui si è detto parlando del *tracciamento del lavoro*. Ciò si può fare coll'aiuto di uno strumento a guisa di L, com-

posto con due aste di legno fra di loro perpendicolari. Si appoggia l'asta maggiore sul fondo del fosso, tenendola verticale, e si osserva se la minore sfiori sempre uno spago, che si sarà preventivamente tirato dall'uno all'altro picchetto. Ma la terra scavata può soventi fare

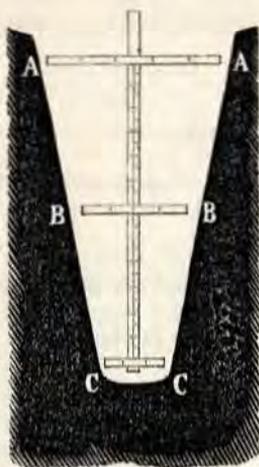


Fig. 952.

ingombro, cosicchè è meglio di piantare orizzontalmente nella scarpa del fosso, che è dalla parte dei picchetti, altrettanti picchetti tutti alla stessa profondità sotto le teste dei precedenti. Si tira poi uno spago fra questi nuovi picchetti e si prova con una semplice bacchetta se il fondo del fosso sia parallelo a questo spago.

Posa dei tubi. — Verificata la forma e la pendenza del fosso, si procede alla posa dei tubi. Molta cura si deve usare nella loro scelta, rigettando tutti quelli che non fossero ben dritti e cilindrici, o che presentassero asperità o ineguaglianze interne capaci di provocare i depositi di terra, o che avessero qualche fenditura. I buoni tubi devono essere sonori, e resistere al gelo e all'umidità.

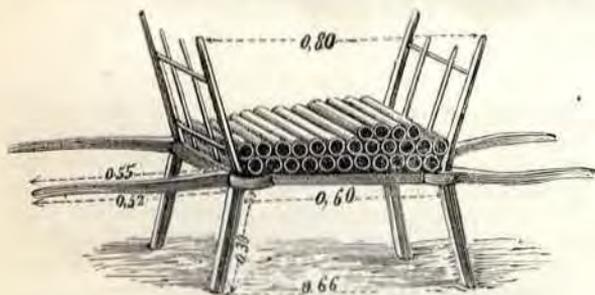


Fig. 953.

I tubi si portano sul luogo durante le operazioni di scavo con delle barelle a mano, di cui la fig. 953 offre un esempio, e si dispongono in fila sull'orlo del fosso dalla parte ove fu gettata la terra vegetale. Se si impiegano manicotti, ciascun tubo dev'essere preventivamente infilato nel suo manicotto. Ma è questo il caso più raro. Nel caso generale si avrà somma cura che le estremità dei tubi combacino perfettamente; perciò devono essere tutte assai regolari e da taluni si è persino consigliato di spianarle artificialmente collo sfregamento.

Il collocamento in opera dei tubi, operazione delicatissima, va affidato ad un abile operajo pagato alla giornata. Esso si fa per le fognie minori senza discendervi

dentro, servendosi di uno strumento speciale a guisa di L di cui la fig. 954 rappresenta tre modelli differenti. Quello a destra è di legno, quello a sinistra di ferro e servono entrambi per tubi senza manicotti.

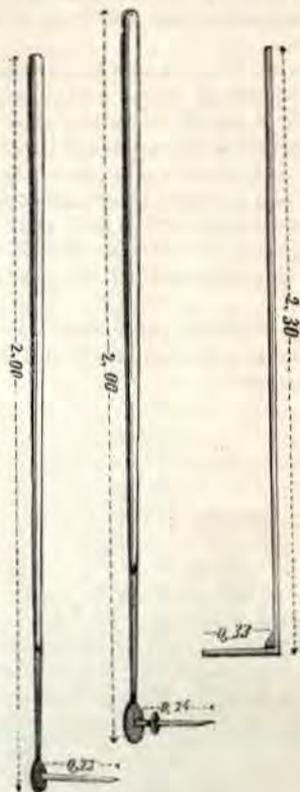


Fig. 954.

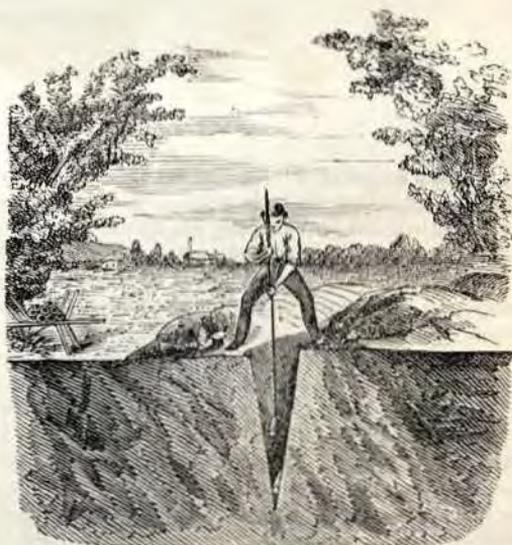


Fig. 955.

L'operajo, stando a cavalcioni del fosso (fig. 955), tiene questo strumento pel manico, introduce l'asta breve in un tubo e lo prende così dalla sponda per collocarlo nel posto che deve occupare. Imprimendo allo strumento delle piccole scosse, fa girare il tubo intorno all'asta, finchè trova la posizione in cui meglio combacia col tubo

precedente; allora ritira l'asta, batte leggermente sul tubo per assettarlo, e ne prende un altro per collocarlo come il precedente.

Lo strumento indicato dalla figura di mezzo serve per collocare in opera i tubi con manicotti. Esso è munito di due dischi: l'uno maggiore contro il quale si arresta il manicotto, l'altro minore il cui diametro è compreso fra quelli interni del tubo e del manicotto e la cui distanza dall'altro disco è uguale alla metà della lunghezza dei manicotti. Contro di questo si appoggia il tubo e così si mantengono il tubo e il manicotto nella posizione reciproca che devono occupare. È poi facile d'introdurre l'estremità libera del tubo nel manicotto precedente già collocato nella stessa maniera sul fondo del fosso.

Con questi strumenti gli operai abili posano circa 400 tubi all'ora.

I tubi molto grandi si mettono in opera a mano da un operajo, che discende nel fondo del fosso e impiegherà in quest'operazione la massima cura.

Mentre si è visto che lo scavo dei fossi doveva cominciare dalla parte più bassa, il collocamento dei tubi si deve invece eseguire partendo dalla più elevata, perchè altrimenti l'acqua fangosa colante nei fossi ne imbratterebbe l'interno e facilmente li ostruirebbe. Si chiude con una pietra piatta e si ricopre poi con una zolla d'argilla l'estremità superiore del primo tubo; indi si procede a posare gli altri, e, ove sia necessario, si spazza dinanzi e ciascuno con una scopa la melma spingendola a valle.

Verifica della posa. — Messi in opera i tubi, il sorvegliante deve esaminare se sono tutti in linea retta e con pendenza uniforme, se le loro estremità combaciano perfettamente, e se premendovi sopra nessuno si sposta. Ove taluno non fosse perfettamente stabile sarà facile di saldarlo bene versandovi intorno della terra fina e comprimendovela con attenzione.

Riempimento dei fossi. — Appena fatta questa verifica bisogna senza indugio procedere al riempimento dei fossi. Prima però, se non s'impiegarono manicotti, devono

ricoprire i giunti con de' cocci, i quali sempre abbondano, molti essendo i tubi che si rompono e quelli che si devono scartare. Per collocare a posto questi cocci si adoperano delle pinze di legno di frassino o di castagno. Sopra di essi si mette poi una zolla di terra argillosa, comprimendola con cura.

Per ricoprire i tubi si sceglie la terra più argillosa. Sminuzzatala bene, la si getta sui tubi colla pala per uno strato alto 0^m.20 e la si pigia colla massima cura. Su questo primo strato se ne versa un altro di 0^m.20 o 0^m.30, il quale pure dev'essere diligentemente compresso.

A questo punto, se il tempo è bello, torna utile assai di sospendere il riempimento per lasciare che l'azione dell'aria, del sole e del gelo si eserciti sulle sponde e incominci quel lavoro di disgregazione e di trasformazione, che deve poi compiere il drenaggio. Ma se il tempo minacciasse pioggia, non si potrebbe senza pericolo lasciare scoperti i fossi; perchè l'acqua scorrendovi in quantità considerevole ne corroderebbe il fondo costituito da terra smossa di recente, e potrebbe anche scoprire e dissestare i tubi. In tal caso adunque si prosegue senza interruzione il riempimento, il quale si fa sempre per istrati successivi di 0^m.20 o 0^m.30 bene battuti colla mazzeranga. Si riserva per ultima la terra vegetale.

È importante di comprimere molto bene la terra, e perchè siano meno facili gli spostamenti dei tubi, e perchè possibilmente non resti traccia dei lavori eseguiti. Tuttavia sopra le fogne si vedrà sempre un leggiero rialzo. Nei campi esso sparisce ben tosto sotto l'azione dell'aratro; ma nei prati non v'ha che il tempo che possa cancellarlo, tanto maggiore dovrà quindi essere la cura usata nel riempimento.

Il ricoprimento dei tubi si deve affidare ad operai diligenti pagati alla giornata, i quali adoperano, come si è detto, la pala per gettare nel fosso il primo strato di terra argillosa. Compiono la colmatura altri operai che la assumono a cottimo, e si possono servire di zappe o marre per far cadere la terra nello scavo.

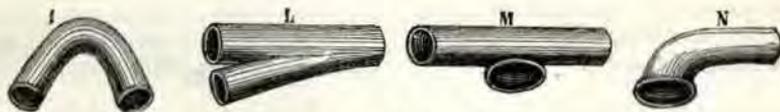


Fig. 956.

Raccordamento delle fogne. — L'immissione di una fogna in un'altra più grande si fa praticando un foro nel tubo di maggior diametro ed introducendovi il tubo minore convenientemente tagliato nella sua estremità. Il tubo minore deve attraversare la parete dell'altro, perchè l'unione sia solida; ma non penetrar troppo nel vano, per non restringerla inutilmente la sezione. Il giunto si ricopre con dei cocci e indi con terra argillosa bene compressa.

Si possono fabbricare dei tubi muniti dei fori appositi, e il loro costo non supera che d'un terzo quello dei tubi ordinari; ma comunemente si preferisce di forarli con un martello speciale, che da una parte termina in punta e dall'altra con una penna tagliente parallela al manico. Questo martello serve anche a modellare le estremità dei tubi che devono imboccare nei fori sopra mentovati.

I tubi di forma speciale e complicata come quelli della fig. 956, che alcuni vorrebbero impiegati per fare delle unioni più perfette, non sono consigliabili, perchè il loro costo è ragguardevole e occorrerebbero in numero piuttosto grande. E il loro impiego non esime poi dal dover tagliare parecchi tubi col martello.

Per raccordare due fogne di diametro eguale, laddove esse s'incontrano s'infilano i tubi della fogna che funge da collettrice in uno di diametro maggiore, nella parete del quale si scolpisce il foro destinato a ricevere il tubo estremo della fogna tributaria. Se le due fogne che devono congiungersi sono in piani differenti, l'unione si fa con un pozzetto.

L'unione di tre o più fogne concorrenti in uno stesso punto si fa sempre mediante un pozzetto.

Pozzetti. — Si è già detto dello scopo a cui sono destinati tali opere, a diminuire cioè la pendenza delle fogne che seguono un terreno troppo inclinato, o a raccorciarne parecchie concorrenti in un punto, ovvero due, o più che non sono in uno stesso piano. Essi servono poi anche a spiare se il drenaggio funzioni regolarmente, dal quale ufficio prendono il nome di *pozzetti di esplorazione* (francese *regards*). A questo fine si pongono di distanza in distanza lungo le collettrici e specialmente dove ha luogo l'unione di due o più di esse.

I pozzetti si possono fare di muratura e di terra cotta. Si fanno di muratura quelli più grandi ove concorrono molte fogne, e si lasciano talvolta aperti superiormente

cingendoli con uno steccato. Quelli più piccoli si fanno quasi sempre con grossi tubi di terra cotta sovrapposti, che posano sopra una pietra piatta o una pianella e vengono con un'altra ricoperti. Lo strato di terra ad essi sovrastante dev'essere così profondo che l'aratro non possa raggiungerli. Una pietra od altro segnale alla superficie del terreno ne indica la posizione. Le fig. 957 e 958 ne rappresentano uno in sezione ed in pianta, costruito con tubi incastrantisi per maggior sicurezza gli uni negli altri, anziché semplicemente sovrapposti.

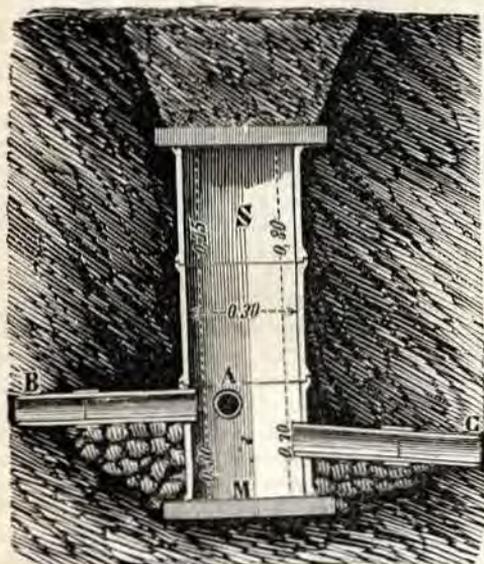


Fig. 957.

Quando la pendenza lo concede è utile di far imboccare nel pozzetto i tubi che vi adducono l'acqua alquanto più su di quello che le dà sfogo, e le loro estremità si faranno sporgere alcun poco dalla parete, acciocchè l'acqua che cade ce ne avverta col rumore prodotto.

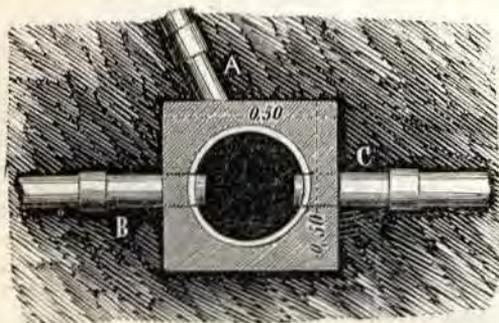


Fig. 958.

Il momento per andar a esplorare come funzionino le fogne è in generale tre giorni dopo una forte pioggia. Se l'acqua di una collettrice scola torbida, o in minore quantità dell'usato rispetto alle altre, o non scola punto, è segno che vi ha qualche cosa di anormale nel corrispondente sistema. Se si tratta di semplici sedimenti terrosi si chiude con un tappo l'orifizio estremo della collettrice in modo d'impedire lo scolo dell'acqua. Quando questa si sia raccolta in sufficiente quantità, si toglie

bruscamente il tappo. L'acqua allora sgorga con velocità considerevole ed esporta quella terra, che, scorrendo lentamente, aveva depositata.

Ma qualche volta si tratta di cosa più seria. Allora alla lunga l'aspetto del suolo che diviene umido e di colore più oscuro immediatamente a monte del sito ove c'è la radice del male, indica precisamente questo punto. Il disegno regolare del drenaggio e i punti fissi, che si avrà avuto cura di stabilire, mettono in grado di ritrovare facilmente la posizione esatta della fogna. Scavando si scopriranno i tubi e si riparerà al guasto avvenuto.

Un altro impiego trovano i pozzetti nel caso specialissimo in cui le acque del drenaggio siano incrostanti o ferruginose. Per evitare l'ostruzione dei tubi si collocano allora dieci metri circa a monte della bocca di scarico e in tutti i punti dove si riuniscono due collettrici, dei pozzetti, nei quali il tubo d'arrivo imbrocchi 0^m.03 o 0^m.04 al disotto del tubo di scolo. Con questo artificio s'impedisce nei tronchi di condotta, che sarebbero più soggetti alle incrostazioni, l'azione dell'ossigeno atmosferico sulle acque ferruginose; e vi si mantiene una pressione tale, che l'acido carbonico delle incrostanti non può estrinsecarsi; quindi è tolto il pericolo che l'ossido di ferro, o il carbonato di calce depositandosi nei tubi li ostruisca.

Bocche di efflusso. — Gli sbocchi delle fogne di poca importanza si fanno assai semplicemente con alcune pietre a secco così disposte da preservare l'ultimo tubo dagli spostamenti e dalle rotture.

A quest'ultimo scopo il signor De Rougé usava di terminare le fogne che mettono in fossi aperti con un tubo di ghisa lungo 0^m.50 o 0^m.60. Non si deve dimenticare di interporre fra il penultimo e l'ultimo tubo una graticella di ferro, altrimenti alcuni animali, come rane, rospi, sorci d'acqua, ecc. potrebbero introdursi nella fogna e perirvi. Ma queste reticelle presentando una considerevole resistenza al movimento dell'acqua, perciò i due ultimi tubi devono avere un diametro maggiore degli altri.

Le bocche di scarica delle collettrici principali si fanno chiudendo l'ultimo tubo in una solida costruzione murale. La reticella in tal caso si fissa alla muratura davanti all'orifizio del condotto.

DELL'IMPIEGO DELLE MACCHINE NEI LAVORI DI DRENAGGIO

Quando il drenaggio era in gran voga si è tentato di sostituire le macchine alla mano dell'uomo per scavare i fossi e anche per posare i tubi. S'inventarono molte specie di aratri da fognature, alcuni dei quali destinati soltanto ad aprire i fossi, altri anche a mettere in opera i tubi. Le fig. 959 e 960 rappresentano due macchine della prima categoria; la fig. 961 ne rappresenta una della seconda. Non è d'uopo distendersi sulla descrizione di questi apparecchi che non furono mai molto adoperati e non diedero risultati pienamente soddisfacenti. Oggi d'altronde non si trovano nemmeno più in commercio.

Tutto al più al giorno d'oggi si potrebbe adoperare l'aratro ordinario per iniziare lo scavo dei fossi; ma pare che non ci si trovi la perfetta convenienza.

Le macchine che hanno vera importanza pel fognatore sono quelle per fabbricare i tubi. Esse furono perfezionate anche quando il drenaggio era per così dire passato di moda, e tutte le fornaci di qualche importanza ne vanno provviste, servendo esse anche alla fabbricazione dei mattoni vuoti e di altri laterizi speciali. Vedi per queste macchine l'articolo *LATERIZI*.

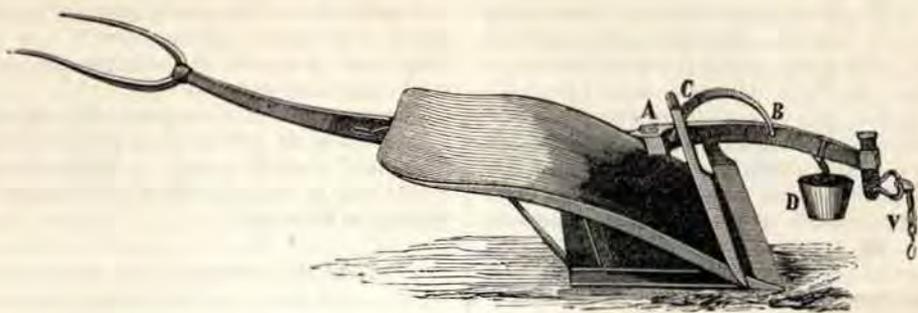


Fig. 959.

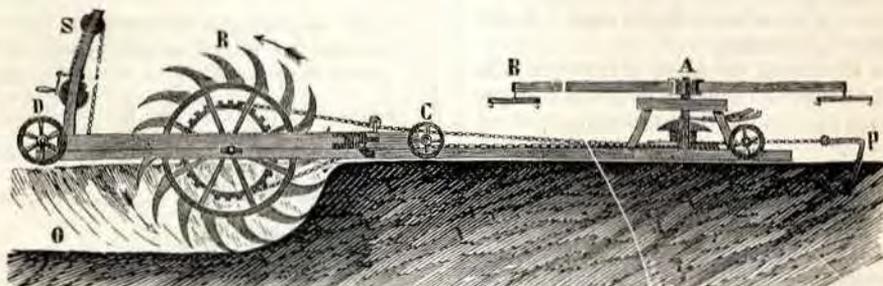


Fig. 960.

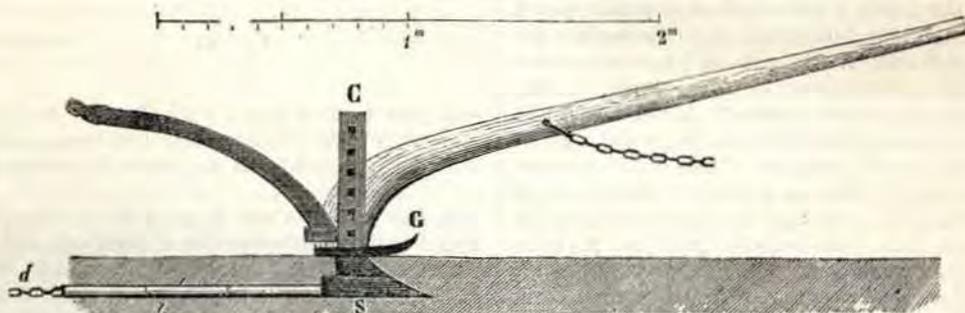


Fig. 961.

LAVORI PROFONDI.

Una lavorazione profonda del terreno dovrebbe essere riguardata come il necessario complemento delle operazioni di drenaggio. Essa facilita l'azione delle fogne, prepara e rende più completa quella trasformazione del terreno che deve cangiarlo da sterile o mediocre in fertile ed ottimo. Esperienze di confronto appositamente istituite provarono la somma utilità di smuovere potentemente il suolo e il sotto-suolo dei terreni appena fognati o coll'aratro ordinario spinto a maggior profondità del consueto, ovvero con aratri da sotto-suolo che lavorano la terra profonda senza portarla alla superficie. In qualche caso fognature fatte con ogni diligenza non davano alcun risultato, e agirono perfettamente dopo che furono eseguiti nel terreno lavori profondi.

MODO DI AGIRE DEL DRENAGGIO.

Compiuti i lavori, il drenaggio non comincia ad agire se non quando sopravviene una pioggia abbondante ad inzuppare tutto il terreno. Allora l'acqua filtra attraverso alla terra smossa dei fossi e giunge a bagnare

esternamente i tubi intorno ai quali si distende in forma di velo sottilissimo. Poichè i tubi sono inclinati, essa tende a discendere in basso lungo le loro pareti, e trovando nei giunti una soluzione di continuità, ivi si raccoglie e forma delle goccioline, che penetrano nell'interno dei condotti. Per tal modo si forma in ciascuna fogna elementare un filo d'acqua che via via s'ingrossa mentre s'avvicina alla collettrice. La quale riunendo tante piccole vene viene a contenere un tal corpo d'acqua che la sua velocità è sufficiente per trascinar l'aria e far diminuire la pressione. Si produce quindi un'aspirazione che aiuta la gravità nell'invitare verso le fogne l'acqua imbevibile il terreno, e il prosciugamento si fa generale ed uniforme. E quando una delle goccioline che erano sul pelo liquido viene richiamata in basso, l'aria atmosferica la incalza seguendola nel suo moto di discesa. Si formano così nel terreno drenato tanti tubicini nei quali l'aria può passare e passa difatti sempre, cambiando solo colle stagioni il verso del movimento. D'estate quando il sotto-suolo ha una temperatura più bassa dell'atmosfera la corrente è discendente, e l'aria calda venendo a contatto della terra più fredda degli strati inferiori le cede una parte del vapore che

teneva disciolto, per cui le terre drenate temono meno la siccità che quelle non drenate. D'inverno l'aria entra per le fogne; ivi si riscalda e risalendo attraverso alle terre trasporta nelle parti superiori ove si distendono le radici il calore assorbito dal sotto-suolo. Le piante arboree sono perciò più precoci in primavera e più tardive in autunno, hanno maggior tempo per elaborare i principii utili e danno quindi prodotti migliori e più abbondanti. Le piante annue sviluppandosi più presto vengono più prontamente a maturazione e lasciano maggior tempo per i lavori e per i raccolti secondarii. I seminati invernali profitano in tutti e due i modi di questa più equa ripartizione del calore.

Oltre ad esercitare questa benefica influenza sulla distribuzione del calore e dell'umidità, l'aria attraversando la terra in corrente continua le porta dei principii fertilizzanti e favorisce il germogliamento dei semi e la più utile decomposizione dei concimi.

Formandosi poi tutti quei canaletti attraverso alla terra, questa diviene necessariamente disgregata e porosa, per cui i lavori riescono in ogni tempo agevoli ed efficaci.

L'umidità si ripartisce in modo uniforme nella massa del terreno e ne consegue uniformità di coltura, che significa, anche indipendentemente dalle altre circostanze favorevoli, prodotto massimo.

In generale le piante coltivate vantaggiano da questo complesso di cose in modo tale che i prodotti raccolti sulle terre drenate sono sempre delle qualità migliori e più fine. Gli alberi fruttiferi in seguito al drenaggio danno frutti più sugosi e profumati; e se prima questi erano piccoli, tigiosi e bitorzoluti, dopo divengono più grossi, polposi e lisci. Il frumento fa paglia più fina e nutritiva, grano grosso, pieno, liscio e pesante. La patata riesce più sana e più nutriente. L'uva non soffre colature, matura più presto, diviene più dolce e meno acquosa, dà un vino più generoso e delicato. Il gelso, se lo si governa bene, è liberato dagli scoli putridi, dalle ulcere e dalla cancrena; e ad ogni modo produce foglia più consistente, più fina, e più salubre e nutritiva pel baco da seta. Gli ortaggi poi cambiano addirittura di qualità e da scipiti ed acquosi diventano ottimi e saporiti.

Filtrando l'acqua, che prima ristagnava, cessa la causa che in molte terre produce la malaria, ed infatti in molti siti ove il drenaggio fu applicato ad estensioni di terreno abbastanza considerevoli scomparvero le febbri palustri che prima vi dominavano.

La somma di tutti i miglioramenti prodotti dal drenaggio è tale che non sarebbero bastate a farli credere le dichiarazioni della scienza se l'esperienza non li avesse essa mostrati.

Costo del drenaggio. — Il costo delle fognature varia necessariamente con un tal numero di circostanze, che è impossibile di dare riguardo ad esso delle cifre generali.

Quando si sia redatto il progetto regolare del drenaggio e si conoscano la natura del terreno e i prezzi della mano d'opera e dei materiali da impiegarsi, si potrà calcolare con sufficiente approssimazione il costo per metro corrente di ogni singola categoria di fogne. Quindi, noto essendo lo sviluppo delle fogne, sarà facile di fare il preventivo della spesa totale.

Molte volte però si vuol avere un'idea della spesa approssimativa prima ancora di studiare il progetto regolare del drenaggio. Allora, prescelte col criterio pratico la profondità e la distanza da assegnare alle fogne, si stima il costo per metro lineare in rapporto colla natura del terreno e colle altre circostanze di cui sopra, e si calcola il numero medio dei metri di fogne elementari e

di collettrici necessario per ogni ettaro. In ciò si deve por mente che se il terreno è frazionato in appezzamenti piccoli e irregolari questo numero è, a pari distanza delle fogne, maggiore di quello che sarebbe per un terreno unito e regolare.

Diamo qui una tabella, togliendola dal Barral, ove è fatta l'analisi del prezzo di un metro corrente di fogna, e son dati i numeri massimi e minimi fra quelli di parecchi esempi raccolti dall'illustre autore di drenaggi eseguiti in Francia.

Costo del drenaggio per metro corrente.

	Minimo	Massimo
Studio preliminare del terreno; livellazioni, redazione del progetto di drenaggio	centesimi 1.93	centesimi 3.00
Onorarii del direttore dei lavori	1.61	5.67
Tubi	6.00	10.48
Trasporto dei tubi	0.54	1.00
Scavo dei fossi	5.00	44.48
Pose dei tubi e primo riempimento	3.00	10.80
Secondo riempimento	1.00	5.00
Consumo degli utensili	0.30	3.00
TOTALE	19.38	83.43

In base a questi prezzi e alle distanze reciproche delle fogne di 5^m e di 20^m, si avrebbe per costo minimo e massimo della fognatura di un ettaro di terreno L. 96.90 e L. 1617.

Si può però dire che in generale il costo è assai più vicino al limite inferiore che al superiore. Dei 14 esempi riportati dal Barral, in 9 esso è compreso fra L. 200 e L. 300, in 3 supera le L. 300, in 2 è inferiore alle L. 200.

Effetti economici. — Primo e principale effetto del drenaggio, quando fu applicato a terre che realmente ne abbisognavano, è quello di accrescere notevolmente la quantità del prodotto e di migliorarne la qualità. Questo aumento è tanto più sensibile e tanto più remuneratore se al drenaggio si fecero seguire lavori profondi e abbondanti concimazioni. Esso varia naturalmente da terra a terra, colla sua fertilità naturale e collo stato in cui si trovava prima delle fognature.

Ma altri vantaggi economici esso reca, benchè di minore importanza. Il fatto che i lavori e le semine si possono fare in un tempo più lungo che se le terre non fossero drenate, oltre che influire sul prodotto, permette molte volte di ridurre il numero degli animali da lavoro da mantenersi nel podere e rende più facile il trovare la mano d'opera. E un profitto si può quasi sempre ricavare impiegando per l'irrigazione di fondi proprii sottostanti, o cedendo ad altri l'acqua fornita dalle fogne.

Si è detto molte volte, quando si discuteva assai sul drenaggio, che il saggio d'interesse del denaro in esso impiegato non era mai, generalmente, al disotto del 10%. L'esperienza posteriore venne a confermare questo asserto. In Francia dopo un letargo si ebbe negli ultimi anni prima della guerra del 1870 una ripresa nella fognatura, causata in parte da pioggia abbondanti succedute a siccità prolungate. In un rapporto al suo capo

servizio, sui lavori di drenaggio eseguiti nel dipartimento della Mosa, l'ing. M. Poincaré dice che « facendo la più larga parte alle spese di manutenzione e riparazione, non si può stimare a meno del 20% il tasso d'impiego della spesa occorsa per i lavori di drenaggio. L'esperienza è ora fatta su larga scala e non lascia più la minima incertezza » (1).

Se qualche rara volta il drenaggio non fu una buona speculazione economica, bisogna dunque dire che o esso costò troppo caro, ovvero le terre a cui venne applicato non erano adatte a riceverlo. E a questo riguardo si deve avvertire che non è esatto di dire in generale che le terre che si ha più convenienza di fognare sono quelle di minor valore. Se la terra è sufficientemente vegetale, dice il Teyssier de Forge, ed ha abbastanza profondità, allorché essa è sbarazzata dall'eccesso di umidità dal drenaggio, una buona coltura la trasforma, ne raddoppia, ne triplica, ne quadruplica il valore; laddove non si raccoglieva quasi nulla si raccoglie in pieno. Ma in quanto alle terre cattive di loro natura, è tentar l'impossibile il voler renderle fertili con profitto. Non c'è che una cosa da fare: imboscarle scegliendo le essenze che possono riuscire meglio.

Terminiamo riferendo alcuni dati relativi al drenaggio del già citato podere di Saccabonella, dipendente dalla Commenda di Staffarda, proprietà dell'Ordine dei Santi Maurizio e Lazzaro. La superficie fognata è di 210 ettari. Il terreno è argillo-siliceo con strato torboso in varie parti. L'operazione fu eseguita negli anni 1864-65 e 66 e costò L. 250 all'ettaro, comprendendo in questa somma l'apertura e la sistemazione dei canali di scolo e d'irrigazione del podere e l'impianto di una fabbrica di tubi e del forno per la loro cottura. Prima del drenaggio gran parte del terreno era incolta e talmente pantanosa che il bestiame non poteva senza pericolo pascolarvi.

I terreni drenati diedero raccolti di ben 40 ettolitri di frumento per ettaro. L'acqua esportata dai vari canali di scolo misurava all'uscita del podere m³ 2.20. Essa venne in parte utilizzata nel podere stesso, ma principalmente negli altri tenimenti della Commenda di Staffarda. Le febbri e la malaria che infestavano quella località sono completamente sparite.

BIBLIOGRAFIA. — J. A. Barral, *Drainage des terres arables*. — Berté Pichat, *Corso teorico-pratico di Agricoltura*, libri III e XII; *Manuale del Fognatore* (pubblicato dall'Unione Tip.-Editrice). — C. Borella ed E. Camusso, *Nozioni sul Drenaggio*. — G. Borio, *Sunto delle lezioni del corso di Drenaggio dette al Regio Istituto Tecnico di Torino l'anno scolastico 1858-59*, pubblicato nell'*Economia rurale*, volumi I e II; *Primi elementi di Economia e Stima* (Unione Tip.-Editrice) — G. Fattarappa, *Sunto litografato delle lezioni dette alla R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri di Torino l'anno scolastico 1880-81*. — Hervé Mangon, *Articolo sul Drenaggio nell'Encyclopédie d'Agriculture*, diretta da Moll e Gayot. — Diversi articoli del *Journal de l'Agriculture*, fondato e diretto da J. A. Barral, annate dal 1856 al 1871. — Serie di disegni appartenenti alla R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri di Torino. — Serie di disegni appartenenti al R. Istituto Tecnico di Torino.

G. BOLZON.

FOGNATURA CITTADINA. — Franc. *Assainissement des Villes*. Ingl. *Health and Sewage of Towns*. Ted. *Städtereinigung und Entwässerung* (2).

I. — CONSIDERAZIONI PRELIMINARI.

I. La questione della fognatura in generale, o per più chiaramente esprimerci, della esportazione delle acque sucide ed immonde e delle meteoriche dai luoghi abitati, interessa sotto più riguardi l'igiene, l'edilizia e l'economia sociale. Con essa sono legate le più gravi questioni epidemiologiche, in essa si implicano serie difficoltà tecniche e per essa si dibattono vive discussioni d'ordine pubblico e di economia agricola.

Benchè apparisca dalle antiche storie e da quelle dei tempi di mezzo, non si sia mai stati assolutamente indifferenti a tal quesito, tuttavia si può dire che una seria trattazione di esso e veri importanti esperimenti in proposito non si siano fatti che in questi ultimi tempi. E la ragione per cui un tale studio ebbe ora così importante risveglio sta senza alcun dubbio nell'essersi riconosciuto come esso stia in stretto rapporto con quanti altri studii si van facendo per scoprire le cause dei morbi così detti infettivi, miasmatico-contagiosi, e per trovare i mezzi di prevenirli e combatterli.

Fu essenzialmente l'essersi riconosciuto dagli igienisti e medici la capitale influenza che la condizione di pulizia del suolo esercita sulla salubrità di chi sopra vi abita, che fece riguardare come una seria necessità quella di tenerlo pulito dalle immondizie che si versano sulla sua superficie o trapelano nei suoi strati superficiali.

Questo fatto si constatò prima praticamente mercè le prove su vasta scala fatte in Inghilterra di risanamento del suolo, che migliorò la condizione di salute delle sue città. Si provò poi meglio indirettamente dagli studii fatti dal Pettenkofer e da' suoi allievi intorno al rapporto fra lo sviluppo del tifo e del colera e le condizioni del suolo; ma soprattutto posero fuori di dubbio questa verità gli studii più recenti sulla natura delle stesse malattie.

Di tutte queste si riconobbe essere agenti principali

lattie infettive, micro-organismi, i quali trovano il loro più propizio elemento di vita e sviluppo nei materiali organici in via di decomposizione, e in alcuni dei prodotti stessi di essa. Si arrivò anche a stabilire che alcuni di questi micro-organismi sono specifici per le varie malattie infettive, per cui non si sviluppano che in chi ne è colpito, e trapiantate in un individuo sano e con qualche disposizione particolare, vi cagionano sempre la stessa malattia. Si trovò per di più che questi germi specifici di talune fra le affezioni più generalmente dominanti, come l'ileo-tifo, il colera, la peste, ecc., hanno loro origine, sede e vita, quando si trovano fuori degli organismi viventi, nelle deiezioni emesse dai colpiti dalle affezioni stesse; che conservano in esse la loro vitalità molto tenacemente e per lungo tempo; ed in piccolissima quantità possono riprodursi e crescere a dismisura disseminandosi rapidamente ed estesamente, o per l'aria o per l'acqua a gran numero di individui. Ma non solo le deiezioni dei malati, ma tutti i materiali che ordinariamente compongono il sudiciume del pavimento sul quale viviamo, possono dar vita a germi di malattie gravi, per ciò appunto dagli inglesi chiamate *fifth diseases*.

(1) *Journal de l'Agriculture*, fondato e diretto da J. A. Barral, 28 ottobre 1871.

(2) Sotto questo titolo generale di *Fognatura cittadina* si deve intendere considerati tutti i lavori ed applicazioni di sistemi atti a difendere

il sottosuolo delle città dalle inquinazioni delle loro acque immonde o dalle infiltrazioni delle acque meteoriche che possono divenire causa di insalubrità locale; e ciò spiega la scelta fatta delle espressioni nelle altre lingue, le quali meglio della traduzione letterale del detto titolo, riproducono il senso che ad esso qui si vuole attribuirgli.

Resta dunque oggidì fuori di ogni dubbio che tutti i materiali capaci di putrefarsi, ma più particolarmente le deiezioni degli ammalati da morbi infettivi in condizioni propizie di umidità, di temperatura e di luogo riescono all'uomo eminentemente pericolosi, e che l'allontanarli il più presto ed il più completamente possibile dai luoghi in cui esso dimora, è il primo dovere di quanti curano al bene pubblico.

II. Non è pure difficile il farci un concetto delle strade che queste infezioni possono battere per arrivare a noi. Il maggior numero dei luoghi abitati occupano regioni coperte da terreni di sedimento o trasporto. Questi terreni sono per lo più porosi, permeabili all'acqua ed all'aria, e non molto profondi, e riposano su terreni affatto o quasi impermeabili, formati o da rocce compatte, o da conglomerati molto bene cementati. Nello spessore di questi terreni, ad una profondità molto variabile (a Torino di 12 a 17 metri; a Milano ed in generale nella pianura lombarda da 3 a 4 o poco più), si muove una falda d'acqua sotterranea, variante in potenza a seconda dei siti e delle circostanze climatiche; la quale scorre parallela o convergente al fiume o torrente della vallata.

Questa corrente sotterranea, quando è più alimentata per la caduta di acqua meteorica, o per il rapido sgelò delle nevi sui monti, o per il crescere del livello delle acque nelle correnti superficiali, si innalza nello strato permeabile più o meno e ne riempie i pori, cacciando fuori l'aria che in questi vuotoli si trova; invece, quando succedono lunghe epoche di siccità, si ribassa e lascia inumidito per qualche tempo il terreno, nello stesso tempo che richiama a sostituirla l'aria atmosferica.

Abbiamo dunque nel nostro terreno un movimento di liquido che si compie per lo più lento, ma costante; il quale ha per effetto la lavatura del terreno per parte dell'acqua che sopra di esso cade e penetra negli strati più profondi, e per parte della falda di acqua del sottosuolo che s'innalza e si abbassa in esso, oscillando a seconda delle contingenze; ed un movimento molto più accentuato e mutabile di gas, che ha per effetto un ricambio continuo fra l'aria del suolo e quella dell'atmosfera.

Come sarà il terreno su cui si posano le nostre case, così sarà l'acqua che sta sotto di esse nella falda sotterranea, che per lo più alimenta i nostri pozzi e così pure l'aria di cui noi viviamo.

È il terreno pulito e libero da ogni inquinazione di sostanze organiche in decomposizione? l'acqua e l'aria saranno pure come le troviamo sui monti, sui colli, in una sana pianura.

Ma se avviene che nel nostro suolo s'infiltrino materie infettive, o perchè su di esso versate, o perchè trapelino dalle pareti delle fosse o dei canali in cui si suole raccogliere, si può essere certi che presto o tardi quelle materie morbifere arriveranno o per l'una o per l'altra via a noi.

L'aria e l'acqua sono veicoli tanto più pericolosi di questi germi infettivi, in quanto che sono per essi materiali di nutrizione. — È vero che nel terreno si distruggono questi germi insieme alle altre sostanze organiche che vi si ossidano; ma ciò solo quando esso contiene poche di queste materie organiche in decomposizione, per cui non resta neutralizzata completamente l'azione ossidante che a lui spetta.

È chiaro come l'acqua possa essere così inquinata; non tanto come l'aria si carichi di questi germi toglien-

doli dai loro focolai di produzione, e li porti nel nostro ambiente respirato.

Si vuole anzi in questi ultimi tempi da alcuno mettere in dubbio questo fatto, con argomenti però molto deboli. Basta pensare alla tanta varietà di micro-organismi che si sviluppano in liquidi propizii, prima sterilizzati col calore, quando si fa passare un'aria presa in qualunque sito, ma più presso le località più inquinate da materie organiche in decomposizione; per non poter negare che le spore di questi micro-organismi stiano colla massima facilità sospese nell'aria. Come questa possa prendere tali germi è più difficile ed importante lo stabilirlo. Naegeli (1) e poi Wernich (2) hanno provato, per altro, come facilmente l'aria in movimento esporti questi germi quando si trovano misti con materie polverulente, od anche quando si fa una rapida evaporazione dell'acqua o si sviluppano gas in forma di bolle che scoppiano da liquidi.

D'altra parte gran numero di casi d'infezione riferiti da osservatori e sperimentatori non possono lasciare dubbio che anche questa via sia seguita dai germi infettivi per arrivare a noi.

È in base alle suaccennate considerazioni che dobbiamo ora prendere in esame i diversi sistemi di esportazione delle materie di rigetto dal nostro abitato, per considerarle da uno dei punti di vista più essenziali, quello dell'igiene.

III. Consideriamo ora quali sono i materiali che debbono venire allontanati dai luoghi abitati. Ne abbiamo di diverse categorie, fra cui le principali sono: le deiezioni umane e degli animali domestici, i rifiuti della cucina, le acque sucide di lavatura di ogni genere, le acque di rigetto delle industrie e le acque meteoriche. Senza alcun dubbio la categoria di questi materiali che deve più interessare di conoscere è quella delle deiezioni umane e degli animali domestici, alle quali sono inerenti maggiori pericoli per la pubblica salute e dalla cui inquinazione è più che da qualunque altro materiale necessario difendere il terreno su cui abitiamo.

La composizione delle deiezioni umane varia assai a seconda della natura dell'alimentazione, sia per ciò che riguarda le feci che le urine. Le prime in generale risultano costituite dai resti delle sostanze alimentari non digerite e non digeribili e dai secreti ed escreti che si versano nelle vie intestinali, e specialmente dalla bile.

All'esame microscopico si rileva in esse elementi epiteliali, resti dei cibi come cellule e vasi vegetali, corpuscoli di amido, fibre connettive, muscolari, gocciole di grasso, spesso anche funghi e bacterii, ecc. ecc. All'esame chimico si incontra in via ordinaria: piccole quantità di albumina (grandi invece nelle dissenterie), grassi, calce e magnesia saponificati, sostanze coloranti della bile, colessterina, escatina, acidi grassi volatili, acido lattico, taurina, poco di sali solubili (ad eccezione che nelle deiezioni di colerosi, nelle quali vi ha molto cloruro di sodio), invece quantità rilevanti di fosfati di magnesia e di magnesia ed ammoniaca (3).

In media, secondo le analisi di Berzelius e Liebig, contengono acqua 75%, sostanze organiche 21.72 (azoto 2%), sostanze inorganiche 3.28. — Le urine variano esse pure in composizione e contengono in media (Berzelius):

Acqua	93 %
Azoto	3
Sostanze organiche	1.85
Sali	1.4

(1) C. V. NAEGELI, *Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten.*

(2) WERNICH, *Die Luft als Trägerin Entwicklungsfähiger Keime.* — *Virchow's Archiv.* T. LXXI.

(3) GORUP-BESANZ, *Physiologische Chemie, Braunschweig 1874.*

Per ciò che riguarda la quantità di materiali di deiezioni umane si hanno nella scienza molti dati, di cui forse i più pratici per lo studio presente sono i seguenti di Wolf e Lehmann:

Deiezioni per ogni individuo e per ogni giorno in gr.

	FECE	Contenenti		URINE	Contenenti	
		Azoto	Fosfato		Azoto	Fosfato
Uomo . .	150	1.74	3.23	1500	15.00	6.08
Donna . .	45	1.02	1.08	1350	10.73	5.47
Ragazzo	110	1.82	1.62	570	4.72	2.16
Ragazza	25	0.57	0.37	450	3.68	1.75

Su 100,000 persone, calcolando 37,610 uomini, 34,630 donne, 14,060 ragazzi e 13,700 ragazze, secondo gli stessi autori si avrebbe in tonnellate per ogni anno:

	FECE	Contenenti		URINE	Contenenti	
		Azoto	Fosfato		Azoto	Fosfato
Uomini .	2059.1	23.9	44.9	20,592	205.9	83.6
Donne .	567.9	12.8	13.7	17,062	135.3	69.0
Ragazzi	564.5	9.35	8.3	2,925	24.6	11.1
Ragazze	125.1	2.85	1.8	2,250	18.4	8.8
Totale .	3316.6	48.9	68.7	42,829	348.2	172.5

È più difficile stabilire la qualità e quantità degli altri materiali di rigetto che si versano in una città all'infuori delle deiezioni umane.

Stando alle cifre di Palsow e Abendroth si avrebbero i seguenti materiali e nelle indicate proporzioni, per una città di 100,000 abitanti:

Spazzatura delle strade e delle fogne	tonn. 4500
Sabbia, detriti, rottami	» 9062
Cenere	» 14000
Rifiuti della cucina, dei mercati, ecc.	» 12994
Orine	» 25000
Feci	» 4500
Ossa	» 2500

Totale, tonnellate 72556

Questi materiali essi ritengono che usufruiti come ingrasso possono valere 3,630,867 marchi.

Pettenkofer calcola annualmente fra i materiali di rifiuto delle abitazioni, in media:

	Una persona	100,000 persone
Materie fecali	34 chilogr.	3,400 tonn.
Orine	428 »	42,800 »
Rifiuti di cucina e di casa	90 »	9,000 »
Ceneri di combustibili	60 »	6,000 »

II. — FOSSE FISSE.

Uno dei metodi più generalmente in uso ancora per raccogliere i materiali di rigetto delle abitazioni e particolarmente le deiezioni umane, si è quello delle fosse scavate nel sottosuolo o nei cortili delle case stesse. Queste così dette *fosse fisse* o *pozzi neri* sono costruiti secondo due tipi principali: o sono a fondo aperto o chiuso.

a) Pozzi neri assorbenti.

Le fosse a fondo aperto, *smaltitoi* o pozzi neri assorbenti, sono in generale piuttosto ampie e profonde con pareti laterali in muratura e col fondo semplicemente costituito da uno strato di ghiaja. Questi pozzi non possono venire costruiti che in terreno permeabile, perchè il loro ufficio è di disperdere nel suolo stesso i materiali che ricevono. A tale intento in essi non si immettono solo le deiezioni e le acque di rifiuto delle case, ma pure le acque meteoriche, perchè sciolgano e smaltiscano meglio le materie solide che vi si versano, affinchè esse vengano più facilmente assorbite. In taluni siti quando i pori del fondo di questi pozzi sono otturati dalle materie rimaste sospese, se ne fa la curatura esportando lo strato più superficiale e più guasto, in altri si lasciano riempire completamente e quindi si chiudono, per scavarne successivamente altri.

Non è pur d'uopo di notare che questo sistema è contrario ad ogni principio d'igiene locale e di economia. Le materie che si infiltrano diluite nel suolo ne imbevono il terreno e raggiungendo la falda d'acqua sotterranea inquinano pure i pozzi d'acqua viva disseminando su larga superficie quanto di infettivo contengono, mentre esse vanno completamente perdute per l'agricoltura.

b) Pozzi neri chiusi.

Le fosse fisse *chiuso* o pozzi neri chiusi sono invece fornite per tutta la loro estensione di pareti e sono costruite coll'intento di servire di temporario deposito di materiali di rifiuto delle case, escluse le acque meteoriche. Sono migliori delle smaltitoje; ma purtroppo il più delle volte lo sono solo teoricamente, in quanto che la loro posizione, la natura delle loro pareti, il modo in cui sono curate nella loro pulizia, fanno sì che abbiano tutti gli inconvenienti delle prime.

Questo sistema dal punto di vista igienico è assolutamente condannevole, tuttavia, poichè è così estesamente adoperato, è necessario considerare in qual modo può riescire meno nocivo.

Anzitutto è necessario badare alla *situazione* di tali fosse.

Non debbono mai trovarsi in rapporto coi muri delle case, perchè lungo di essi i materiali, che da quelle trapelano, trovano facilmente strada per portarsi per capillarità dalle fondamenta delle case stesse alla parte loro superiore abitata, cagionando così oltre un danno materiale all'edificio anche un pericolo sanitario grave a chi le occupa. La distanza di un metro che è stabilita dalle leggi sanitarie tedesche, si deve ritenere come un minimo molto pericoloso. Più grande ed a maggior ragione vuolsi la loro distanza da pozzi di acqua viva; perchè per questi si ha anche più a temerne l'inquinazione e la trasmissione di infezioni all'uomo.

La distanza in tal caso è ridotta dai regolamenti della città di Torino a 4 metri, che è certamente troppo piccola nei casi ordinari, in cui si è trovato a più di 12 metri ancora le tracce dell'infiltrazione.

D'altra parte il beneficio della lontananza di questi depositi di materiali infettivi è per lo più illusorio in un gran numero di località, dove specialmente il terreno è molto permeabile e tutto che trapela attorno ai pozzi neri viene tradotto più o meno rapidamente nell'acqua del sottosuolo alimentatrice dei pozzi di acqua viva. Importante in tali casi è piuttosto l'osservare la direzione del movimento di quest'acqua del sottosuolo per stabilire il meglio possibile la fossa nera in modo che quella che passa al pozzo non possa riceverne le infiltrazioni.

In quanto a rendere queste fosse a pareti impermeabili, coi materiali generalmente adoperati riesce assai difficile.

Servono a ciò molto male il legno, la muratura in mattoni specialmente se mal cotti, perchè si lasciano molto facilmente impregnare ed attraversare dai liquidi. I rivestimenti di cemento si alterano presto, perchè l'acido silicico di cui in parte risultano, viene legato dall'ammoniaca, soda e potassa delle acque di fogna e resta così slegata la miscela, e si gretola. Per la stessa ragione non servono gli intonachi di asfalto, venendo gli acidi grassi del catrame ad unirsi coll'ammoniaca per formare saponi solubili (1).

Pettenkofer ha fatto il calcolo che in Monaco da queste fosse fisse viene estratto appena $\frac{1}{10}$ del materiale che vi si versa, gli altri $\frac{9}{10}$ passano nel suolo. Reich trovò pure per Berlino potersi valutare almeno a $\frac{7}{10}$ la quantità di tali materiali che passa nel suolo, e Pfeiffer per Erfurt ed altre città della Turingia $\frac{5}{6}$ (2).

Chiudono abbastanza bene secondo *Thorncirrh* le fosse fornite di due pareti in muratura fra cui si ponga uno strato di argilla plastica. L'argilla buona presenta un ostacolo abbastanza forte alle trapelazioni; si ha però a temerne le screpolature per differenze di acqua che essa contenga.

Adoperando pareti metalliche si può ovviare meglio agli inconvenienti della trapelazione ma si va incontro a difficoltà economiche assai gravi.

Con qualunque materiale si costruiscano le pareti di queste fosse è sempre essenziale il badare a che non presentino angolosità, che rendano difficile la loro pulizia. La forma migliore è la cilindrica a fondo concavo.

La chiusura della fossa è necessario sia il meglio possibile ermetica; a ciò servono i coperchi di pietra saldati tutto all'intorno con argilla.

In quanto alle dimensioni, sono preferibili assai i pozzi neri piccoli ed in cui non si lasci penetrare che le dejezioni umane e le acque di lavatura.

L'utile di ciò sta nella conseguente necessità di svuotarli e ripulirli frequentemente, e nell'evitarsi così pure una troppo grande diluizione delle materie in questione per cui più facilmente trapelano attraverso le pareti.

È raccomandabile lo svuotamento frequente dei pozzi neri, per diminuire alquanto uno dei più gravi inconvenienti che sono propri di questi serbatoi di materiali putrescibili, sviluppati gas fetidi e suscettibili di apportare sospesi germi infettivi. Il volume di questi gas che si sviluppa nelle 24 ore da una fossa chiusa è calcolato in media dall'Erisman, eguale al volume dei materiali che essa contiene, e la loro composizione chimica per quei gas che si possono dosare, sarebbe per ogni m³

Acido carbonico	gr.	619
Ammoniaca	»	113
Acido solfidrico	»	2
Carburi di idrogeno	»	415

Nei gas che emanano dalle latrine si è constatato l'esistenza dei fermenti orinari e dei batteri che determinano la formazione del carbonato di ammoniaca e del solfuro di ammonio nelle urine e feci in putrefazione (Miquel). E se i gas dei pozzi neri portano con sé questi fermenti,

non vi è ragione a dubitare che non ne possano anche portare altri di malattie infettive.

Questi germi si conservano molto a lungo nelle raccolte di materie fecali, e non sono rari i casi registrati nella scienza di affezioni tifose o colerose che colpiscono individui che vi lavorarono attorno molti anni dopo che quelli stessi germi erano stati in esse versati.

Non ultimo per importanza fra gli inconvenienti del sistema di fosse fisse è quello dei pericoli e disturbi inerenti alla loro cura, tanto per chi deve compierla, come per gli inquilini delle case dove essa si eseguisce.

Non è a dire quanto a condannarsi sia il vecchio sistema di svuotatura dei pozzi neri, per cui importa che operai vi discendano dentro ed esportino i materiali a secchie. Non è soltanto questo sistema dannosissimo; ma pure contrario ad ogni sentimento d'umanità.

Sono migliori senza alcun dubbio, benchè non scevri da critica, i così detti sistemi atmosferici, di cui si avrà a trattare più ampiamente in capitolo speciale.

c) Sistemi speciali di fosse fisse.

Si sono tentate diverse forme e disposizioni speciali di fosse fisse, nell'intento di renderle meno inquinanti gli ambienti delle case o più facili alla loro pulizia; fra questi tipi notiamo particolarmente i seguenti:

Sistemi a svuotamento automatico di Mauras e di Goldner. — L'abate Moigno, redattore in capo del *Cosmos-les-Mondes*, presentò all'Istituto nel mese di gennaio 1882 una nuova forma di fossa fissa, da lui indicata come « ermeticamente chiusa, completamente inodora, vuotantesi automaticamente di continuo », inventata dal sig. Luigi Mauras proprietario a Vésoul. Questo apparecchio (fig. 962), che si sperimenta pure a Parigi, consiste essenzialmente nel fare immergere il tubo di caduta della latrina col suo orifizio inferiore nel liquido di una fossa o di un recipiente qualunque, tenuti sempre pieni d'acqua, da cui si parte pure in alto un tubo di scarico ricurvato colla sua estremità superiore e pescante pure nel liquido allo stesso livello del primo. Questo tubo di scarico dovrebbe andarsi a terminare nel canale della via pescando pure nel liquido. Stabilito così questo apparecchio, le dejezioni solide e liquide cadono nel liquido contenuto nella fossa; ma, secondo il Mauras, dopo un tempo abbastanza breve e senza l'aggiunta di alcun agente chimico, esse sono trasformate in un liquido omogeneo appena torbido, che tiene tutto in sospensione, allo stato di fili o di grani appena visibili, senza lasciare depositare nulla contro le pareti del tubo di scarico, nè al fondo del canale della via. Ogni nuovo volume di materiali di dejezione caduto, fa uscire immediatamente un volume eguale di materiale vecchio già elaborato, fluidificato sotto forma di un liquido appena odoroso, al quale nulla manca degli elementi organici od inorganici delle dejezioni.

Si può ammettere che un tal sistema di connessione del tubo di caduta colla fossa fissa possa chiudere la comunicazione di essa coll'abitazione, ma ciò solo finchè di essa si fa un continuo uso. Se questo si sospende, deve avvenire facilmente un abbassamento del livello del liquido nella fossa stessa, e quindi troncamento di ogni

(1) In un caso di epidemia di febbri tifoidee da me osservato in una villa isolata di campagna, ho esaminato le adiacenze di un pozzo nero, costruito e cementato secondo tutte le regole dell'arte da soli 7 anni e che annualmente veniva svuotato, dalle pareti del quale, senza che esistessero rotture, trapelava una quantità abbastanza grande di liquido da cagionare nel terreno circostante esalazioni molto caratteristiche e da fornire in un canale di drenaggio sottostante un piccolo rigagnolo di liquido, che versandosi goccia a goccia in un pozzo di acqua viva distante

pochi metri, valse ad importarvi i germi dell'infezione tifica, appena questi furono nel detto pozzo nero versati da un malato di tifo addominale (PAGLIANI e BOVERO, *Sette casi di febbri tifoidee in una villa isolata*; *Giornale della R. Società Italiana di Igiene*, gennaio 1882).

(2) PETTENKOFER, *Vorträge ueber Canalisation und Abfuhr*, München 1876. — REICH, *Saltpestersaure in Brunnenwasser*, Berlin 1878. — WOLFF, *Der Untergrund und das Trinkwasser der Städte*, Erfurt 1873.

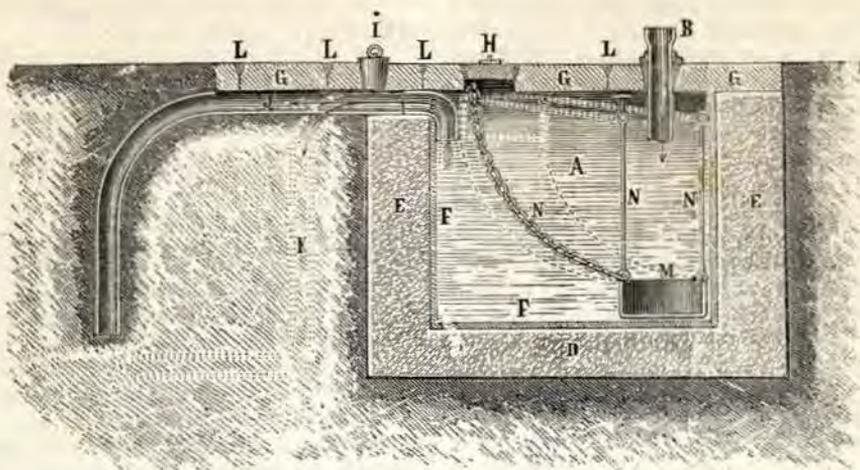


Fig. 962. — Vuotatura automatica col sistema M. Mauras. — A, Fossa chiusa; B, Tubo di caduta; C, Tubo di emissione; D, Fondo in *béton*; E, Parete in muratura; F, Rivestimento in cemento; G, Lastra in pietra del volto; H, Coperchio dell'apertura per l'ispezione della fossa; I, Spiraglio di osservazione; K, Altro tubo di emissione; L, Saldature in cemento; M, Cassa d'arresto dei corpi solidi; N, Braccia di sospensione della cassa.

chiusura. Inoltre questo sistema non toglie per nulla l'infiltrazione attraverso alle pareti, la quale si farà anzi tanto più facilmente quanto più diluite sono le materie. E per questo riguardo, deve ritenersi molto inferiore questo metodo di trasmettere i materiali dal tubo di caduta alla fogna, a quelli delle chiusure a sifone, o a quello ad esempio in uso a Bruxelles di piccole vaschette in cui il liquido che viene dal tubo di caduta si ferma in quantità sufficiente solo per chiuderne l'apertura inferiore (vedi pag. 725).

Un sistema pressochè identico fu pure immaginato da *M. Goldner* di Baden-Baden, colla differenza che in questo non vi è il solo tubo di emissione superiore per l'uscita del liquido dalla fossa, ma un altro, sul fondo inclinato della medesima, chiuso da un tappo, che si può togliere per mezzo di un'asta dal di fuori, e curare così lo svuotamento completo e la lavatura della fossa stessa. Le stesse osservazioni che per il sistema Mauras, si possono applicare a questo.

Sistema Amondruz di Ginevra. — *M. Amondruz* di Ginevra, dove tutte le acque e materie lorde si mandano alle fogne dopo essere state raccolte in piccoli serbatoi, applica un sistema di lavatura di questi ultimi con un getto forte di acqua destinata alla pulizia delle strade.

L'otturatore superiore della fossa, che la deve chiudere ermeticamente, porta nel centro una lastra di caoutchouc con una fessura per cui si fa passare una lancia simile a quella delle pompe a incendio.

Con questa si può cacciare una massa d'acqua con bastante pressione nel serbatoio per sgombrarlo in pochi minuti delle materie fecali, e riempirlo di acqua pura.

Sistema pneumatico di M. Bertier. — Per diminuire gli inconvenienti e le gravi spese a cui porta lo svuotamento delle fosse fisse, si sono pure proposti diversi metodi.

M. Bertier sperimentò in Lione una canalizzazione sotterranea di 4 chilometri, con aspirazione pneumatica, messa in comunicazione colle fosse delle case, dalle quali a distanza si curerebbe lo svuotamento delle materie, risparmiando sul trasporto. Anche a Parigi sta il Bertier facendo prove del suo sistema. Per questo importa l'installazione all'estremità inferiore del tubo di caduta della

latrina di un apparecchio speciale, consistente in un recipiente cilindrico, nel centro del quale sta un secondo recipiente a pareti perforate. Questo secondo recipiente centrale riceve le materie dalla latrina, e vi trattiene i corpi solidi non diluibili. — I materiali liquidi con quelli in sospensione passano nel recipiente più grande, sul fondo del quale sta un tubo che mette poi ad un apparecchio evacuatore. Questo risulta di un recipiente anch'esso cilindrico, munito di un galleggiante che porta in basso un tappo con cui si intercetta la sua comunicazione col canale che deve poi definitivamente esportare i materiali liquidi e sciolti aspirati dal luogo di deposito sito fuori di città.

Un rapporto della Società di Medicina pubblica di Parigi, riservandosi un'opinione definitiva, constatava intanto la molta complicatezza del sistema, il costo e la difficoltà della sua applicazione e manutenzione, ed il pericolo che in circostanze speciali non possa funzionare.

III. — CANALIZZAZIONE.

Notizie storiche.

Coll'intendimento di evitare l'accumulo dei materiali di deiezione e di rigetto delle case e nello stesso tempo per allontanare da esse le acque piovane e quelle di rifiuto delle industrie, e delle varie lavature private e pubbliche, si è di nuovo in questo secolo ricorso all'antico sistema della canalizzazione sotterranea delle città.

Merita veramente il nome di antico questo sistema poichè è provato da recenti scavi eseguiti fra le ruine di Babilonia, che vi erano colà stabilite le comunicazioni fra le case ed i canali stradali di cui quella città era ampiamente fornita.

Anche gli Egiziani canalizzarono le loro grandi città. I resti migliori di simili opere si hanno però fra quelle tramandateci dai Romani.

Tarquinio Prisco allo scopo di fognare il Velabro fra il monte Capitolino ed Aventino, costruì il gran canale che parte dal Foro e va al Tevere, conosciuto col nome di Cloaca Massima, a cui mettevano canali secondari provenienti dalle diverse parti dell'antica città. Dopo Tarquinio Prisco, Servio Tullio e più tardi Agrippa, genero di Augusto, fecero costruire altri giganteschi

canali, di cui si vanno ancora man mano scoprendo i resti negli scavi del sottosuolo romano.

La cloaca massima ha per dimensioni m. 4.20 di larghezza per 5.20 di altezza, pareti di pietre vulcaniche e per opera di Agrippa era suscettibile di essere lavata a grandi acque, per il concorso di parecchi torrenti che erano stati assieme allacciati.

È probabile però che la ragione principale di questa canalizzazione di Roma fosse quella di prosciugare il suolo, come si era pure ampiamente praticato in tutto l'agro romano. Certo si è che si annetteva grande importanza a questi canali, perchè la cura di essi era affidata alle più alte cariche dell'amministrazione della città.

A Pompei si trovano solo resti di canali per condurre le acque pluviali al mare.

Dopo la caduta dell'Impero romano ogni cura per il risanamento delle città andò in disuso e non solo non si cercò di far qualcosa di nuovo, ma si perdettero anche il già prima acquistato.

È soltanto a Milano che nel secolo XII si pensò a trar profitto del materiale immondo per servirsene ad uso agricolo e ciò per iniziativa dei Monaci di Chiaravalle e Vibaldone, che diressero le acque provenienti dalla città in canali aperti sui loro ampi possedimenti per ingrasso e per le marcite.

Nel nostro secolo si ritornò invece con maggior interesse a questi lavori ed il movimento fu attivissimo.

La stessa città di Parigi, che ora si distingue per la maggior ricchezza e grandiosità di canali, versava ancora nel secolo passato tutte le sue immondizie in canali di acqua aperti che percorrevano le strade pubbliche per immettere in tre corsi principali la Senna, la Bièvre ed il torrente di Menilmontant. I primi tentativi di miglioramento furono compiuti col coprire qualcuno di questi canali di acque immonde, al che si diede grande impulso sotto il primo Impero. Fu però soltanto nel 1855 che si fece uno studio serio della questione, per opera dell'ingegnere Belgrand, il quale tracciò il piano attuale di canalizzazione.

Anche solo nel nostro secolo si iniziarono le grandi canalizzazioni di parecchie altre città principali di Europa, come Londra, Vienna, Berlino, Bruxelles, Danzica, Breslavia, ecc.

Sono specialmente le grandi città in parte ancora costrutte secondo gli antichi piani, con vie strette irregolari, con agglomerazione straordinaria di popolazione, che si dovettero decidere per questo sistema più facile e pronto per il servizio e che dava occasione ad altre riforme importanti locali, benchè non risponda guari alle esigenze igieniche.

Il tipo seguito non è eguale in tutte queste grandi città. Si distinguono Parigi e Bruxelles per un sistema di canali a molto grande sezione e alcune città inglesi e tedesche per un sistema di canali a sezione più piccola, con associazione delle acque meteoriche alle immonde.

Altri tipi speciali di canalizzazione in cui si tengono distinte le acque meteoriche ed industriali dalle acque lorde delle latrine con o senza circolazione continua od aspirazione pneumatica, hanno trovato applicazioni in Inghilterra, in America ed in Olanda.

Divideremo quindi lo studio di questi sistemi, che faremo preferibilmente sui modelli già attuati, in cinque capitoli:

a) Canalizzazione mista a condotti di grande sezione (Parigi e Bruxelles).

b) Canalizzazione mista a canali di sezione ridotta (Danzica, Berlino, Breslavia).

c) Canalizzazione distinta a circolazione continua (sistema inglese).

d) Canalizzazione distinta semplice (sistema americano).

e) Canalizzazione distinta con aspirazione pneumatica (sistema Liernur).

a) Canalizzazione mista a condotti di grande sezione.

1° Canalizzazione di Bruxelles. — Fra i lavori più importanti compiuti in questo secolo in fatto di canalizzazione stanno senza alcun dubbio quelli della città di Bruxelles, che si trasformò da una città sucida in gran parte attraversata da una corrente d'acqua scoperta inquinata ed inquinante, in una città elegante e pulita. Per quanto l'esagerazione dell'applicazione del sistema di risanamento scelto, ed imperfezioni che ancora si riscontrano nella sua attuazione, abbia fatto sì che non si abbiano tutti quei risultati dal punto di vista sanitario che si aveva diritto d'attendere, ciò nullameno rimangono del più alto interesse tecnico le opere ivi compiute, delle quali interessa, come uno dei migliori esempi, darne un rapporto più particolareggiato, servendoci di atti ufficiali della città stessa e delle figure ad essi annesse, di notizie raccolte sul luogo (1).

Sostituzione dell'antico al nuovo sistema di fognatura. — Gli *égouts* di Bruxelles ricevono oggidì non solo le acque pluviali, quelle di inaffiamento e lavatura delle strade, le acque domestiche ed industriali, ma ancora tutte le materie fecali, tanto solide che liquide.

Anticamente la maggior parte delle case erano provvedute di un pozzo nero chiuso o di un pozzo di assorbimento, per i quali il suolo e l'acqua sotterranea venivano da secoli inquinati e guasti. A misura che la rete dei pubblici *égouts* andò via via completandosi e che si sostituirono ai rigagnoli d'acqua scoperti, od agli acquedotti in muratura di dimensioni molto piccole e quasi a fior di terra, gallerie di altezza più considerevole e stabilite a più grande profondità sotto il pavimento, gli abitanti soppressero le loro fosse e pozzi e versarono sotterraneamente all'*égout* non solo le acque di lavatura domestica, ciò che era già obbligatorio da molti anni, ma ancora le materie di deiezione solide e liquide. Questo mutamento si accentuò sempre meglio dopo il 1853, quando una ricca condotta di acqua diede mezzo di far passare nelle latrine di molte case maggior quantità di acqua per lavarle.

Canali di immissione delle acque immonde dalle case ai canali stradali; chiusure idrauliche. — A tutta prima fu per abuso e poi per concessione del Comune che i proprietari delle case presero a distrurre le loro fosse nere, immettendone il contenuto nella canalizzazione stradale; per cui ora le prime sono affatto scomparse. A questo modo però avvenne che non essendovi prescrizioni stabilite per la modalità di queste immissioni, esse si fecero in condizioni da lasciare molto a desiderare. Ben spesso non vi ha una pendenza sufficiente, la muratura dei condotti non è ben eseguita, senza intonachi ecc. per cui resta sempre il pericolo di frequenti ingorghi, di infiltrazioni nel sottosuolo e di sfuggite di gas dagli *égouts* nell'interno delle case attraverso alle pareti dei condotti.

Fu però disposto che l'immissione dei condotti stessi

(1) Notice descriptive et historique concernant les égouts et la Senne à Bruxelles, par CHARLES VON MIERLO, ingénieur chef de service de la Ville, 1878, Bruxelles.

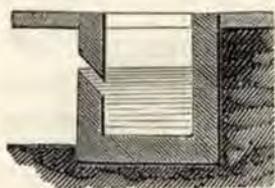


Fig. 963. — *Sterfsput* ordinario in pietra, con immersione di m. 0.01 (Bruxelles).

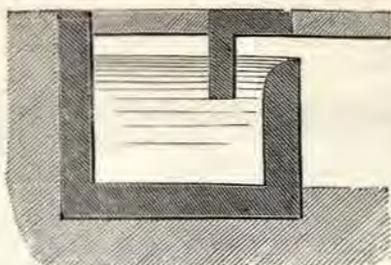


Fig. 964. — *Sterfsput* perfezionato con immersione di m. 0.02 a 0.06.

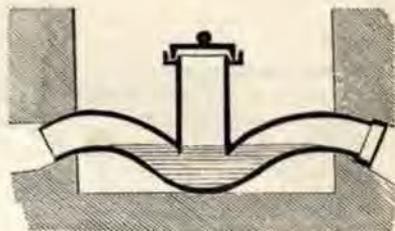


Fig. 967. — Sifone a tubulatura centrale per curatura con immersione di m. 0.04 a 0.05.

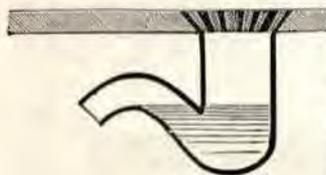


Fig. 965. — Vaschetta in gres con immersione di m. 0.03 a 0.04.

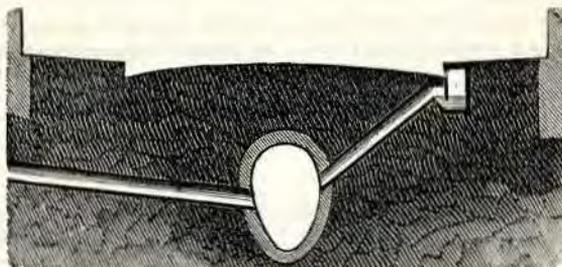


Fig. 968. — Tipo dei canali adottati dal 1869 in poi a Bruxelles con comunicazione stradale e privata.

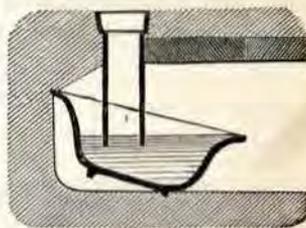


Fig. 966. — *Chaudron* per latrine, con immersione di m. 0.025 a 0.04.

delle case nei canali delle strade si faccia col mezzo di chiusure idrauliche, o *Coupe-air*, di cui se ne sperimentano diversi tipi.

I principali di questi sono tre: lo *Sterfsput*, il *Chaudron* ed il *Siphon*. Il primo consiste in un masso cubico di pietra azzurra, scavato in forma di bacino e munito in una delle sue pareti di un'apertura a fessura obliqua. L'immersione del diaframma, quando l'apparecchio è in buono stato, è di m. 0.01; ciò peraltro di fatto raramente si verifica per difetto di costruzione. Questo è il tipo adottato per le acque di cucina, delle lavanderie, cortili e giardini (fig. 963).

Questo tipo fu pure perfezionato come nelle fig. 964 e 965, con un'immersione di m. 0.02 a m. 0.06.

Il secondo tipo è un bacino in ghisa, che si applica all'estremità inferiore del tubo di caduta della latrina con un'immersione di m. 0.025 (fig. 966).

Il terzo tipo è il sifone ordinario od i varii sistemi di chiusura ad acqua ed a valvola, che si applicano all'estremità superiore del condotto della latrina, associato per lo più al *chaudron* applicato in fondo al medesimo. (Di questi apparecchi si farà parola in capitolo speciale).

Questi stessi sifoni semplici si intercalano lungo i tubi che vengono dagli orinatoi pubblici, dai lavandini, da altri condotti di scarico di liquidi nei canali.

Sono pure in uso altri apparecchi di questo genere, di cui fra i più pratici noto un sifone a immersione di 0.04 a m. 0.05 con tubulatura centrale per la sua ripulitura (fig. 967).

Canali stradali ordinarii. — I canali pubblici ordinarii antichi che percorrevano il sottosuolo delle vie di Bruxelles, avevano forma rettangolare di metri 0.30 per 0.35 a pareti rozze, i più recenti (fig. 968) adottati esclusivamente hanno 2 m. di altezza interna per 1.33 di larghezza massima. Queste dimensioni sono sufficienti perchè gli operai vi possano circolare colla più grande facilità, ed i sorveglianti ed ingegneri li possano visitare comodamente. Una cementazione perfettamente liscia

li ricopre interiormente fino al cominciare della volta, con che s'impedisce più efficacemente l'arresto di depositi sul fondo e si ottiene una relativa impermeabilità. Il costo di questo tipo di canali è all'incirca di 50 lire per metro corrente, comprese tutte le opere accessorie.

Tutto dove fu possibile si stabilirono questi canali alla profondità di m. 4.50 a 4 m. almeno sotto il livello della strada. Nella parte bassa della città non si potè stabilirne che a 3 m. sotto questo livello; quivi è necessario, per avere una facile conduttura dalle case, di tenere più alto il pianterreno sulla strada.

La pendenza ai canali si dovette dare molto diversa in Bruxelles, ciò che rende diversamente facile il tenerli puliti. Nella parte bassa della città la pendenza è così debole, che la maggior parte dei canali, sia principali che secondarii, dev'essere spazzata ad intervalli più o meno brevi, talvolta annualmente. Si erano sperimentati dei pozzi intercalati a distanze varie lungo i canali difettanti di pendenza, per ivi raccogliere le materie solide ed estrarle poi per aperture soprastanti verso la via. Questo sistema però fu abbandonato.

La curatura degli *égouts*, per quelli che non sono ancora secondo l'ultimo modello, si fa per aperture praticate verso la via di 25 in 25 metri, previa disinfezione dei materiali con acido fenico. Cogli *égouts* di 2 m. d'altezza, le materie possono essere trasportate sotterraneamente ai canali collettori per mezzo della spazzatura o con forti correnti d'acqua. Con queste correnti d'acqua si lavano pure i canali antichi di più piccole dimensioni.

Le bocche dei canali destinate a ricevere le acque pluviali e d'inafflamento delle vie sono per la massima parte a chiusura idraulica su modelli molto diversi. Tutte queste bocche sono munite di un serbatoio o in muratura o in ghisa, destinato a ritenere le sabbie e i corpi voluminosi. Questi serbatoi sono vuotati di tempo in tempo durante la notte.

La maggior parte delle più recenti di queste bocche

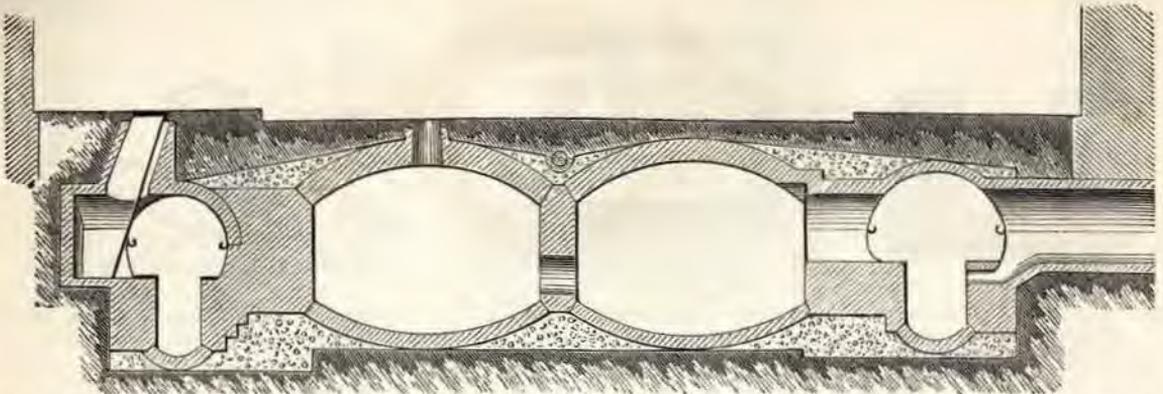


Fig. 969. — Copertura della Senna, coi collettori annessi lateralmente ed opere accessorie: aperture e scale di comunicazione col di fuori, parte a valvola, raccordamenti di canali pubblici e privati coi collettori, rotaje e ganci di sospensione nei medesimi.

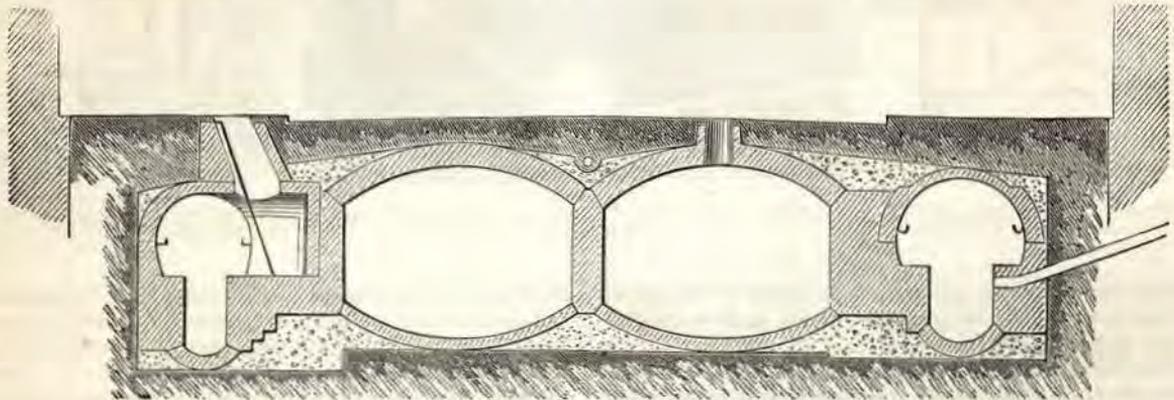


Fig. 970. — Come a fig. 969.

sono situate sotto i *marciapiedi* delle vie, con apertura munita di griglia posta nella faccia anteriore del bordo del *marciapiedi* stesso.

Due o tre volte alla settimana questi canali pubblici si disinfettano con acido fenico versato attraverso alle loro bocche.

Incanalamento e copertura della Senna e grandi collettori. — Prima del 1867 la Senna attraversava una gran parte della città bassa allo scoperto, ricevendo dalle numerose case e fabbriche laterali le materie immonde di ogni natura, le quali si fermavano e fermentavano nei diversi rami del torrente, il cui corso irregolare e tortuoso era ingombro da molini, da dighe ed altri ostacoli. — In estate durante la siccità il letto del torrente diventava una vasta fossa immonda scoperta ed una volta all'anno si esportavano a braccia d'uomo le materie accumulate sul fondo.

Quando si aveva le piene, le acque del torrente invadevano gli *égouts* della parte bassa della città, cacciavano sulla via pubblica e nelle case i gas contenuti in essi, ne arrestavano momentaneamente ogni deflusso e nel ritirarsi li lasciavano ostruiti da depositi di fanghiglia che esse tengono in sospensione in gran quantità. In queste stesse contingenze che si ripetevano parecchie volte all'anno, i sotterranei di una gran parte delle case della città bassa erano essi pure invasi dalle acque provenienti dai canali. Le condizioni locali erano tanto più cattive poichè a lato del torrente si aprivano stradicciuole strette, nelle quali stava addensata la parte più povera della popolazione.

Le condizioni localisono ora cambiate completamente; le stradicciuole luride furono sostituite da *boulevards*, da piazze, da larghe strade, dove l'aria circola liberamente, il letto del torrente è allargato e rettilineato a partire da Bruxelles fino al limite fra le provincie di Brabante e di Anversa. Il torrente è coperto nel suo percorso attraverso la città, e basta per lo scolo regolare delle più forti piene fino in basso di Villevorde.

Esso è inoltre isolato dagli *égouts*, i quali per conseguenza non possono più essere invasi dalle sue acque nelle piene.

La copertura della Senna comincia immediatamente in alto del *Boulevard du Midi* sotto l'edificio detto grande *Écluse*, traversa questo *boulevard*, si dirige per mezzo di una curva verso i *boulevards* di *Hainaut* e *Central* che egli segue per tutta la loro lunghezza, circonda, biforcandosi, il tempio *des Augustins* che esso lascia sopra un'isola sotterranea, passa sotto il *boulevard* della *Senne* e traversa il *boulevard d'Anverse*, a partire dal quale esso segue la sua via a cielo scoperto.

La lunghezza totale della copertura è di 2150 metri, essa è rappresentata dalle fig. 969 e 970 e comprende due archi divisi da un pilastro formante un muro longitudinale, ciascun arco ha m. 6.10 di larghezza, e presenta un pavimento di m. 0.90 di *flèche*, dei piedritti di m. 2.50 di altezza e una volta di m. 1.10 di *flèche*.

L'ingresso in alto della copertura della Senna è munito di due grandi diaframmi (*vannes*) in ferro, destinati a ritenere il torrente in alto a un livello abbastanza elevato, per poter dirigere le acque verso un canale

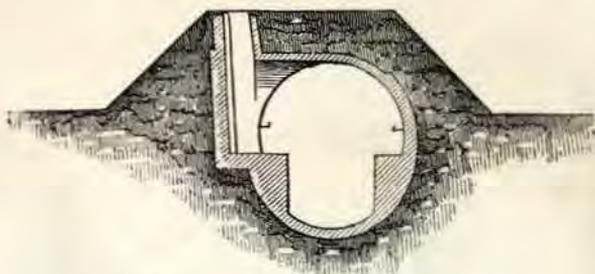


Fig. 973. — Grande collettore od emissario.

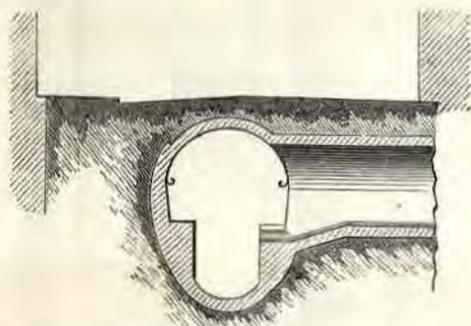


Fig. 971. — Collettore isolato della riva destra.

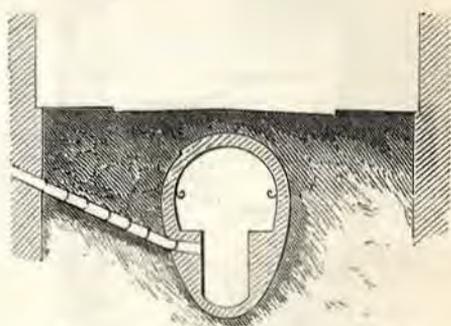


Fig. 972. — Collettore isolato della riva sinistra.

secondario collaterale. Ciascuno di questi *diaframmi* è sospeso per mezzo di un'asta a uno stantuffo che si solleva per effetto della pressione delle acque distribuite nella città, la qual pressione raggiunge qui di solito 6 atmosfere e mezza, questa manovra si fa così semplicemente girando una chiave.

Di fianco a questo inavvenimento della Senna e per tutta la sua lunghezza d'ambo i lati corre un canale collettore: questo comprende due parti distinte, la *cunetta* e la *vòlta*.

La *cunetta*, posta ad un livello più basso del pavimento degli *égouts* pubblici ordinarii, è destinata allo scolo delle acque ricevute da essi condotti: ha 2 m. di profondità ed un pavimento concavo di m. 0.50 di *freccia*.

La parte superiore destinata alla circolazione degli operai (*égoutiers*) comprende la *vòlta* propriamente detta e due marciapiedi (*banquettes*) percorrenti d'ambo i lati la *cunetta*. Essa ha le dimensioni necessarie per rendere loro facile la circolazione.

In caso di forti piogge l'acqua s'innalza al disopra dei marciapiedi ad un'altezza più o meno considerevole. In ragione della configurazione della città, della distribuzione diversa della popolazione ai due lati della Senna, la *cunetta* della riva destra si dovette tenere dell'ampiezza di m. 1.70 e quella della riva sinistra di m. 1.20.

A partire dal *boulevard d'Anverse* i collettori pur conservando la stessa loro sezione interna (fig. 971, 972), si separano dalla Senna e più in basso al ponte *Masué* la *cunetta* del collettore della riva sinistra passa sotto alla Senna, e più avanti ancora viene raggiunto dal collettore della riva destra.

A partire da questa unione non esiste più che un grande collettore o emissario. La sua disposizione è analoga a quella dei collettori precedenti, solo che la *cunetta* ha m. 2.20 di larghezza (fig. 973).

L'emissario si prolunga parallelamente alla strada ferrata del Nord fin presso la stazione di Haeren e si termina nel punto designato per le macchine elevatrici

delle acque degli *égouts*. Esso passa sotto il torrente Maelbeck, di cui riceve le acque; più in basso due altri piccoli torrenti passano sotto l'emissario per mezzo d'un sifone.

Tutte le volte che uno dei collettori passa sotto la Senna (fig. 974 e 975), la totalità dello spazio libero al disopra della *cunetta* dovette sopprimersi, e la *cunetta* convenientemente modificata nella sua forma passa sola sotto il torrente; il pavimento di passaggio e tutto il collettore in basso del medesimo sono situati ad un livello di m. 0.20 o 0.30 inferiore in alto. Questa altezza di caduta è destinata ad evitare gli inconvenienti che, senza queste disposizioni, ne verrebbero nei momenti di piena dal restringimento prodotto dalla soppressione della *vòlta*.

Passando sotto i torrenti (fig. 976 e 977) e sotto il canale di Charleroi (fig. 978 e 979), una parte soltanto della *vòlta* dei collettori e dell'emissario è soppressa, ed il passaggio dei carri degli operai è possibile.

Le fig. 980 e 981 rappresentano la traversata del torrente Holbeck sotto l'emissario. Vi sono due aperture che possono funzionare o simultaneamente o alternativamente.

Tutto l'interno di questi collettori è ricoperto da un cemento perfettamente liscio, i margini della *cunetta* sono muniti di regoli in ferro per il movimento dei carri ed ogni 25 metri sono situati anelli per fissarli. Lungo il piedritto della *vòlta* all'altezza di m. 0.90 vi sono ganci in ferro galvanizzato. Ogni 50 metri e alternativamente su ciascuno dei due marciapiedi si trova un'apertura (*regard*) con scala in ferro per l'uscita degli operai (V. fig. 969 e 970); in certi punti principali queste scale in ferro sono rimpiazzate da scalinate in muratura più comode.

Fra le pareti del canale della Senna e i collettori che vi stanno di fianco nella città, e così dappertutto dove i collettori isolati incontrano i diversi rami del torrente fuori della città, sono stabilite delle porte di scarico

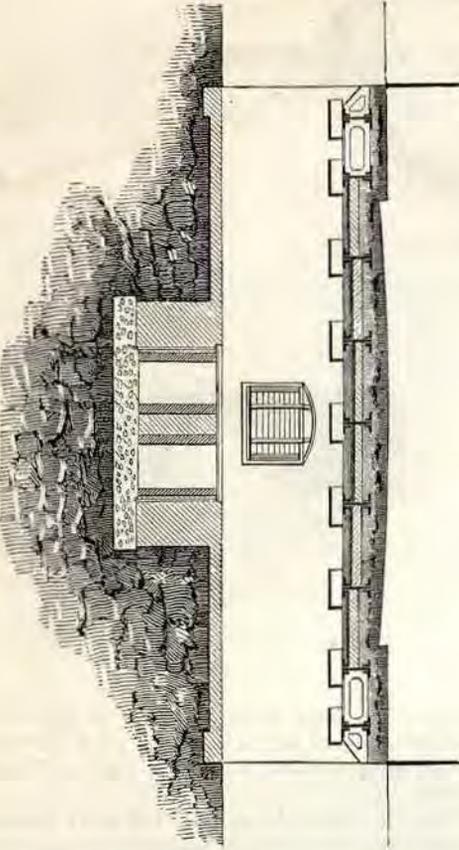


Fig. 973. — Passaggio di un collettore sotto la Senna
Sezione secondo l'asse della Senna.

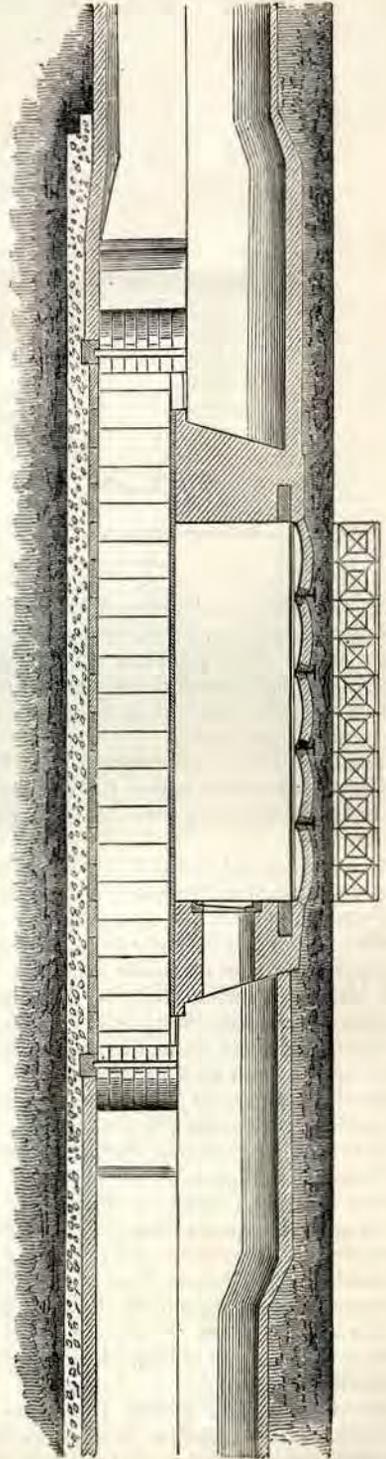


Fig. 974. — Passaggio di un collettore sotto la Senna. Sezione secondo l'asse del collettore.

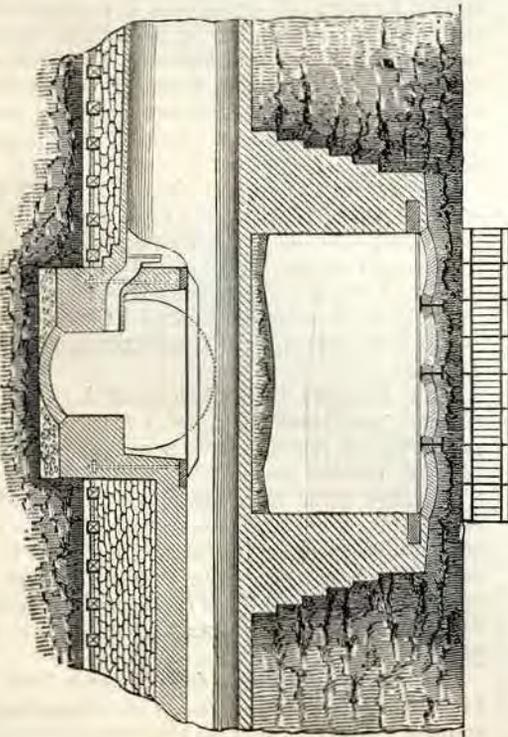


Fig. 976. — Passaggio dell'emissario sotto il torrente Maelbeck con viadotto
al disopra della strada di servizio. Sezione secondo l'asse del torrente.

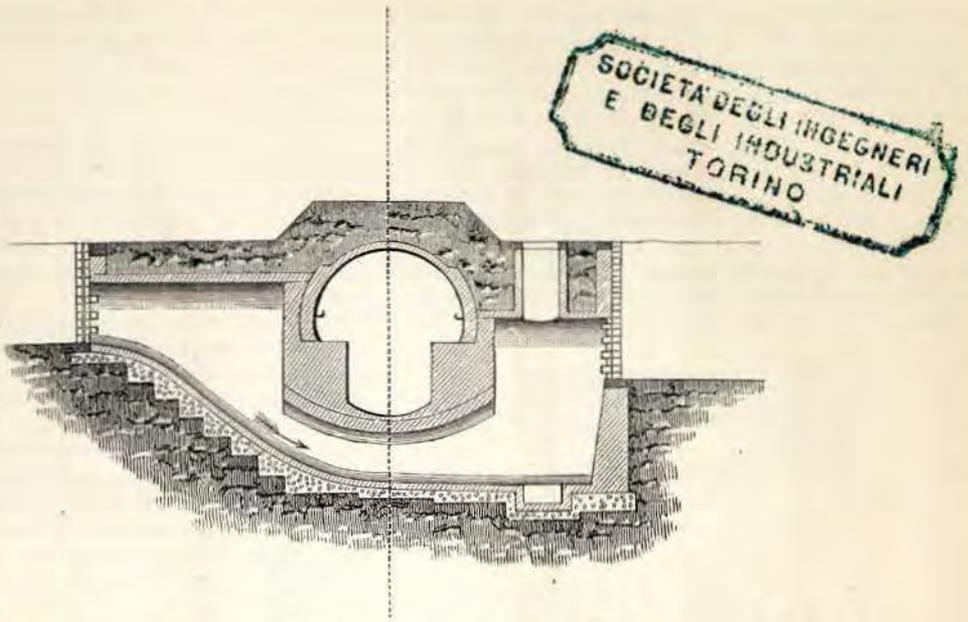


Fig. 980. — Passaggio del torrente Holbeck sotto l'emissario. Sezione lungo l'asse del torrente.

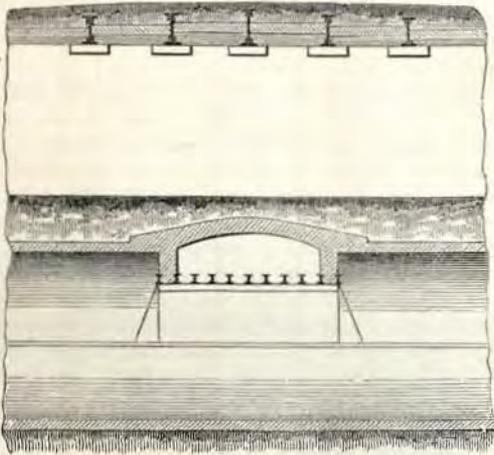


Fig. 977. — Passaggio dell'emissario sotto il Maclbeek con viadotto al disopra della strada di servizio. Sezione secondo l'asse del collettore.

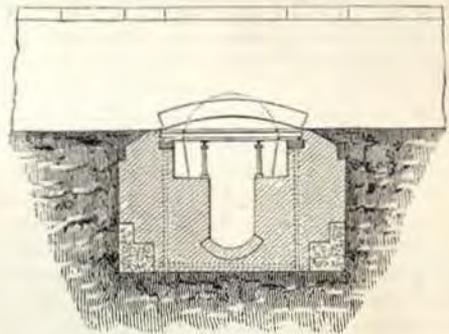


Fig. 979. — Passaggio di un collettore sotto il canale di Charleroi. Sezione lungo l'asse del canale.

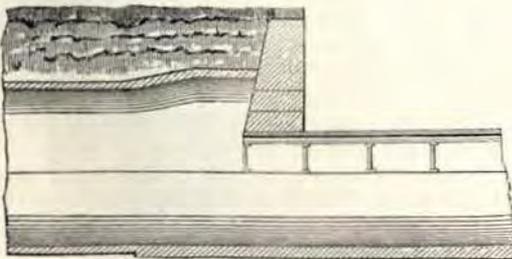


Fig. 978. — Passaggio di un collettore sotto il canale di Charleroi. Sezione lungo l'asse del collettore.

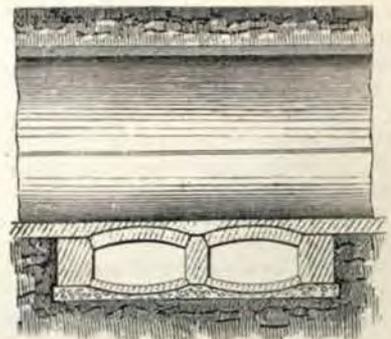


Fig. 981. — Passaggio dell'Holbeck sotto l'emissario. Sezione secondo l'asse del collettore.

munite di valvola aprentesi dal collettore verso la Senna (V. fig. 969, 974 e 975). Queste aperture che partono dal livello del marciapiedi, sono destinate a lasciar passare una parte delle acque delle piogge straordinarie che cadono su Bruxelles; queste acque trovano così un deflusso diretto nel torrente, quando esso non è ingrossato da forti piene e non ingombrano inutilmente i collettori.

In diversi punti, specialmente alla grande *Écluse* e verso i punti più alti dei diversi collettori dei sobborghi sono stabilite delle prese d'acqua, munite di porte di chiusura per, in caso di bisogno, introdurre nei collettori una parte più o meno grande delle acque del torrente.

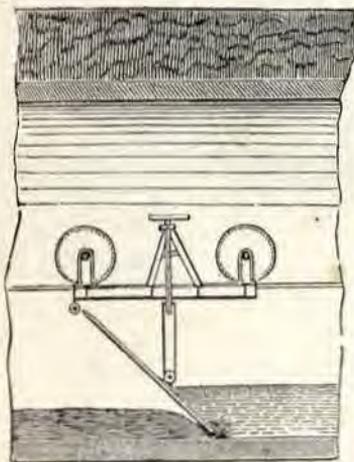


Fig. 982. — *Wagon-vanne* per spazzatura meccanica dei collettori (Bruxelles).

Pulizia dei collettori. — La pendenza longitudinale per la maggior parte dei collettori della riva destra e della riva sinistra e per tutto l'emissario è di m. 0.30 per chilometro, in taluni punti essa è eccezionalmente di m. 0.50. Queste pendenze non sono sufficienti perchè le acque vi defluiscano liberamente senza deporvi una parte delle materie che esse tengono in sospensione, sono quindi necessarie delle *curature* periodiche. Queste curature si fanno col mezzo dei *wagons-vanne*. Questi apparecchi (fig. 982), intieramente in ferro, consistono in un diaframma, che ha la forma della cunetta, sospeso per mezzo di cerniere ad un carro a quattro ruote, che scorre sui regoli di ferro posti sui margini della cunetta. Un congegno molto semplice a vite oscillante permette ad un operajo di abbassare od alzare il diaframma alla profondità voluta nella cunetta. Quando il diaframma tocca il fondo, le acque al dietro di esso s'innalzano ad una certa altezza al disopra di quelle che stanno all'innanzi; la differenza di livello che per tal modo si stabilisce, mentre aiuta il movimento del carro e del diaframma, imprime alle acque che passano al disotto una rapidità sufficiente per spingere innanzi le materie accumulate davanti al diaframma stesso, poco dopo che esso è in movimento. Bastano per la manovra di questo carro due operai.

Coll'impedire ogni arresto di materie solide sul fondo dei collettori, si diminuiscono le ragioni d'infezione, per cui possono essere percorsi senza grave incomodo.

Destinazione delle acque di fognatura. — Finora una piccola parte delle acque scaricate da questi *égouts* viene adoperata per irrigazione, la maggior porzione invece si versa nella Senna alla distanza di 5 km. dalla

città. Sta però nei progetti dell'Amministrazione di portare tutte queste acque su terreni sabbiosi e permeabili costituenti i piani di Loo e Penthy in vicinanza di Villevorde e più innanzi in praterie della riva destra della Senna.

A tal uopo le acque del canale emissario dovranno essere innalzate all'altezza di 12 m. da una parte, dall'altra parte a m. 31.50, calcolandosi che il cubo d'acqua da innalzarsi sia in media di 1 m. per secondo. Per questo importeranno macchine della forza effettiva di 600 cavalli-vapore, almeno, le quali lavorino giorno e notte tutto l'anno.

La superficie dei terreni da irrigarsi si calcola a 4000 ettari all'incirca, per cui sarà di m. 0.80 l'altezza dello strato d'acqua che vi sarà versato annualmente. Questa altezza corrisponde presso a poco a quella della caduta di pioggia annuale, per cui non sarà eccessiva la quantità di liquido che riceverà quel terreno.

Il costo per metro corrente dell'incanalamento della Senna e dei collettori annessi fu in media di 3500 lire; quello per metro corrente del collettore isolato fu in media di lire 350 per il tipo di 1.20 di larghezza della cunetta, di 375 per il tipo di 1.70 e di 400 per il tipo di m. 2.20.

2° Canalizzazione di Parigi. — Topografia. — La canalizzazione di Parigi risulta, come quella di Bruxelles, di due categorie di canali: i *collecteurs* e gli *égouts*. Gli *égouts*, canali sotterranei stradali, raccolgono le acque e materie immonde dalle vie e dalle abitazioni e le portano nei *collecteurs*, ai quali spetta di tradurre il tutto fuori dalla città.

Di questi maggiori canali collettori ve ne sono in Parigi tre principali, i quali percorrono il fondo delle valate sui pendii delle quali la città è costrutta.

Sul lato destro della Senna, uno di essi, il *Collecteur départemental*, si stende in grande curva dal punto di intersecazione della via Oberkampf e della *Chaussée de Menilmontant*, passando sotto gli antichi *boulevards* e sotto la via di Alemagna e quindi con tre forti ripiegature sul fondo del bacino della Villette, fino alle fortificazioni, per seguire poi la strada di Saint-Denis e terminare alla Senna presso l'isola Saint-Ouen. Raccoglie questo collettore le acque più infette del mercato del bestiame, degli ammazzatoi, dei gazometri, di tutti gli stabilimenti industriali della Villette, di Montmartre, di Belleville, di Saint-Denis e di tutte le case nel lunghissimo suo percorso di strada.

Un altro grande *Collecteur de la rive droite* parte dal bacino dell'Arsenale, segue lateralmente la Senna, e per la via Reale, la via e *boulevard* di Malesherbes e la via di Asnières raggiunge esso pure il fiume a distanza dalla città, a Clichy.

Questo grande collettore riceve presso la piazza del Châtelet lo scolo dell'*égout* della via Sebastopoli; alla piazza della Concordia quello dell'*égout* della via di Rivoli proveniente dalla Bastiglia; alla piazza della Madalena le acque dell'*égout* dei Petits Champs, e al *boulevard* Malesherbes presso la via della Pépinière, quelle del lunghissimo *collecteur des coteaux*, che si origina dalla via di Vincennes.

Il terzo grande collettore si trova sulla riva sinistra della Senna, *Collecteur de la rive gauche*, scavato nelle sue origini nello stesso letto della Bièvre di cui riceve le acque. Questo parte dietro al Giardino delle Piante, dalla via Jeoffroy Saint-Hilaire, si dirige verso il *boulevard* di Saint-Michel, dove si ripiega per seguire poi la sponda del fiume fino al ponte dell'Alma. Quivi, dopo aver ricevuto le acque dell'importante *égout* di Montparnasse e

del collettore di Grenelle, per mezzo di due sifoni metallici, posati sul letto del fiume, attraversa quest'ultimo e passa a destra, per raggiungere poi, seguendo la via di Wagram, il grande *Collecteur de la rive droite* a 536 metri di distanza dal punto dove esso immette nella Senna.

Queste costituiscono le tre grandi correnti sotterranee di Parigi, alle quali affluiscono i canali secondari; di cui alcuni hanno l'importanza di veri collettori, ricevendo a loro volta una quantità grandissima di altre diramazioni le cui radici si estendono finalmente al disotto delle abitazioni private.

Ampiezza, lunghezza, materiale di costruzione e forma dei canali. — L'ampiezza dei canali di questa immensa rete è molto varia. Si contano 12 tipi di tali canali a dimensioni diverse, di cui 9 sono provveduti di marciapiedi laterali. Il tipo di maggiore ampiezza è quello del grande *Collecteur général* di Asnières, che misura m. 5.60 di larghezza per 4.40 di altezza, con *banquettes* laterali di m. 0.90 di larghezza. Il tipo più piccolo è quello delle diramazioni particolari alle case, di forma semplicemente ovoide, di m. 2.30 di larghezza per m. 1.30 di altezza.

Alcune di queste diramazioni particolari si arrestano quando hanno raggiunto il muro di faccia della casa e quivi presentano una porta di separazione a griglia, munita di due serrature diverse, delle cui chiavi una è tenuta dall'amministrazione, l'altra dal proprietario.

Altre di queste diramazioni, specie per le più recenti costruzioni, si continuano per certo tratto sotto la casa, ed in esse o su di esse si stabiliscono gli apparecchi che raccolgono o versano le acque o materie immonde (V. in seguito: *Fosse mobili* a *diviseur*).

Lungo tutti gli *égouts* e *collecteurs* nei quali penetrano gli operai per curarne la pulizia, di 50 in 50 o di 100 in 100 metri si trovano stabilite camere di salvamento, oppure pozzi di uscita verso la strada (*regards*); precauzioni necessarie per il grave pericolo che minaccia chi percorre questi canali, molto facili a repentine piene in tempo di pioggia.

Al 1° gennaio 1882 la *lunghezza* dei canali costrutti era di:

Canali collettori generali . . .	31,266 metri
» » secondari . . .	47,708 »
» » ordinari (nuovi tipi) . . .	469,777 »
» » » (antico tipo) . . .	145,050 »
» » » senza tipo . . .	3,080 »
	<hr/>
	696,881 metri

Per completare la rete di canalizzazione di Parigi, importano altri 387,212 m., per i quali è prevista una spesa di 40,000,000 di franchi (1).

Si adoperò, in sul principio della costruzione di questi canali, la *pierre moellon*, pietra molle e molto permeabile; poi vi si sostituì come migliore la *pierre meulière*, e finalmente, riconoscendosi l'insufficienza della medesima, si adottò ancora un intonaco interno di cemento idraulico.

La forma dei canali è simile a quella descritta per la canalizzazione di Bruxelles, specialmente per quello che concerne i grandi collettori.

La fig. 983 dà una sezione di un canale minore sprovvisto di banchine laterali. Si deve però notare una

differenza nel fondo dei canali di Parigi che è piano, invece di essere curvo od ovale, come a Bruxelles.

La loro capacità si tentò di tenerla sufficiente a permettere di dare esito prontamente alle acque di piogge torrenziali, per evitare, per quanto possibile, inondazioni.

A tal uopo vi sono pure dei canali perpendicolari alla Senna e quindi anche ai principali condotti collettori, la cui funzione è di servire a questi ultimi come di valvole di sicurezza, per condurre l'eccesso delle loro acque direttamente nel fiume. Non pajono però sufficienti tali ampiezze e questi ultimi scaricatori per impedire l'ingombro nei momenti di forti temporali.

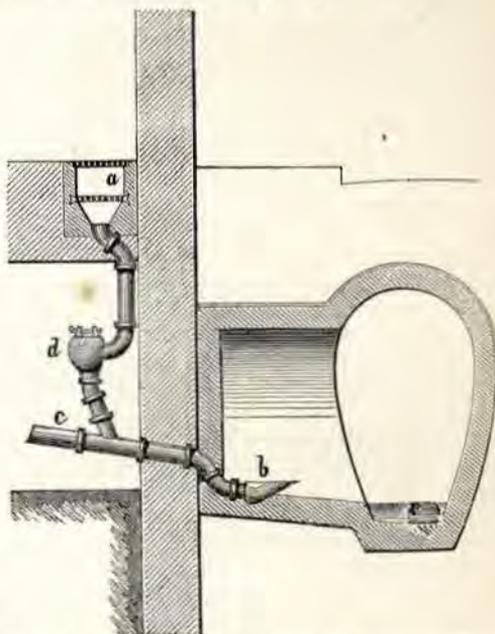


Fig. 983. — Disposizione regolamentare di un sifone collegato direttamente coll'égout o con un condotto d, del medesimo; a, griglia fissa; b, vaschetta idraulica; c, condotto; d, sifone chiuso.

Gli stessi *égouts*, mentre servono a liberare la città dalle sue acque immonde, valgono pure a fornirle, per mezzo di tubi appesi in alto alle loro pareti laterali, delle acque pure, necessarie ai suoi abitanti ed ai servizi pubblici. In questi stessi canali si fanno ancora passare i fili del telegrafo elettrico ed i tubi del telegrafo pneumatico. I tubi del gas non si vollero ammettere, per tema di esplosioni.

Sorveglianza e pulizia dei canali. — Una così estesa rete di canali importa per altro un servizio di sorveglianza molto attivo ed un personale molto numeroso, oltre a mezzi meccanici speciali per la loro spazzatura, che pur è sempre difficile ed incompleta.

Per i collettori di grande sezione si fa uso di battelli con diaframma (*bateau-vanne*). Sono battelli che portano dinanzi a loro un *diaframma* metallico, bucherellato e della forma e dimensioni della *cunetta* del collettore; il quale diaframma, quando è abbassato ed immerso nella corrente, serve ad accumulare dietro a sè l'acqua, che raggiunge così all'indietro di esso un livello superiore che all'innanzi. La maggior forza che acquista

(1) V. *L'étude et les progrès de l'Hygiène en France de 1878 à 1882* par H. NAPIAS et A. J. MARTIN, 1882. — *Note du directeur des travaux de Paris sur la situation du service des eaux et égouts et sur les mesures à proposer au Conseil Municipal de Paris*, Paris, Chaux et C, 1879. — In

una comunicazione fatta al Congresso internazionale di Igiene del 1882 sulle *Vidanges et Égouts*, l'ingegnere Durand-Claye annunziò avere allora gli *égouts* di Parigi raggiunta una lunghezza di m. 864,000 e doversi estendere fino a m. 12,000,000.

così la corrente, serve a far procedere il diaframma, che smuove e spinge innanzi il deposito solido che si trova sul fondo del collettore. Intanto lo stesso filone d'acqua sottile, ma forte per pressione, che sfugge sotto al diaframma, aiuta pure lo spazzamento del fondo del collettore. Il servizio di curatura è così automatico. Per i collettori di minor diametro, il diaframma è portato da vetture, le cui ruote corrono su rotaje poste lungo lo spigolo marginale della cunetta.

L'ingegnere Belgrand ha pur ideato un sistema molto semplice di curatura dei sifoni situati presso il ponte dell'Alma, per i quali le acque immonde del collettore della riva sinistra passano a destra del fiume.

Una palla di legno, di un diametro un po' minore di quello dei tubi (1 m.) si lascia cadere ad intervalli regolari nel tubo, di cui essa percorre i 140 m. da un capo all'altro, cacciando dinanzi a sé tutti i detriti che possono ingombrare il sifone.

Comunicazioni fra le case e gli égouts. — Sono molto interessanti le *Instructions concernant l'interprétation des réglemens, arrêtés et ordonnances relatifs à l'assainissement des habitations et à l'installation des divers appareils*, di M. Prangey, capo dell'ufficio di risanamento delle abitazioni in Parigi. In esse sono date precise disposizioni per ciò che concerne l'applicazione delle fosse mobili semplici od à *diviseur*, le fosse fisse assorbenti o non, e particolarmente a riguardo del modo di mettere in rapporto i tubi di caduta delle latrine e gli scaricatori diversi di acque cogli *égouts* delle vie.

La fig. 983, tratta da quelle stesse istruzioni, porge un buon esempio di tali raccordamenti. I sifoni aperti non sono ammessi nelle abitazioni che quando è impossibile fare altrimenti. Il loro uso è pure sconsigliato per le prese di acqua dai piani terreni, perchè in tutti queste gelano di inverno; gli uni poi diventano insufficienti ad ogni caduta di pioggia, altri permettono l'introduzione di corpi solidi voluminosi che producono ingorghi e inondazioni. Si preferisce perciò, a ragione, di stabilire una griglia fissa all'imboccatura del tubo di discesa *a* e una vaschetta idraulica a becco *b* alla sua estremità, quando si vuole collegarlo direttamente coll'*égout*; ma, se si tratta di mettere prima tale tubo in rapporto con un'altra condotta qualunque *c*, si intercala lungo il tubo stesso un *sifone chiuso*.

Nel primo caso, il tubo può esser posto sia all'interno che all'esterno della casa.

La città di Parigi si serve preferibilmente in questi ultimi tempi di modelli speciali di sifoni costrutti da M. Guinier, per interporre nelle comunicazioni dei *water-closets* coi pozzi neri, colle fosse mobili o cogli *égouts*. Due di questi modelli sono rappresentati nella fig. 983, in *b* ed in *d*.

La vaschetta a becco *b* viene costrutta con alcune modificazioni in vario modo ma sempre così che quando è piena d'acqua, resti otturato lo sbocco del condotto.

Il sifone chiuso, che è rappresentato in posto nella figura 983, si vede in sezione nella fig. 984, e non abbisogna di altre spiegazioni per esser compreso nel suo modo di funzionare.

Destinazione della canalizzazione di Parigi. — Inizialmente la grandiosa canalizzazione di Parigi era stata destinata semplicemente alle acque meteoriche e industriali, escluse le immonde delle latrine. Però fin dal 1867

il prefetto della Senna autorizzò i proprietari delle case adiacenti alla via pubblica provveduta di canali, ad immettere in questi anche le acque lorde dei pozzi neri. Più tardi nella seduta del 23 giugno 1880, in seguito a discussione molto viva, il Consiglio Municipale di Parigi deliberava di rendere obbligatoria l'immissione delle deiezioni umane negli *égouts* nel termine di tre anni, per tutti i proprietari di case situate di fianco a strade già provviste o che lo sarebbero state ulteriormente di canali; sollecitando nello stesso tempo il Governo ad autorizzare l'Amministrazione municipale a percepire una tassa minima di 30 franchi, per ognuna di quelle immissioni. A quell'epoca se ne erano già liberamente stabilite più di 14,000 a tale condizione; mentre altre 16,843 diramazioni particolari dagli *égouts* alle case erano in funzione per le fosse mobili a filtro.

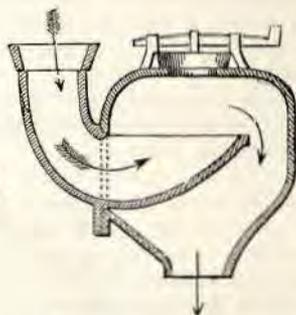


Fig. 984. — Sezione di un sifone otturatore chiuso, sistema di M. Guinier.

L'ingegnere capo dei ponti e strade M. Durand Claye, uno dei più strenui sostenitori del *tout à l'égout*, si occupa ora attivamente per estendere in Parigi lo scolo diretto di tutte le acque di rigetto delle case negli *égouts*. Secondo i suoi progetti le antiche fosse fisse vengono soppresse e trasformate in cantine; la canalizzazione interna viene fatta di tubi in *grès* di m. 0.15 di diametro, con una pendenza di m. 1.25 per metro; le acque pluviali e domestiche sono riunite nel tubo di evacuazione delle latrine.

b) Canalizzazione mista a condotti di sezione ridotta (Sistema tedesco).

I lavori di risanamento delle città di Berlino, Danzica, Breslavia, Francoforte, Amburgo sono basati quasi sopra gli stessi principii che quelli di Bruxelles e di Parigi: 1° Soppressione di tutte le fosse fisse e dei pozzi assorbenti; 2° Costruzione di una rete di canali convenientemente alimentata da acqua e destinata a ricevere le acque meteoriche e domestiche e le deiezioni umane; 3° Depurazione delle acque di fognatura col mezzo della irrigazione.

Si differenzia però essenzialmente il sistema da queste città adottato, in quanto alle dimensioni e forma dei canali. I collettori hanno tutti forma ovoide, con altezze di m. 1.41; 1.25; 0.94 sotto chiave, e larghezze di 0.94; 0.73; 0.63, *aux naissances*, a Danzica (1); di m. 1.20 a 2 di altezza per 0.80 a 1.33 di apertura a Berlino, e di m. 2.15 a 2.80 di altezza per 1.44 a 1.80 di larghezza a Breslavia.

Il fondo dei collettori, invece di presentare una superficie piana come quello degli *égouts* di Parigi, è invece qui concavo; il che evita l'accumulo di depositi negli

(1) Die Canalisation Danzig's. — Deutsche Vierteljahresschrift für öffentliche Gesundheitspflege, p. 160, 182, 200, Erster Band, 1869. — Zur Canalisation von Berlin. — Id. B. d. iv, p. 641; v, p. 326, 434; vi, p. 359.

Zur Canalisation von Breslau. — Journ. f. Gasbeleucht. und Wasservers. XXII, s. 142, 460. — M. A. DURAND-CLAYE, Les travaux d'assainissement de Danzig, Berlin et Breslau. — Revue d'Hyg. et de Police san., 1881.

angoli, ed è favorevole al buono scolo delle acque; ma rende meno facile il percorrerli agli operai. L'insieme del tracciato della sezione si ottiene generalmente col mezzo di una serie di cerchi e di archi di circolo, come si può riconoscere dalla figura 985. Questi collettori sono situati ad una profondità sotto il pavimento delle strade di m. 2.08 a 6.03 per Danzica; di 3 a 4 m. per Berlino e Breslavia. Essi sono costruiti in muratura con pareti di spessore di m. 0.25 e posano sopra un basamento in pietra.

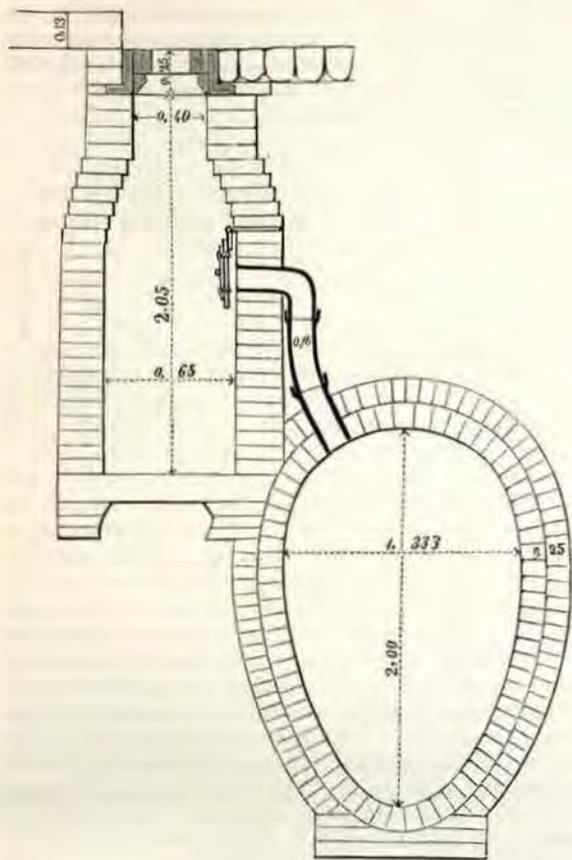


Fig. 985. — Sezione di un canale stradale.

Le bocche di comunicazione (fig. 985) sono costituite di una cisterna in muratura di m. 2.05 di profondità e 0.65 di larghezza, con un'imbroccatura superiore di m. 0.25 di altezza; una griglia mobile attorno ad un asse orizzontale chiude in alto questa cisterna a m. 0.18 al disotto del margine interno del marciapiedi della via. La cisterna è destinata a ricevere le materie solide e pesanti che vi si vengono ad estrarre a mano di tempo in tempo sollevando la griglia. Le acque passano dalla cisterna al canale per un tubo in terra cotta di m. 0.16 di diametro, al dinanzi della cui apertura si trova una placca metallica che si può rialzare e che normalmente lascia un'apertura libera di m. 0.06. Le altre aperture dei collettori sono dei semplici pozzi circolari muniti di scala, aventi superiormente un'apertura di m. 0.51, e chiusi con un coperchio provvisto all'intorno di una griglia circolare. Queste aperture e le bocche stradali servono pure per la ventilazione dei canali.

I canali secondarii delle vie sono costituiti o da tubi in terra cotta, od in *grès* di diametri variabili da metri

0.22 a 0.52; altra volta sono dei piccoli *égouts* ovoidi della stessa forma che i collettori maggiori. Le diramazioni dalle case sono tutte in terra cotta del diametro di m. 0.16, muniti di un sifone in *grès*, secondo il tipo tracciato nella fig. 967 (pag. 725), a chiusura idraulica di metri 0.08 di immersione.

La disposizione dei collettori a Berlino segue un tipo diverso da quello adottato a Parigi e Londra. Il suolo della città è quasi orizzontale e d'altra parte si era stabilito fin dal principio che non si sarebbero versate le acque di fognatura nella Sprea. Non era quindi più necessario di portare i collettori di fianco alla corrente del fiume. Si adottò invece un sistema di canali *radiale*. Si divise la città in cinque bacini ed i collettori furono distribuiti per modo da condurre con pendenza $\frac{1}{2000}$ o $\frac{1}{2500}$ le acque a cinque serbatoi muniti di pompe elevatrici sul perimetro della città. Questi cinque bacini servono per tutta la città centrale, vale a dire, per 2456 ettari, su cui abitano 800,000 persone, e danno giornalmente 100,000 m. cubi d'acqua di fogna.

A Danzica e Breslavia i condotti collettori principali mettono ad un solo serbatoio, da cui, per mezzo pure di pompe a doppio effetto, a valvole a disco, sono pure elevate all'altezza necessaria per distribuirle poi a campi di irrigazione (*Riesefelder*) a distanza dalle rispettive città (V. capitolo *Irrigazione colle acque di fognatura cittadina*).

A Francoforte la canalizzazione data da 15 anni, e comprende una rete di 130 km. di lunghezza, con 25,000 *waterclosets*. La pendenza dei canali è in generale minore di 1 per 2000; ciononostante non vi si verificano ristagni di materiali, nè sono necessari mezzi speciali per pulirli. Bastano a ciò le acque domestiche, che si versano in essi nella proporzione di 15 a 18,000 metri cubi; quest'acqua è raccolta in vari punti della rete di canali in appositi serbatoi per cacciarla poi in essi mediante cataratte destinate a questo scopo.

Considerazioni dal punto di vista igienico sui sistemi di canalizzazione mista.

Tutti questi sistemi di canalizzazioni *miste* presentano da taluni punti di vista vantaggi abbastanza rilevanti e che a tutta prima possono imporre a loro favore. Con essi vengono allontanate dalle città gran parte delle immondizie prodotte dalla vita giornaliera, in modo rapido, comodo, ed all'infuori dell'occhio del pubblico. Per essi non importano in generale cure speciali per parte degli abitanti, e neppure onerosa sorveglianza, salvo casi particolari, per parte delle Amministrazioni, le quali anzi nei sistemi a grande sezione vi possono trovare una facilitazione nel compiere altri servizi pubblici. Se, per ultimo, i canali sono situati abbastanza profondamente nel suolo, possono anche servire per suo drenaggio così da mantenere ad un livello più costante e basso la falda d'acqua sotterranea.

Ma, purtroppo, accanto a questi vantaggi per quanto si riferisce alle comodità del servizio, stanno gravi inconvenienti, specie in ordine all'igiene locale.

Anzitutto si sa che il pericolo più grave che noi abbiamo a temere dai materiali di rigetto si è quello della loro infiltrazione attraverso alle pareti dei luoghi in cui sono raccolti ed in cui scorrono. Ora chi vi ha al giorno d'oggi che creda all'impermeabilità duratura delle pareti ordinarie dei canali di fognatura?

In Inghilterra l'ingegnere Bazalgette in un'ispezione fatta nel 1853 su 122 condotti di Londra ne trovò 23 fessurati e rotti, 47 con depositi sulla parete di non meno

di m. 0.062 di spessore e molti altri quasi otturati, che presto si sarebbero pure guasti (1). Il dott. Edwin Cheshire, dopo indagini fatte sugli stessi canali, asserisce che, se si potesse fare un taglio trasversale attraverso il sottosuolo di Londra a livello dei canali di fognatura, si vedrebbe uno spettacolo ributtante. Il dottor Thorne-Thorne, ispettore medico del *Local Government Board*, dichiarò che *frequentissimamente* i condotti secondari dei canali di Londra non tengono nè l'acqua, nè il gaz, e che il terreno è sotto le case sovraccarico di aria infetta (2). Lo stesso Baldwin Latham (3), il più caldo difensore della canalizzazione, confessa nel suo *Sanitary Engineering* la grande difficoltà di costruire dei canali impermeabili, ed è ben difficile che alcuno da questo suo libro possa venire persuaso della possibilità di ottenere coi mezzi ordinari un tale effetto.

Voglio, finalmente, ancora citare, a proposito del sistema di canalizzazione in Inghilterra, l'autorità dell'ingegnere M. W. Lefeld (4), delegato dalla Prussia a farvi un'ispezione, il quale asserisce che colà nessuno afferma sul serio l'impermeabilità dei condotti, ad eccezione, forse, di quelli che li hanno costruiti. In Germania non si ha maggior fiducia nell'impermeabilità dei canali, a cominciare dall'ingegnere Carl Pieper (5), che tratta la questione in una rimarchevole critica dei progetti di canalizzazione tedeschi, a venire al prof. di chimica agricola in Berlino il dott. Alex. Müller (6); all'ingegnere Lindley che la nega parlando della canalizzazione, ritenuta come modello, di Francoforte sul Meno; al V. Pettenkofer (7) e R. Virchow (8), i quali in questa stessa canalizzazione riconoscono per parte dei condotti un effetto quasi di drenaggio per rapporto ai terreni per cui passano.

È bensì vero che da un certo punto di vista, l'effetto del drenaggio a cui accennano il Lindley, V. Pettenkofer e R. Virchow per parte di questi canali nel terreno, starebbe in loro favore. Basterebbe aver cura di disporli più basso che il piano delle cantine e varrebbero piuttosto a risanarle che ad inquinarne l'ambiente o il terreno circostante. Ma è pure bene badare che, attraverso le pareti di questi canali, si fa piuttosto un ricambio osmotico che non un semplice passaggio di liquido in una od in un'altra direzione. Per cui i liquidi ed i gaz delle fogne potranno ad ogni modo in parte trapelare attraverso alle stesse pareti, anche quando il passaggio è più facile in senso contrario. Che non avverrà quando entro ai canali aumenta la pressione per molto liquido che vi passa, specialmente il mattino e lungo la giornata?

Certo è, che un tal drenaggio fatto con canali pieni di grosse quantità di liquido infettivo è poco rassicurante. Comprendesi un effetto di drenaggio per parte di canali che il più delle volte siano vuoti o quasi, perchè allora la pressione del liquido circostante al canale non incontra un ostacolo in quella di altro liquido che si trovi all'interno, e lo spinge naturalmente attraverso

ai pori delle pareti stesse, ma non più nel caso opposto, quando, come spesso succede, dentro ai canali di fognatura vi è liquido che fa pressione e fuori vi ha terreno poroso contenente aria.

Non è che in modo assoluto sia affatto impossibile costruire canali impermeabili per un tempo anche lunghissimo.

Se si fanno le loro pareti molto spesse (m. 0.50), bene cementate, e connesse con argilla; se tutto attorno vi sia un terreno argilloso, ed il liquido che entro scorre sia molto diluito, così che intacchi assai debolmente le pareti stesse, si può aver probabilità che l'impermeabilità duri gran tempo. Ma questo non è certo il caso che si verifica in pratica, opponendosi a tutte le esigenze di un'eccellente installazione di canali la questione sempre potentissima dell'economia (9). La quale stessa questione economica impedisce si costruiscano tutti i canali sopra un basamento scanalato che renda possibile un buon drenaggio, e valga a raccogliere i liquidi che sfuggono dalle loro pareti. E quando anche così fosse, non sarebbe facile nelle condizioni ordinarie impedire le incrostazioni interne, i depositi e gli otturamenti in questi canali, che non potrebbero mai avere dimensioni molto ampie.

A parte poi la questione della permeabilità delle pareti dei canali, si affaccia quella molto grave ancora dei gaz che si sviluppano dalle materie decomponenti nei canali stessi, dai quali gaz riesce di somma difficoltà il liberare l'ambiente da noi respirato (10).

La composizione dei gaz che si sviluppano dall'acque delle fogne fu assai studiata in diverse contingenze. Se esse sono molto ventilate, l'aria che le percorre contiene 0.53 % di CO₂, e molta ammoniaca, tracce d'idrogeno solforato, e l'ossigeno vi è nelle proporzioni normali come nell'aria atmosferica (Letheby) (11): se le fogne sono male aerate, il gaz in esse contenuto ha 3.4 % di acido carbonico, 1.2 d'idrogeno solforato e solo 17.4 di ossigeno, e molte sostanze che agiscono scolorando l'ipermanganato di potassa (Gualtier de Claubris). Miquel trovò che 1 o 2 litri dell'aria degli *égouts* di Parigi erano sufficienti a sviluppare batterii in un liquido conveniente; notò per di più che l'aria raccolta nella via di Rivoli contiene qualche volta anche una maggiore quantità di batterii che non quella presa nel grande *égout* sottostante. Il che a mio avviso non prova nulla in favore di quest'ultimo; perchè indica solo che i batterii degli *égouts* si sommano nell'aria delle vie con quelli prodotti per altre cause infettanti proprie di queste stesse. Tant'è, che lo stesso Miquel trovò poi sempre inferiore di molto il numero dei batterii dell'aria dell'osservatorio di Montsouris lontano dagli *égouts* (12).

Si sa del resto per le ricerche di Naegeli (13), Wernick (14) ed altri, che i batterii sviluppatisi nei liquidi possono passare nell'aria che li lambisce, e rimanervi

(1) J. W. BAZALGETTE ing. *Report relative to the application, state and examination of tubular pipe drains or sewers*, 1853. — Idem, *British Association Sewage committee*.

(2) THORNE-THORNE doct., *Society of Arts. Conference on the Health and Sewage of Towns*, 1876.

(3) BALDWIN LATHAM, *Sanitary Engineering*, London 1878.

(4) W. LEFELD, *Der gegenwärtige Stand der Abfuhr und Kanalisationsfrage*, Berlin 1872.

(5) CARL PIEPER, *Die Mediziner und Verwaltungsbehörden in der Städtereinigungsfage*, Bresden 1875.

(6) ALEX. MÜLLER, *Deutsche Vierteljahresschrift für öffentliche Gesundheitspflege*, 1873, Bd. IV, p. 545.

(7) V. PETTENKOFER, *Das Kanal- oder Siet-System in München*, 1879.

(8) R. VIRCHOW, *Gesammelte Abhandlungen aus dem Gebiete der öffentlichen Medicin und der Seuchenlehre*, Berlin 1879, II.

(9) I canali attuali si fanno in generale con doppia parete, di cui ciascuna ha lo spessore di m. 0. 12, se a grande sezione, e con parete semplice di m. 0. 12 gli altri.

(10) L'aria ambiente delle nostre abitazioni è in continua attività di ricambio coll'aria del suolo. Forster ha dimostrato che nelle camere del piano terreno di una casa vi ha il 50 % dell'aria della cantina ed il 38 % ancora al 1° piano. Pettenkofer trovò nelle abitazioni, in specie nell'inverno, il 10 a 15 % dell'aria del suolo. La purezza di questa sarà naturalmente in ragione della purezza del suolo stesso.

(11) PARKES, *Manual of Practical Hygiene*, 1878, pag. 108.

(12) M. MIQUEL, *Etude générale sur les bactéries de l'atmosphère. Annuaire de Montsouris*, anno 1881.

(13) NAEGLI, *Loco citato*.

(14) WERNICK, *Die Luft als Trägerin Entwicklungsfähiger Keime*. Virchow's Archiv, c. LXIX.

sospesi. Sono particolarmente i medici d'Inghilterra, dove la canalizzazione si è estesa a maggior numero di città, ed ove quindi l'esperienza fu più ripetuta su vasta scala, che sostengono la teoria della diffusione per i gaz delle fognie delle malattie infettive. Per buon numero di epidemie tifiche si è riconosciuto da essi portata l'infezione dal gaz delle fognie, per cui F. Tyndal, che tanto si è occupato ed è tanto benemerito degli studi sulle infezioni, scrive a proposito delle febbri tifoidee: *Non è dalla camera dell'ammalato che viene trasmessa la malattia: ma ci arriva dalle fognie, e spesso da una località molto lontana da noi; il dott. Bud ha gran ragione quando paragona queste fognie ad un prolungamento degli intestini degli ammalati.*

Nell'ultimo Congresso medico di Londra il dottore Gibert (1) di Havre riferì essersi nella città manifestato colla maggiore frequenza e gravità la febbre tifoidea nei quartieri più belli e più ricchi, precisamente dopo che per la costruzione di nuovi canali si misero in comunicazione cogli *égouts*. Un qualcosa di simile si è verificato a Bruxelles per i quartieri più signorili della parte alta della città, dopo che s'allacciarono per mezzo di canali colla parte bassa.

Eulemburg (2) ebbe ad osservare a Colonia durante un inverno molto rigido un'epidemia di febbri nervose gastriche che fece molte vittime, estesa a tutte le case comunicanti direttamente con un canale di fognatura della città otturatosi per il gelo del Reno. Nelle case vicine non collegate con questo canale non si erano manifestati casi di tali affezioni.

Che questi gaz delle fognie arrivino nelle nostre case seguendo le comunicazioni che stanno fra i canali principali e le case stesse, non vi è nessuno che ne dubiti. Benché si possa fino a un certo punto presumere teoricamente che la corrente del liquido nella fognia, se è forte, debba con sé pure trascinare la corrente gassosa, di fatto poi avviene che i gaz seguono piuttosto le differenze di pressione, le quali sono, indipendentemente dalle grandi variazioni barometriche, determinate pure dalle differenze di temperatura.

Von Rozsaheggi (3) studiò la direzione delle correnti dei gaz negli *égouts* di Monaco, e mentre riconobbe che la direzione loro nei canali principali era secondo la corrente dei liquidi in regola generale, quella, che a noi più importa, dei condotti che mettono dai canali alle case ed alle vie è preferibilmente in senso contrario.

Difatti provò in un tempo non piovoso su 34 comunicazioni esaminate: 18 volte la direzione verso le case, 9 volte verso gli *égouts*, 4 volte indifferente. Su 24 comunicazioni colle strade: 16 volte verso il difuori, 6 volte verso gli *égouts*, 2 volte indifferente.

E finalmente su altre 27 comunicazioni in altro punto: 14 volte corrente ascendente, 9 discendente, 4 indifferente.

Nè si ha a fare fidanza sulle chiusure ad acqua; oramai si è persuasi che nessuno dei tanti apparecchi a tal uopo proposti può servire a dovere. O è l'acqua stessa di chiusura che scioglie i gaz da una parte del sifone e li lascia quindi sfuggire dall'altra; o sono gli stessi gaz che per

umentata tensione nella canna della latrina si fan strada attraverso il sifone, o è l'acqua che evaporandosi cessa di chiudere. Questi apparecchi del resto sono sempre costosi, abbisognano di grande quantità di liquido e non si possono quindi sempre applicare.

Questi inconvenienti sono poi tanto più accentuati, quando e dove il movimento del liquido nel canale si fa stentato e difficile, quando si fanno dei ristagni in taluni punti, specie alle immissioni ad angolo fra condotti minori e maggiori, o nelle curve di uno stesso canale (4); quando la quantità di liquido che corre nei canali è oscillante, e restano per un qualche tempo allo scoperto depositate sulle pareti le materie guaste tenute in sospenso in esso (5), quando, finalmente, per una ragione qualunque avviene un arresto nel movimento del liquido. E, purtroppo, queste condizioni sono la regola generale in quasi tutte le attuali costruzioni di canali, dove si vogliono per la stessa via eliminare dalle città le acque immonde e meteoriche.

A Parigi la mancanza di una sufficiente pendenza dei grandi *égouts* e forse anche in molte occasioni la deficiente quantità di acqua che li percorre, favorisce la formazione di banchi di sabbia, di terriccio, di materie pastose che cagionano dei ristagni se non delle complete ostruzioni (6).

E a Parigi la questione degli odori emananti dalle comunicazioni delle fognie coll'esterno s'è fatta gravissima in questi ultimi tempi, dopo che si è maggiormente tentato d'introdurre negli *égouts* anche i materiali delle latrine.

Una Commissione, nominata a tal riguardo dal prefetto della Senna e composta dei signori Mille, Buffet, Huet e Marié-Davy, in un rapporto steso da quest'ultimo si pronunciò energicamente contro la proiezione negli *égouts* delle acque di rifiuto della cucina, delle materie di deiezione animale, e dei detriti d'ogni natura, domandando inoltre che dei filtri appropriati siano posti alle bocche di immissione degli *égouts* per ritenere la terra e la sabbia che sono suscettibili di ostruire l'interno dei canali, ed una quantità di altri miglioramenti da introdursi in questi, che dimostrano come siano ben lontani da quella perfezione che altri vorrebbe abbiano (7).

Non meno sfavorevole agli *égouts* di Parigi fu un'altra Commissione nominata il 28 settembre 1880 dal ministro di agricoltura e commercio, e composta dei signori Cyprien Girard presidente, Pasteur, Sainte-Claire Deville, Aimé Girard, Wurts, Gavarret, Brouardel, Dubrisay, Fauvel, Schloesing, Paul Girard e Berard segretari, la quale era incaricata di studiare le questioni relative al risanamento di Parigi.

Questa Commissione si dichiarò affatto contraria pure alla proiezione delle materie di deiezione e rifiuto animale negli *égouts* e propose un sistema di canali che si avvicina a quello che più innanzi descriverò del Lierur, opponendosi in ciò al progetto sostenuto dagli ingegneri del Comune di Parigi, con a capo il Durand-Claye, i quali vogliono condurre tutto agli *égouts*, che essi hanno costruito e che a poco a poco restano soli a difendere (8).

(1) V. *Revue d'Hygiène*, t. III, n. 8, p. 694, 1881.

(2) EULEMBURG, *Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen*, Braunschweig 1865.

(3) V. ROZSAHEGGI, *Ueber die Luftbewegung in den Munchener Sieden*. *Zeitsch. für Biologie*, t. XXV, 1881.

(4) *Rapport de la section de médecine sur l'épidémie typhoïde de Bruxelles*, 1875.

(5) OEWERBER DE MAYER, *Les systèmes d'évacuation des eaux et immondes d'une ville*. *Revue d'Hygiène*, 1879, n. 12, e 1880, n. 1.

(6) E. VALIN, *Les projets d'assainissement de Paris*. *Revue d'Hygiène et de police sanitaire*, anno 1861, pag. 809.

(7) M. MARIÉ-DAVY, *Rapports présentés à la Préfecture de la Seine, sur les égouts et les mouvances d'écouls de Paris*. *Le génie civil*, 1881.

(8) I rimproveri più gravi mossi da questa Commissione al progetto di immissione delle materie fecali negli *égouts* sono i seguenti:

1° È impossibile costruire canali impermeabili, il sottosuolo delle vie sarà quindi impregnato di liquidi putrescibili;

2° La rete attuale di *égouts* non ha nè pendenza, nè ampiezza sufficienti;

3° Gli *égouts* lasciano sviluppare emanazioni fetide e miasmi insalubri;

4° L'aggiunta di materie fecali alle acque degli *égouts* aggraverà

Una grave difficoltà presenta per ultimo ancora il sistema di canalizzazione mista, e tanto più grave quando si vuole perfezionarlo con l'introduzione nei canali di forti correnti d'acqua, in ragione dell'enorme massa di liquido, tutto inquinato e guasto, che debbesi in qualche modo disperdere. È vero che questo liquido tiene allora le sostanze organiche in decomposizione ad un forte grado di diluzione; ma noi sappiamo pure che come infettante, l'acqua è pericolosa anche quando è inquinata da germi morbosi a dose così piccola (come in taluni pozzi) da non potersi riconoscere all'aspetto ed al sapore.

È questo a mio avviso l'appunto più grave che si deve fare dal lato igienico al sistema di canalizzazione. Si ha da liberarsi da un materiale che noi stimiamo pericoloso; questo materiale sappiamo contenere un veleno il quale si riproduce e moltiplica all'infinito, purchè il liquido in cui è versato abbia gli elementi atti a nutrirlo; sappiamo che nessun liquido meglio che l'acqua di rigetto della vita ordinaria e di lavatura del terreno soddisfa a queste condizioni, e noi è precisamente in quest'acqua che lo diluiamo, per crearci un più grande imbarazzo a distruggerlo.

Ai mezzi escogitati e sperimentati per ovviare a questi inconvenienti, specie coll'irrigazione di terreni, sarà dedicato un articolo speciale sull'*Irrigazione colle acque di fognatura cittadina*.

Più, del resto, di qualunque delle surriferite considerazioni fanno riflettere sulla opportunità o meno di questi sistemi le condizioni in cui si trovano ora le città che li hanno applicati. Dopo i famosi *odeurs* a Parigi, di cui si è tenuto sopra parola, vi si sono constatati fatti anche più gravi per parte delle malattie infettive, che il Brouardel riconobbe farsi di giorno in giorno più frequenti e micidiali appunto in rapporto coll'estendersi maggiormente dell'immissione di tutte le immondizie negli *égouts* della grande metropoli (1). Uno studio da me iniziato per Parigi sul rapporto fra le oscillazioni dell'endemia tifosa ed i fenomeni meteorologici tende a dimostrare che in queste ha una grande parte causale la canalizzazione, per gli effluvi infettanti che da essa possono in determinate contingenze svilupparsi in più o meno grande quantità e passare nelle abitazioni (2). E, per quanto predomina in Parigi vivo il desiderio di difendere i propri *égouts*, che hanno costato tanta somma di lavoro e di denaro, tuttavia non può a meno l'Amministrazione di quella città di commuoversi di questi cattivi risultati pratici del sistema adottato di risanamento, ed in questo stesso anno inviò un'apposita Commissione a studiare nel Belgio, nell'Olanda ed Inghilterra la questione, per vedere modo di rimediare con meno discapito a tanto inconveniente. Questa Commissione non ha ancora riferito ufficialmente, ma da rapporti parziali pubblicati risulta che non ebbe migliore impressione per la canalizzazione di Bruxelles ed inglese, avendo riscontrato dovunque gravi imperfezioni, che, a parte gli inconvenienti inerenti ai sistemi adottati, provano ancora la straordi-

naria difficoltà di applicarli a dovere e di conservarli in buone condizioni anche quando si siano inizialmente impiantati nel miglior modo.

A Berlino, dove si sono spesi già più di 40,700,000 franchi per canalizzare buona parte della città ed i canali furono molto bene costruiti secondo i migliori tipi, si dovette riconoscere inconvenienti così seri per parte dell'irrigazione colle acque da essi raccolte, che lo Stato, in seguito a relazione di apposita Commissione mandata a studiare la questione sul luogo, stabilì una sorveglianza speciale sulle terre irrigate e proibì l'ulteriore raccordamento di altre case colla canalizzazione, per non aumentare la quantità delle acque di irrigazione. Da ciò ne viene una posizione molto critica per Berlino, che dovrà probabilmente cercare qualche altro mezzo di liberarsi delle sue acque immonde se vorrà terminare la sua canalizzazione e trarne il partito desiderato (3).

c) Canalizzazione distinta a circolazione continua (Sistema inglese).

È appunto per combattere in parte gli inconvenienti della canalizzazione mista ed a condotti di grande sezione che Edwin Chadwick propugnò fino dal 1843 l'idea di incanalare le acque di rifiuto delle abitazioni separatamente da quelle meteoriche, stabilendo per le prime un sistema di *circolazione continua* senza interruzione e rallentamento. L'ideale di questo sistema è di togliere l'acqua dai luoghi dove è in troppa abbondanza da rendere i terreni stessi incultivabili e pericolosi all'uomo, portarla alla città, farla passare a corrente continua nei canali scaricatori delle immondizie di ogni genere delle abitazioni ed incanalarla quindi un'altra volta, per distribuirla poi carica di materiali fertilizzanti sui terreni incolti ed aridi. Si dovrebbero stabilire due serie di tubi nelle città, di cui l'una apporri l'acqua pura, l'altra esporti l'immonda; e così pure nelle campagne due serie di tubi, una di drenaggio per togliere l'acqua filtrata attraverso il suolo che lo renderebbe paludoso, ed un'altra di irrigazione che conduca il liquido carico di materiali organici alla produzione agricola. « Nous n'admettons pas l'avantage de la grandeur romaine jusqu'au présent tant vantée pour les égouts métropolitains. Nous n'admirons pas, nous, ces vastes galeries souterraines, au courant lent, aux accumulations putrides qui ne sont, en vérité, que des fosses prolongées. Nous les remplaçons ces conduits semi-stagnants, par des tuyaux en grès à petites sections, bien fournis d'eau à courant rapide, chassant toute ordure au moment même de sa production, la chassant avec une vitesse moyenne d'une lieue par heure au moins, la chassant hors de la ville, où elle est poison, vers la campagne, où elle devient nourriture. Ainsi, pour nous, plus de vidange de fosse, plus de curage d'égout par le travail humain » (*Circulation ou stagnation*: discorso di M. J. O. Ward al Congresso d'Igiene a Bruxelles, a. 1852) (4).

maggiormente il metitismo e favorirà la propagazione delle malattie contagiose;

5° Infine, i germi morbiferi contenuti negli *égouts* non saranno meglio distrutti coll'irrigazione sopra il suolo e colla coltivazione, di quello che siano i micrubi carbonchiosi distrutti nelle fosse in cui sono seppelliti gli animali morti per carbonchio.

Vedi *Les projets d'assainissement de Paris*, par M. VALLIN. *Revue d'Hygiène*, t. III, n° 10. La stessa *Revue* ha parecchi interessanti articoli, in cui è svolta e dibattuta la questione dai sostenitori dei due campi.

(1) In una diligente nota del dott. P. BROUARDEL *Sur la mortalité par quelques maladies épidémiques à Paris, pendant les douze dernières années*, *Revue d'Hygiène*, n. 11, 1882, si ricava che in Parigi vi ha un pro-

gressivo e forte aumento di mortalità, per tutte le principali malattie epidemiche, come risulta dal seguente quadro:

Mortalità media per 100,000 abitanti.					
Anni	Febbre tifoida	Difterite	Varicella	Rosolia	Scarlattina
1869-72-73-74	48.4	53.6	11.4	30.3	7.2
1875-76-77-78-79	61.4	88.8	17.2	37.5	4.6
1880-81	96.5	101.8	74.8	43.3	18.1

(2) L. PAGLIANI, *L'epidemia di febbri tifoida a Parigi*. *Giornale della Società Italiana di igiene*, a. V, n. 3 e 4.

(3) *L'Hygiène à Berlin*, par M. D. VILLARET. *Revue d'Hyg.*, 1882, n. 12.

(4) EDWIN CHADWICK C. D., *Circulation ou Stagnation*, Londres et Paris 1881.

Dove non si ha sufficiente pendenza, questa circolazione viene attivata col mezzo di pompe a vapore, che funzionano come cuori intercalati in questa circolazione vasale.

In Inghilterra parecchie città hanno adottato più o meno bene questo sistema, ed il Chadwick cita come i migliori esempi fra le altre Croydon, Bedford, Cheltenham e Leamington.

Veramente pare che dal punto di vista del risanamento questo sistema lasci pure a desiderare, poiché a Croydon, che si cita come modello, le febbri tifoidee non paiono aver trovato un ostacolo nell'installazione di questi canali.

Lo stesso Baldwin Latham, ingegnere, che progettò e compì nel 1851 i lavori di canalizzazione di Croydon, afferma che ivi la febbre tifoidea non aveva mai per lo innanzi fatto stragi; ma che appena i canali cominciarono a funzionare, la malattia fece la sua apparizione in forma epidemica (*Society of Arts; Second annual conference on the health and sewage of towns*). Si stabilirono apparecchi ventilatori; la lavatura degli *égouts* si fa con 250 litri di acqua per abitante; l'applicazione di *waterclosets* è fatta al ogni latrina e ciononostante la mortalità per febbri tifoidee per 100,000 abitanti si mantenne in queste proporzioni fra il 1865 ed il 1875:

1865	132	1871	39
1866	111	1872	40
1867	26	1873	17
1868	69	1874	23
1869	32	1875	139
1870	29		

Queste cifre sono altissime per una città di circa 63,000 abitanti e che vorrebbe avere il miglior sistema di risanamento locale.

A Londra vi ha pure la circolazione continua, ma la costruzione degli *égouts* è così cattiva che, al dire di Chadwick, si possono essi paragonare al corpo di una storta piena di materie in fermentazione, ed i condotti delle latrine al collo di questa che traduce nelle case i prodotti in essa sviluppati (1).

Egli è evidente che teoricamente un tale sistema presenta grande attrattiva, e che dove è ben applicato non può a meno di recare dei vantaggi grandissimi a petto delle fosse fisse o delle canalizzazioni ordinarie a circolazione intermittente e stentata: ma il fatto stesso della cattiva prova che fa a Londra ed in altre città d'Inghilterra, lascia molto dubitare della facilità di una buona installazione. E se questo dubbio è legittimo per le ricche città inglesi, che non sarà per le nostre città italiane, dove non solo si opporrebbe a tale sistema l'alto costo dell'impianto, ma ancora il forte prezzo del combustibile necessario a dare il voluto movimento a tutto questo liquido, e non raramente anche la difficoltà di trovarlo, se è giusto che ce ne vorrebbe almeno da 200 a 250 litri per persona al giorno? Non v'ha dubbio però che questo sistema sarebbe di molto preferibile a quello più generalmente adottato nel continente.

d) Canalizzazione distinta semplice.

Il sistema di canalizzazione distinta dei prodotti di deiezione umana dalle altre acque di uso familiare o meteoriche incontra al giorno d'oggi sempre crescente favore e fu preso a sostenere dagli ingegneri inglesi e nord-americani.

L'ingegnere Rawlinson del *Lokal Government Board of England* combatte la canalizzazione mista, per l'impossibilità di incanalare, senza enorme spesa, sotto il suolo le grandi quantità d'acqua sucida in tempo di pioggia; per Rawlinson dovrebbe l'acqua meteorica lasciarsi scorrere sul suolo, ed intubarsi le sole acque immonde per contenere deiezioni organiche (2). In America molte città stanno studiando l'applicazione di tale sistema, persuase pure dalla poca spesa del suo impianto e manutenzione.

Uno dei più lodati esempi di questo sistema di canalizzazione è quello ultimato nello scorso 1881 a Memfi nello Stato di Tennessee degli Stati Uniti d'America (3). La città conta 35,000 abitanti ed occupa le alture ed i pendii d'ambe le parti di una valle, in cui scorre con alcune diramazioni un torrente detto *Bayou Gaisso*. Questo torrente mette in un più grosso corso d'acqua che non lungi dalla stessa città si versa nel Mississippi.

Per questa città sono dunque facili e rapidi gli scoli delle acque nei canali e da questi nel grosso fiume. Vi si costrussero pertanto il più possibile presso le due sponde del torrente e delle sue diramazioni principali condotti collettori, i quali debbono riunirsi per continuare fino ad immettere direttamente nel gran fiume. A questi condotti collettori, che misurano una lunghezza di metri 7400, si innestarono le tubazioni secondarie stradali per una lunghezza di m. 55,600; in tutto circa 63 chilometri.

Tutto questo sistema di fognatura, ideato dall'ingegnere Waring, è stabilito su questi principii:

1° Che i suoi canali sono tubulari e di piccolo diametro;

2° Che questi canali ricevono soltanto le deiezioni animali e le acque domestiche e non le acque pluviali, che si scaricano con altri canali;

3° Che all'estremità superiore di ogni tubazione secondaria avvi una cisterna automatica d'afflusso, secondo il sistema *Rogers Field*;

4° Che, fra i condotti stradali e la tubazione delle case, sta un pozzetto di deposito per ricevere ed estrarre le sostanze pesanti.

I condotti principali o collettori hanno il diametro di m. 0.25 a 0.50; i secondari di 0.15 a 0.20.

Oltre questo sistema di canali, proporzionato a ricevere i soli rifiuti immondi dalle case, sono disposti sulla stessa loro trincea, sia allo stesso livello, sia al disotto, tubi di drenaggio agricolo per smaltire le acque delle strade e meteoriche. Questi tubi di drenaggio mettono direttamente nel torrente.

I canali neri non hanno bocche di spurgo, ad eccezione di poche distribuite sui condotti principali.

All'estremità superiore, invece di ogni condotto secondario, è posta una vasca con apparecchio automatico d'afflusso secondo il sistema di *Rogers Field*, la quale appena riempita, può versare in 40 secondi 507 litri, d'acqua e spazzare così rapidamente il tubo secondario corrispondente.

La tubazione dalle case è tutta del diametro di m. 0.10, e ogni attacco di casa è provveduto di apposite valvole, non essendo permessa alcuna valvola lungo il condotto. Perchè questa tubazione dalle case possa anche fungere da ventilatore per il pubblico condotto di fognatura, dessa si eleva sempre collo stesso diametro sino al disopra dei tetti.

(1) EDWIN CHADWICK: *Circulation ou Stagnation*, p. 31.

(2) M. KNAPP, *Ueber die Principien, welche einer systematischen Reinigung und Entwässerung von Städten zu grunde zu legen sind.* — *Gesundheit's Ingenieur*, 1882, n. 1.

(3) BIGNAMI-SORMANI, *La fognatura della città di Memfi nel Tennessee.* — *Giornale della Società Italiana di Igiene*, n. 7 e 8, anno 1882.

I tubi sotterranei sono in ghisa con raccordi fuori terra in piombo.

Per pulire, in caso di ingombro, i collettori principali, si usa farvi passare una palla metallica vuota, più leggera dell'acqua, e di diametro alquanto inferiore a quello dei canali. Spinta per la forza della corrente, questa palla si muove con una velocità minore di questa; sicchè le acque restano dirette contro la superficie interna del canale ed esercitano un'azione più potente per pulirla.

Per il buon funzionamento di questo sistema importa una ricchezza piuttosto grande di acqua, una pendenza abbastanza forte del terreno, e può dare eccellenti risultati in quelle città dove si possiede una condotta d'acqua sotto pressione per gli usi domestici.

La tubulatura metallica mette al sicuro il suolo dalle infiltrazioni di materie inquinanti: la rapidità del deflusso dei materiali di deiezione ne impedisce la putrefazione presso le abitazioni ed in rapporto cogli abitanti: l'esclusione delle acque meteoriche ed industriali mantiene ad un grado di maggior concentrazione i materiali stessi, più adatti quindi ad una facile irrigazione.

Questo sistema, applicato a dovere dove è possibile nelle città già munite di canali bianchi per le acque meteoriche, risponde egregiamente alle esigenze della igiene e della facilità del servizio, ed abbastanza bene ai desiderii dell'agricoltura.

Anche dal punto di vista economico presenta questo sistema dei vantaggi, per la speditezza dell'impianto e per la relativamente poca sorveglianza necessaria a mantenerlo in funzione.

e) Canalizzazione distinta con aspirazione pneumatica (Liernur).

Il capitano ing. Liernur, olandese, fin dal 1860 fece conoscere un suo sistema differenziatore (1), che risponde meglio di qualunque altro al concetto di esportare da un centro abitato le immondizie in una maniera sistematica e razionale; pur conservando tutte le parti utili come concime, senza diluizione, all'agricoltura; evitando ogni pericolo di infettare il suolo, l'atmosfera o le correnti acquee, e risparmiando quei possibili incomodi inerenti ad altri sistemi che pure dal punto di vista igienico non sono a questo inferiori. Nel sistema Liernur si divide il lavoro di esportazione delle acque meteoriche ed immonde delle città in due reti di condotti sotterranei separati. Una di queste reti di condotti serve esclusivamente ad evacuare le deiezioni umane dalle latrine delle case e dagli orinatoi pubblici. Essa è costruita interamente in tubi di ghisa a pareti impermeabili e trasporta la massa molto sciolta (secondo l'esperienza, nelle proporzioni di 1 di materie solide per 12 a 15 di acqua), col l'aiuto della pressione atmosferica, ad un grande serbatoio sito fuori dell'abitato, dove questa materia può essere venduta subito in natura o trasformata in concime secco coll'evaporazione.

La seconda rete di condotti sotterranei è costituita da cilindri di terra cotta, e serve ad esportare il resto delle acque di rifiuto delle case e quelle meteoriche, separate per filtrazione dalle materie voluminose da esse tenute in sospensione, come pure le acque delle industrie, quando purificate.

Queste acque di rifiuto da cui sono escluse le materie di deiezione umana, i residui della cucina, i cascami delle industrie e la scopatura delle vie, possono senza alcun

pericolo venire immesse nelle correnti dei fiumi anche immediatamente presso l'abitato, per cui non abbisognano di canalizzazione costosa o di mezzi di dispersione.

Questo sistema, meno conosciuto in Italia, merita di essere alquanto più estesamente descritto, tanto più che si ha l'opportunità di presentare il maggior numero delle figure originali con cui venne esposto dal prof. Owerbeck de Méjer in una sua interessantissima memoria sulla questione della fognatura (2).

Canalizzazione stradale. — *Bocche di immissione delle case e delle vie.* — Anzitutto per ciò che riguarda la canalizzazione delle acque di rifiuto non inquinate da materie fecali, affine di evitare le grandi dimensioni dei canali del sistema inglese, necessarie per essere accessibili agli operai incaricati di tenerli puliti, si applica nelle case un sistema speciale di lavandini a filtro, e le bocche di apertura verso le vie sono pure provvedute di una specie di filtro che ritiene le materie solide pesanti di origine minerale, come la sabbia, i detriti del selciato delle vie, ecc. A questo modo non avviene mai che si facciano dei depositi sedimentari nei canali e resta superflua ogni loro cura.

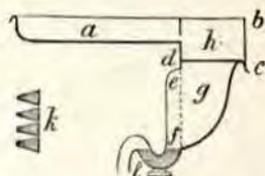


Fig. 986. — Sezione di un lavandino per usi domestici. — a Vasca del lavandino; h g, imbuto; e f, griglia dello scaricatojo g; l, sifone; k, pezzo di griglia ingrandita.

La figura 986 rappresenta la sezione di un lavandino per cucina, per corridoi, ed altre parti dell'abitazione. Alla vasca a del lavandino viene adattato un imbuto h g capace di contenere due secchie d'acqua, l'altezza b c può variare secondo la si desidera. La parete posteriore dell'imbuto dello scaricatojo g è formata da una griglia in ferro e f le cui sbarre a forma prismatica secondo è rappresentato più in grande in k hanno la loro base rivolta verso l'imbuto, lasciando tra loro uno spazio di mezzo millimetro. Per tale disposizione le materie solide che vi possono passare non occludono la griglia e seguono col liquido il loro cammino per il sifone l il cui canale discendente conduce al condotto collettore. Le materie solide trattenute dalla griglia possono venire esportate a mano od immesse nell'altra rete pneumatica di canali.

La figura 987 rappresenta la disposizione delle bocche di strada destinate a ricevere le acque piovane e di lavatura e le spazzature della strada stessa. Un imbuto, che riceve le acque del suolo, passa attraverso la tela metallica tesa dentro un cilindro, il quale a sua volta passa attraverso la tela metallica della tinozza principale. Per tal modo le acque della strada non possono uscire dalla tinozza che passando per queste tele che sono in rame ed a fori di 5 mm. di diametro.

Se queste acque passano per la tela inferiore esse sciolano in un canale che conduce all'égout collettore; se la tela inferiore è ostruita le acque passano per quella superiore, sbordano il cilindro e vengono a cadere sulla tela inferiore per nettarla col far ricadere le materie rimaste nei fori della tinozza. Questa tinozza è situata ad una profondità tale che le tele metalliche non gelano in inverno.

(1) LIERNUR, Die pneumatische Kanalisation in der Praxis, Francoforte s/M, 1873. — (2) Revue d'Hygiène, n. 1880, p. 6.

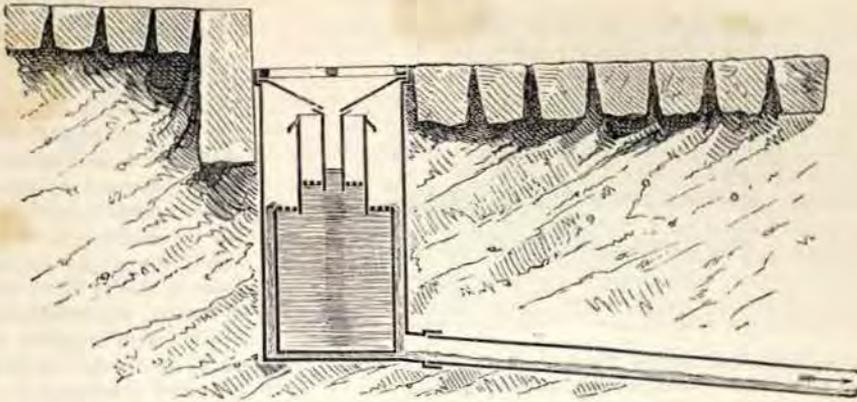


Fig. 987. — Sezione di una bocca di immissione dalle vie verso i canali stradali secondo il sistema Liernur.

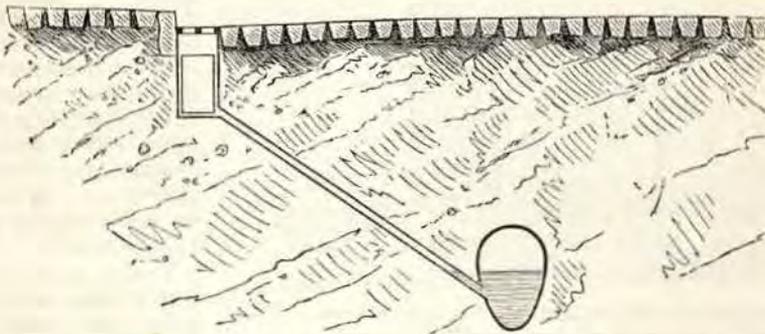


Fig. 988. — Sezione di un canale stradale e bocca di comunicazione col pavimento della strada, secondo il sistema di canalizzazione inglese.

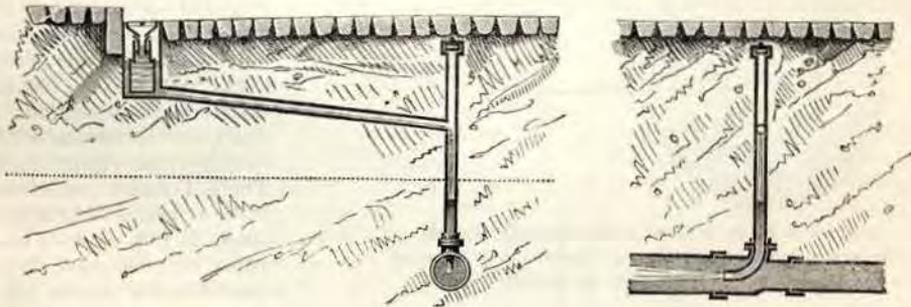


Fig. 989. — Sezioni trasversale e longitudinale del sistema di canalizzazione stradale secondo Liernur, con iniettatore nel centro del canale.

Canali collettori. — Il condotto collettore è costituito di un cilindro in terra cotta inglese ed è situato il più possibile al disotto del livello normale della falda d'acqua sotterranea. Questi cilindri sono uniti fra loro o con cemento o con manicotti (*manchons*), oppure si fa una doppia tubulatura per modo che l'unione di due cilindri interni corrisponda alla parte mediana del cilindro esterno.

Nello spazio fra le pareti dei due canali (m. 0.025) si fa passare dell'argilla. Con questo secondo modo di tubulatura si ha una chiusura molto più esatta con una spesa maggiore di soli due franchi per metro. Il diametro di questi canali è calcolato per le piogge normali e non temporalesche come per il sistema inglese (fig. 988), e per dare sfogo a queste ultime vi ha una disposizione per cui si aumenta la velocità della corrente, in rapporto colla maggior quantità di acqua da immettersi.

Questa disposizione consiste in un tubo ricurvo detto iniettatore dell'*égout*, il quale caccia l'acqua di pioggia in un getto unico al centro stesso del canale nella direzione della corrente. Le diramazioni di canali che conducono l'acqua delle bocche delle strade all'*égout* non comunicano lateralmente con quest'ultimo, come è il caso del sistema inglese, ma sono posti verticalmente per modo che l'acqua affluisce direttamente nella bocca dell'iniettatore (fig. 989).

Quando aumenta l'acqua piovana essa s'innalza nel tubo verticale dell'iniettatore e forma una colonna la cui pressione idro-dinamica accelera il movimento della corrente.

Questa ingegnosa disposizione trovata dal Liernur assicura una facile, economica ed automatica lavatura degli *égouts*, risparmiando le spese sempre gravi della cura della canalizzazione inglese.

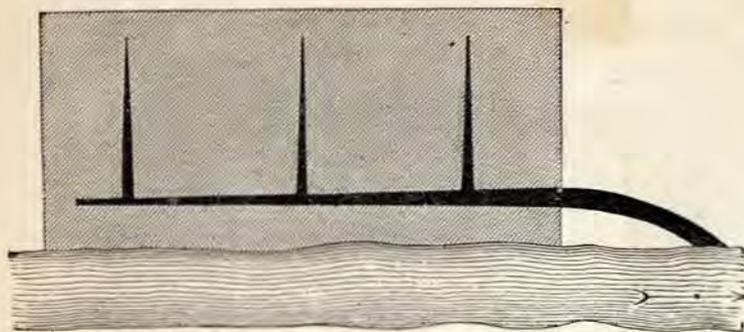


Fig. 990. — Figura schematica indicante l'ampiezza di sezione necessaria per l'insieme dei canali, secondo il sistema di canalizzazione inglese.

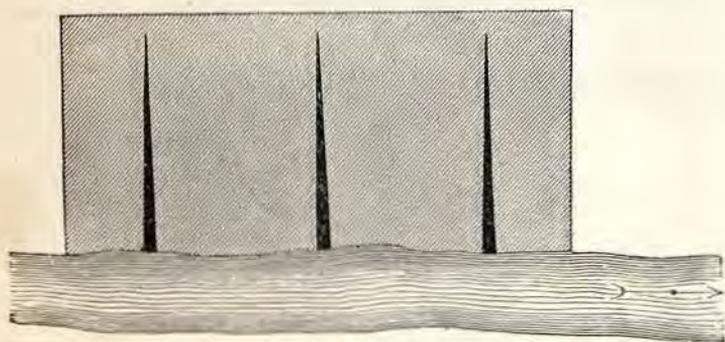


Fig. 991. — Figura schematica indicante l'ampiezza di sezione necessaria per i canali secondo il sistema Liernur.

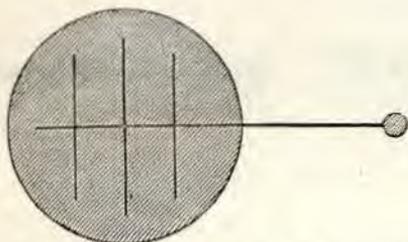


Fig. 992. — Figura schematica indicante la distribuzione generale in una città dei tubi della rete primaria in comunicazione colla pompa pneumatica nel sistema di canalizzazione pneumatica Liernur.

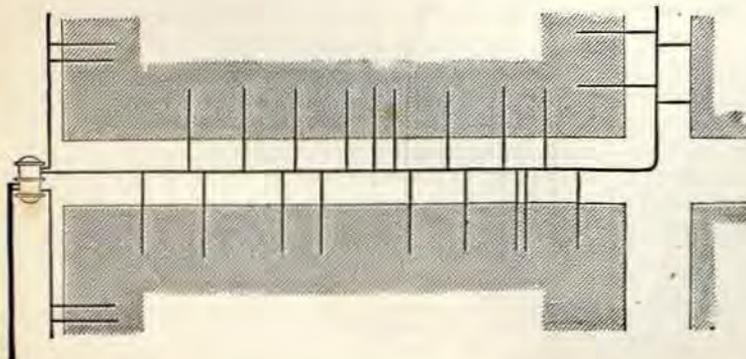


Fig. 993. — Rapporto di comunicazione di un serbatoio pneumatico stradale con un condotto primario e con tre canali secondari e di questi colle case per mezzo di canali terziari, nella canalizzazione pneumatica Liernur.

Per ultimo, non essendo quest'acque inquinate da materie organiche di origine infettiva, si possono versare direttamente nei corsi d'acqua presso le città con grande risparmio nella percorrenza dei canali e nelle loro sezioni. Le figure 990 e 991 danno idea del rapporto fra le ampiezze di sezione per i sistemi inglesi e per il sistema Liernur.

Per queste diverse disposizioni il costo di costruzione della rete di canali che si eleva per quelli del sistema inglese in media da 75 a 80 fr. per metro di strada, senza tener conto delle spese di provvista di acqua necessaria per lavarli, sono ridotti a 25 a 40 fr. compresi i tubi di drenaggio.

Canalizzazione pneumatica. — La seconda rete di tubi per l'esportazione delle materie fecali e delle urine risulta anzitutto di un sistema di tubi in ghisa del diametro di 125 mm., posto in diretta comunicazione con una pompa pneumatica situata fuori della città e che mantiene in essi continuamente il vuoto. Questa prima rete di tubi si distribuisce sotto il suolo delle strade per tutte le direzioni e punti principali della città. La fig. 992 dà un'idea schematica di questa disposizione.

Vi sono in secondo luogo di tratto in tratto lungo le diramazioni di questa prima rete, stabiliti anche nel sottosuolo, dei serbatoi pure in ghisa, i quali possono mettersi in comunicazione con essa, coll'apertura di una semplice chiave.

Questi serbatoi sono situati nei crocicchi delle vie e da essi partono condotti secondari, che percorrendo le vie stesse ricevono da destra e sinistra i condotti che possiamo chiamare terziari, provenienti dalle latrine delle case e dagli orinatoi delle strade (fig. 993). — Anche i condotti secondari sono provvisti, al punto di loro partenza dai serbatoi, di una chiave, coll'aprirsi della quale vengono posti con essi in comunicazione. La figura 994 dà la sezione di questo serbatoio e del modo di comunicazione di esso colla rete primaria e secondaria.

Ad impedire le differenze negli effetti dell'aspirazione centrale nei diversi condotti speciali alle latrine, quando, come per lo più accade, in essi vi ha differente quantità di materia, Liernur stabilì delle curvature nei condotti per modo da costituire dei sifoni intercalati a corto braccio verticale come è rappresentato nelle fig. 995 e 996. Per tal modo avviene che, quando sono molti questi condotti terziari (ad Amsterdam con un tubo secondario di 250 metri vi ha 80 condotti terziari che vi portano i materiali di un numero doppio di latrine), quelli di essi che sono più provvisti di materia ed in cui è quindi più forte la colonna di pressione, si svuotano in parte i primi e

man mano in seguito gli altri finchè tutti abbiano un'eguale colonna di liquido; da questo momento l'aspirazione agisce poi omogeneamente in tutti i condotti e lo svuotamento si fa graduale in tutti ad un tempo. Il funzionare di questo intiero sistema è molto semplice. Un solo operaio, essendo chiuse le comunicazioni fra i tubi delle vie ed il serbatoio, apre per pochi secondi quella fra la rete centrale ed il serbatoio stesso, con che vi si fa un vuoto di due terzi d'atmosfera; apre in seguito la comunicazione con uno dei canali della strada, la cui materie si precipitano nel modo suddescritto nel serbatoio.

Ripete la stessa operazione per gli altri tubi delle strade ed in circa mezz'ora col semplice maneggio di chiavi può vuotare tutto il materiale versato in una giornata da 1500 a 4000 persone. Per esportare poi queste materie dal condotto vi ha un tubo che comunica col mezzo di una chiave colla parte inferiore del serbatoio. Fatto il vuoto in questo condotto emissario non si ha che ad aprir la detta chiave, lasciando il serbatoio in comunicazione coll'aria atmosferica e le materie vengono cacciate dalla pressione di questa all'officina centrale.

Lo svuotamento di ogni serbatoio si compie per lo più una volta al giorno, ma si può anche eseguire più spesso senza disturbo, specialmente in caso di malattie infettive.

Questi materiali raccolti al deposito sono venduti subito per l'agricoltura o trattati con 1 per % circa di acido solforico per ritardarne la fermentazione e fissarne l'ammoniaca per trasformarli poi in *poudrette*. — I gas coll'aria che si aspira colla pompa pneumatica dalla città, vengono cacciati nei focolari del generatore del vapore, per cui nulla di infetto esala dall'officina. Si calcola che la potenza dei motori della pompa pneumatica sia di circa $\frac{3}{4}$ di cavallo-vapore per ettara di città.

Apparecchi di chiusura delle latrine del sistema Liernur. — Benchè si possa adattare in questo sistema del Liernur all'imboccatura delle latrine qualunque apparecchio di chiusura, ciò nulla meno risponde meglio di qualunque ed è generalmente preferito nei Paesi Bassi quello del Liernur stesso col nome di *Siège pneumatique*. La figura 997 rappresenta il modello più semplice di questo sistema, proposto per le case meno ricche.

In questo apparecchio l'imboccatura a imbuto ha la parete posteriore verticale perchè non resti insudiciata dalle materie fecali; all'apertura superiore vi ha una vaschetta interna di poca profondità e dallo spazio rimasto fra questa e la parete dell'imbuto parte un tubo

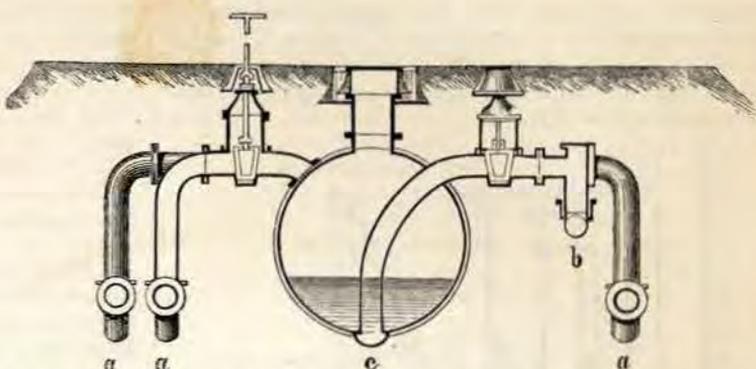


Fig. 994. — Sezione trasversale di un serbatoio pneumatico stradale con sue congiunzioni coi canali secondarii a e col canale primario b, con valvole di chiusura.

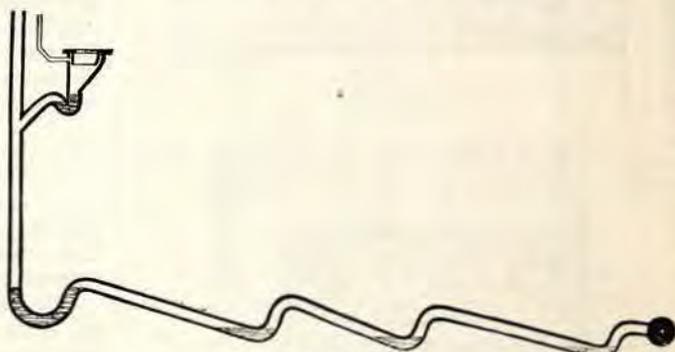


Fig. 995.

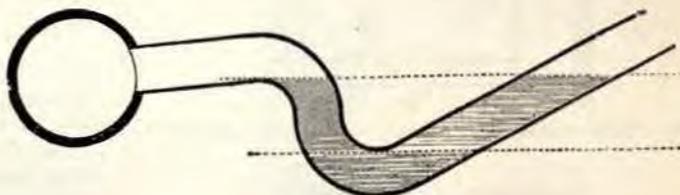


Fig. 996.

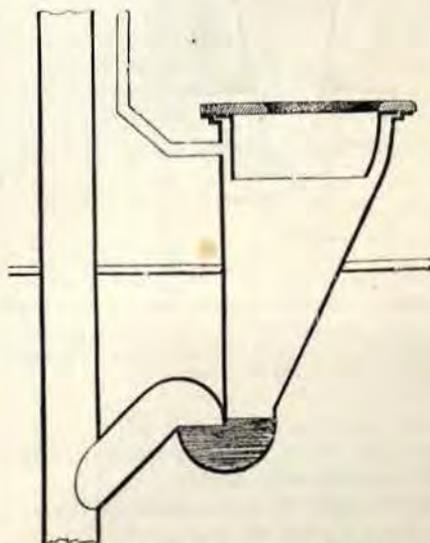


Fig. 997. — Chiusura ad aria. Il grosso tubo è il tubo di caduta, il piccolo è tubo ventilatore.

ventilatore che va ad un camino o mette sul tetto, provvisto in tal caso di un aspiratore di Wolpert. Il sifone inferiore si apre in un tubo di caduta verticale che riunisce le diverse latrine della casa e comunica esso pure in alto col tetto.

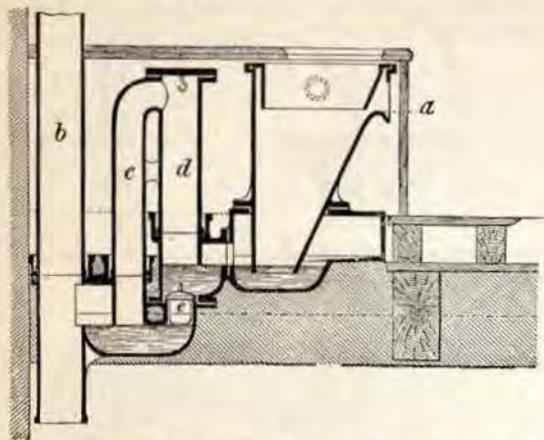


Fig. 998. — Chiusura ad aria. Modello con rialzo del sedile. Sezione verticale. — a, Margine anteriore della vaschetta ad imbuto; b tubo di caduta; c, di comunicazione; d, di scarico; e, otturatore.

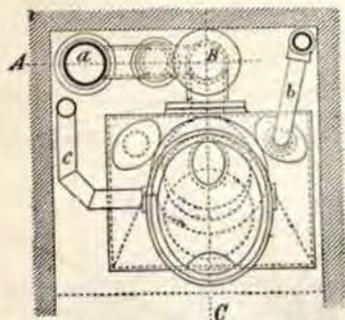


Fig. 999. — Chiusura ad aria. Figura prospettica del modello precedente.

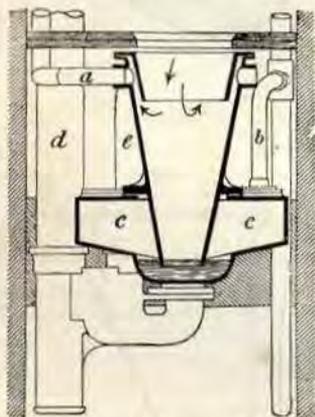


Fig. 1000. — Chiusura ad aria. Modello senza il rialzo del sedile. a, Tubo di ventilazione della vasca; b, tubo di ventilazione del serbatoio; c, serbatoio; d, tubo di caduta; e, tubo di scarico.

In ragione di quest'apertura del tubo di caduta l'aspirazione pneumatica dello svuotamento non è sentita da chi si serve in tal momento della latrina.

Per evitare l'inconveniente che per incuria si getti nella

(1) Vallin consiglia, dove non si può applicare convenientemente altro sistema migliore, di adoperare questa stessa polvere di terra secca per gettarla nelle fosse fisse ridotte a piccole dimensioni e nelle quali si ammetta il meno possibile di urine. Queste fosse si potrebbero vuot-

latrina troppo liquido oltre i materiali di deiezione, il Liernur diede due altri modelli di sedile, nei quali le materie non si versano nel tubo di caduta continuamente, ma solo all'atto dell'aspirazione pneumatica.

Nel primo modello (fig. 998), l'imbuto della latrina pesca in una vasca in ferro e l'estremità superiore del tubo di caduta *b* è chiuso. Dietro l'imbuto s'innalza un tubo in ferro *d* che fa passare le materie fecali della vasca col mezzo di un tubo *c* in un recipiente più piccolo separato dal primo per un peso otturatore *e* di kg. 2.900; la parte anteriore dell'estremità superiore dell'imbuto *a* è aperta ed a bordo ripiegato. La fig. 999 rappresenta una proiezione orizzontale di quest'apparecchio: *a* è il tubo di caduta, *b* il tubo di ventilazione del serbatoio e *c* il tubo di ventilazione dell'imbuto. La vasca in ferro ha ampiezza più che sufficiente per l'uso regolare a cui deve servire, ma se si esageri nel versarvi liquidi questo s'innalza nell'imbuto fino a riversarsi fuori per il suo margine superiore in *a* (fig. 998). Il passaggio in *e* è lasciato per aprirsi in caso che qualche accidente impedisca il funzionare dello svuotamento pneumatico della latrina.

L'altro modello è rappresentato nella fig. 1000.

IV. — FOSSE MOBILI.

Anche più strettamente basato sul principio di separare le materie di deiezione umana da ogni altro materiale liquido e solido di rigetto delle abitazioni è il sistema di loro esportazione con *fosse mobili*.

Tali materie, ricevute in appositi recipienti, vengono più o meno frequentemente, a seconda dei casi, esportate chiuse in essi dalle abitazioni, e raccolte in depositi per essere vendute fresche o ridotte a secco.

Questo sistema è in pratica applicato assai diversamente.

a) Fosse mobili con disinfezione delle materie.

I recipienti si adattano o nei gabinetti delle latrine stesse ai vari piani delle abitazioni, oppure in basso dell'edificio.

Nel primo caso, sono recipienti piccoli, portabili a braccia d'uomo che si ricambiano tutti i giorni, ai quali per altro è assolutamente necessario di aggiungere un qualche mezzo di disinfezione, perchè le emanazioni loro non ammorbino l'ambiente. Di tale genere sono gli apparecchi *earth-closets* e *ash-closets*, molto adoperati in Inghilterra, in cui si mescola terra ben essiccata e finamente polverizzata, o cenere alle materie fecali man mano vengono deposte; con che si ritarda la loro decomposizione e lo spandimento delle loro emanazioni.

Il sistema di H. Moule colla terra secca (*earth-closets*) importa meno di 1 kg. di terra per ogni volta si depositano materie. A tale uso vale meglio l'argilla o la terra di giardino che contenga del *lehm*; sono poco adatte la sabbia e la ghiaja. Se è adoperata argilla, può, riessiccata, servire anche per due o tre volte, con che si viene formando un'eccellente polvere di ingrasso. Si costruiscono apparecchi automatici per la miscela della polvere di terra o di cenere colle materie di deiezione (1).

Sono in uso in località diverse altri disinfettanti, allo stesso scopo, come la calce caustica, l'iperfosfato di calce, il fenicato di calce, cloruro di magnesia, allume, solfato di ferro, solfato di zinco, cloruro di ferro, dolomite, ecc.

tare a secco ogni tre o sei mesi, senza sviluppo di gas o miasmi malsani. A Lancaster tall fosse fisse per 3000 persone sono trattate in tal modo e vuotate a secco da una società impresaria. — VALLIN, *De la désinfection par les poussières sèches* (Revue d'hygiène, 1879, n. 1 e 2).

Sono raccomandate specialmente le miscele di *Süvern* (catrame, cloruro di magnesio e calce) (1); di *Müller-Schür* (torba, acido fenico e calce caustica); la miscela inglese A B C (allume, sangue e creta); di *Petri* (polvere di torba, segatura o tritume di carbone di terra unita a nitrobenzole).

In Francia il sistema più in uso per l'esportazione a secco dei materiali di deiezione è quello del *Goux*. In questo sistema si adoperano recipienti esportabili contenenti internamente una miscela di polveri e ritagli di foraggi, di involucri di granaglie, di escrementi secchi di cavallo, di spazzature, di torba, di foglie secche, di paglia triturrata, di ogni sorta di detriti, specie di ritagli di filande e manufatti di tessuti. Questi vari materiali sono messi a fermentare per 6 ad 8 mesi prima di servirsi. Sono quindi già materiali putridi, quelli che si adoperano per assorbenti; nessuna meraviglia quindi che quanto si estrae dalle tinozze sia anche più ammorbante. Arnould e Vallin condannano questo sistema, come quello in cui si pose come scopo principale nelle latrine la fabbricazione del concime, che dovrebbe essere secondario a quello più essenziale della disinfezione (2).

L'inconveniente più grave dei migliori fra questi sistemi sta nella spesa della disinfezione delle materie raccolte, e per alcuni pure dell'esportazione dei recipienti dalle latrine dei diversi piani delle case. Il grande loro vantaggio sta per altra parte nell'impedirsi con essi in modo assoluto l'inquinamento dell'aria per parte dei gaz prodotti dalla decomposizione dei materiali di deiezione, e quello del terreno per parte dei gaz e dei liquidi sucidi che in esso possono infiltrare in altri sistemi più vantati.

b) Fosse mobili a completa esportazione delle deiezioni liquide e solide.

A diminuire assai gli inconvenienti, pur mantenendo i vantaggi di questo sistema, si ricorse altrove allo spediente consigliato da Radcliffe (3) di portare nel basso delle case questi recipienti, in modo da diminuirne di molto il numero e renderli più accessibili ai ricambi, senza che gli inquilini ne abbiano a soffrire incomodo di sorta. E così si venne costruendo le così dette *fosse mobili* semplici, le quali, situate in luogo appartato delle abitazioni, ne ricevono i materiali di deiezione e di rigetto, i quali si allontanano poi in modo completo, senza essere prima allungati con acqua, per servire all'agricoltura od alla industria.

Applicazione di fosse mobili con sifone semplice. — Una fra le migliori applicazioni del sistema è quella consigliata dal dottor Mittermaier ad Eidelberga (4), di cui si ha una dimostrazione nella figura 1001.

È in questa figura rappresentato nel sottosuolo un apposito locale, comunicante di fianco col piano delle cantine e per la parte sua superiore col cortile della casa attraverso un'apertura sufficiente per passarvi la

fossa mobile, la quale vi può essere estratta col mezzo di doppia puleggia. Il recipiente in ferro battuto od in legno (a ciò servono molto bene le botti usate del petrolio) misura circa un metro di altezza per mezzo di larghezza, e si adatta quando funziona, il meglio possibile, alla terminazione del condotto comune delle latrine dei piani superiori.

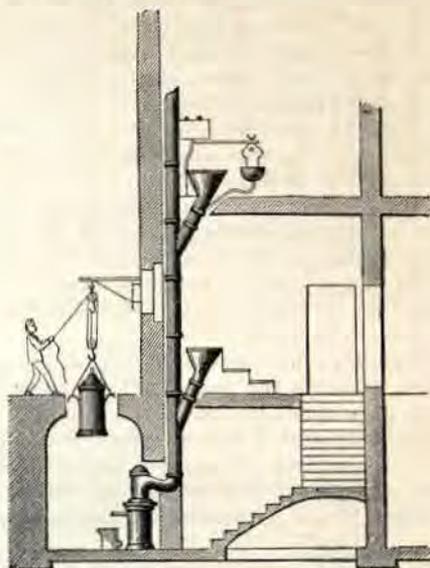


Fig. 1001. — Elevation di un impianto di latrine a fosse mobili secondo il sistema adottato ad Eidelberga.

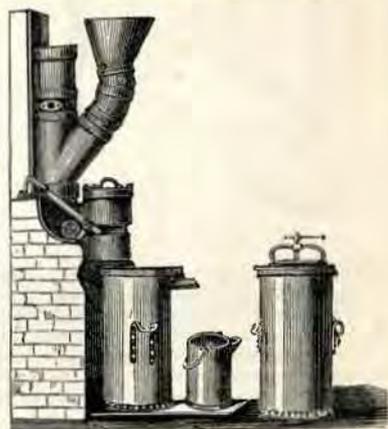


Fig. 1002. — Connessione fra il tubo di caduta della latrina e la fossa mobile col mezzo di un sifone speciale (Eidelberga).

Nelle migliori costruzioni, come è più in grande rappresentato nella fig. 1002, fra l'estremità di questo condotto verticale e la fossa mobile, è interposto un grosso

essicca e si trasforma in formelle che si portano lontane dall'abitato. Per tutto questo tempo la putrefazione non si effettua e non si ha sviluppo di gaz; ma la materia fertilizzante è quasi perduta per l'agricoltura.

(1) I. ARNOULD, *Nouveaux Éléments d'Hygiène*, Paris 1881, p. 577.

(2) RADCLIFFE I. NETTEN (Report on certain means of preventing excrement nuisances in towns and villages, John Simon's Reports, New Series, II, London, 1874).

(3) MITTERMAIER DR. M., *Die öffentliche Gesundheitspflege in Städten und Dörfern*. Karlsruhe 1875. — Id. *Tonnen-system, Verhandlungen des internationalen Vereines gegen Verunreinigung der Flüsse, des Bodens, und der Luft*, in Köln 1877. — Id. *Die Städtereinigung und das Tonnen-system; Verhand, des intern. Ver. etc.*, in Baden-Baden 1879.

(4) Nell'ospedale di Lipsia e di Eidelberga ed in altri pubblici stabilimenti in Germania è applicato un sistema di esportazione delle materie fecali a secco, col mezzo del miscuglio Süvern, che si differenzia dagli altri sistemi più adoperati. Tutte le latrine sono in comunicazione con un locale a parte per mezzo di tubi di ghisa. Ogni volta si versano nelle latrine stesse materiali, si aggiunge in determinata proporzione la miscela Süvern, mista con acqua per aiutare il movimento nei canali. Questi materiali diversi uniti mettono in una vasca dove le parti solide si depositano in fondo, divenute più pesanti perchè avvolte da uno strato che si viene formando attorno ad esse di carbonato calcareo per lo sviluppo di acido carbonico; l'ammoniaca è legata dal cloro del cloruro di magnesio; nel mentre che i principii antisettici del catrame valgono come disinfettanti. Si lascia scorrere via l'acqua così separata che non ha in soluzione che del cloruro di ammonio, ed il rimanente si

sifone, il quale superiormente, al punto della sua ripiegatura, ha un'apertura chiusa con un tappo, per cui si può entrare colla mano per estrarre corpi estranei che siano stati gettati nella latrina e che impediscano la circolazione del liquido nel sifone stesso.

Il condotto delle latrine, dopo aver comunicato coi diversi piani, si continua in alto fin fuori del tetto; e, per attivarvi un movimento di ascensione dell'aria in esso circolante, si fa passare possibilmente a lato di un condotto di camino. Speciali disposizioni, che si rilevano facilmente nelle stesse figure, curano inoltre a che le materie vengano il meno possibile a contatto colle pareti dei canali per cui discendono, salvochè dalla parte per dove scorrono le urine e le acque di lavatura che si immettono pure nella fossa mobile.

Alla parte superiore del recipiente, che qui è in ferro, si adatta un tubo di scarico del liquido quando lo si lasci riempire troppo per trascuratezza. Un recipiente più piccolo riceve questo eccesso di liquido che viene poi versato da chi cura il ricambio nella nuova tinozza che sostituisce alla usata.

Applicazione di fosse mobili con doppio sifone a vaschetta. — Coll'opportunità di applicare un consimile sistema di fosse mobili nell'Istituto dei ciechi di Torino e nell'Asilo infantile di Valfenera presso Torino, ho stimato utile di modificare alquanto la disposizione in uso ad Heidelberg per evitare taluni inconvenienti e migliorare, a mio avviso, il funzionamento dell'apparecchio (1).

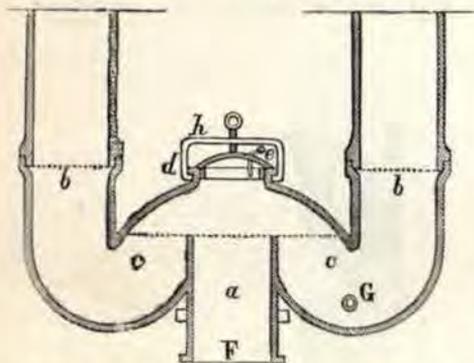


Fig. 1003. — Sezione di un doppio sifone a vaschetta (sistema Pagliani). — *a*, Tubo che si eleva nel mezzo del sifone e si unisce alla fossa mobile in *F*; *b*, *b*, tubi di discesa delle latrine; *c*, sezione della vaschetta che costituisce il corpo del doppio sifone; *d*, apertura superiore del corpo del sifone, chiusa con tappo, portante uno sfiatatoio in *e* con valvola ed una vite di pressione in *h*; *G*, apertura in basso del corpo del sifone con chiave per estrazione di liquido.

La modificazione essenziale sta nel sifone fraposto fra il tubo di discesa della latrina e la fossa mobile. Invece di un semplice sifone ordinario, che facilmente si ottura, ho ideato un appajamento di due sifoni, che nel punto di congiunzione costituiscono una specie di vaschetta in mezzo alla quale s'innalza il tubo di caduta dei materiali nel recipiente (V. fig. 1003). Colla sostituzione allo stretto collo dei sifoni ordinari di una larga vaschetta si evitano le otturazioni e l'esperienza ne prova che il sifone funziona per mesi e mesi senza alcun bisogno di essere ripulito, ancorchè non vi si immetta che poca acqua.

Il tubo terminale di caduta deve naturalmente raggiungere un'altezza superiore al livello dei gomiti dei due sifoni. A questa condizione i liquidi e le materie, che arrivano nella vaschetta, si innalzano in essa fino a

chiudere la comunicazione della fossa mobile coi due condotti delle latrine.

Questa disposizione io stimai opportuno di adottare anche perchè a questo modo si può isolare due piani dell'edificio, così che non comunichino l'uno coll'altro per il condotto della latrina. Nello stesso tempo ottiensi che, o siano adoperate solo le latrine dell'uno o solo quelle dell'altro piano, sempre la chiusura nel sifone è egualmente mantenuta.

Uno dei gravi inconvenienti dei sifoni è certo quello di cessare di chiudere più o meno presto quando non sono continuamente adoperati, in causa dell'evaporazione che in essi si fa del liquido; il che più facilmente accade nella buona stagione e quando i sifoni sono speciali ad ogni singolo gabinetto e posti in alto nelle abitazioni. Col situare un sifone unico nella parte più bassa della casa, che raccolga quanto viene dalle diverse latrine, si assicura la continua presenza di liquido ed il suo rapido rinnovamento, si rallenta l'evaporazione dell'acqua e si evita ancora la temuta congelazione del liquido nel sifone stesso.

Un altro vantaggio nel mio modello sta in ciò che tende ad impedire ogni circolazione d'aria nei condotti delle latrine.

Tutti sappiamo quanto spesso la continuazione di questi sopra ai tetti, come sfatatoi, siano illusori, se non affatto dannosi.

Basta che la pressione atmosferica sia meno forte nel gabinetto della latrina o nell'abitazione stessa, di quello che sia al di fuori, il che sovente accade, per indurvi una circolazione d'aria inversa alla desiderata, per modo che quei pochi gas che si sviluppano lungo i tubi o nella fogna sono cacciati nell'interno delle case. Nel mio modello non si trova il proseguimento dei condotti; ho cercato invece di chiudere il meglio possibile l'unione fra il sifone e la fossa mobile, perchè non possa passare aria dal locale in cui questa è tenuta verso le stanze superiori.

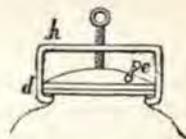


Fig. 1004. — Tappo dell'apertura superiore centrale del corpo del doppio sifone, con sfiatatoio a valvola in *e*, e vite di pressione in *h*.

Siccome per altro l'aria che la fossa stessa contiene e che viene rimpiazzata dai materiali versati dai condotti, se non avesse un'uscita, dovrebbe rompere le colonne dei sifoni e farsi strada in alto, ho stabilito un piccolo sfiatatoio, munito di valvola nello spessore del tappo, che chiude l'apertura della parte superiore mediana del doppio sifone; per questo sfiatatoio l'aria può uscire dall'apparecchio verso il locale, in cui è tenuto, ma non penetrarvi dal di fuori (fig. 1003 e 1004 in *e*).

Quest'apertura superiore, chiusa con tappo, serve a farvi passare la mano quando si debbano estrarre corpi solidi stati gettati nella latrina, i quali potrebbero impedire la circolazione nel sifone.

Finalmente, prevedendo il caso che per una qualsiasi ragione il recipiente si lasci troppo riempire, per cui il materiale si accumuli nei condotti, ho applicato verso il fondo del sifone un becco munito di chiave, per il quale si può estrarre liquido quanto basti per evitarne lo spandimento nello scambio dei recipienti. Da questa

(1) L. PAGLIANI, *Le fosse mobili*, Atti della R. Società d'Igiene, sede del Piemonte, vol. I, e Giorn. della R. Società Ital. d'Igiene, a. 3° n. 5, 1881.

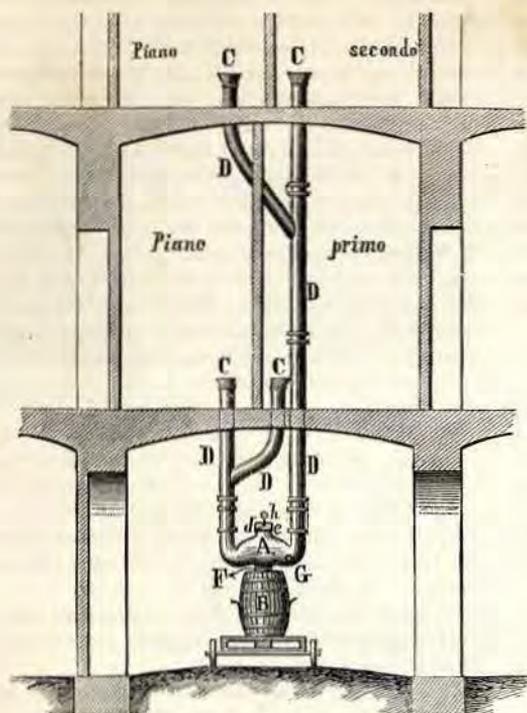


Fig. 1005.
Elevation dell'intero apparecchio in posto, per fossa mobile (sistema Pagliani).

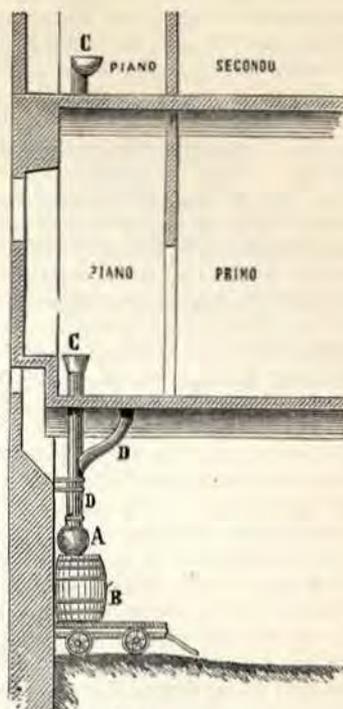


Fig. 1006.

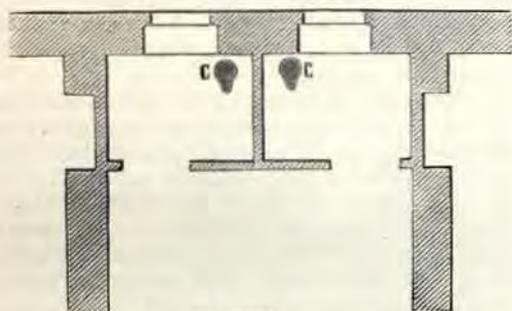


Fig. 1007.

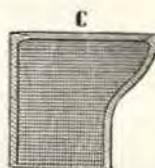


Fig. 1008.
Sezione di un sedile di latrina.

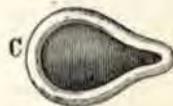


Fig. 1009.
Apertura superiore di un sedile di latrina.

apertura si potrà anche vuotare il sifone o far uscire l'acqua, quando sia necessario di sgombrare la via o lavare a forte corrente i condotti (fig. 1003, 1005 in G).

I sedili sono di tutta semplicità (fig. 1005, 1006, 1007, 1008 e 1009 in C), fatti in modo che chi li usa sia obbligato a sedersi sopra; e con un becco all'innanzi atto ad impedire lo spandimento delle urine al di fuori. Le orine stesse possono servire ordinariamente a lavare la parte di parete che può esser imbrattata dalle materie solide.

L'intero apparecchio, secondo il mio modello, che dovrebbe servire per due piani con due latrine per ogni piano (fig. 1005, 1006 e 1007), è completamente costruito in ghisa ed adattato alle pareti interne dell'abitazione. Ritengo si debba consigliare questo materiale piuttosto di qualunque altro per ragioni sia igieniche che economiche. Anzitutto è forse l'unico materiale conveniente, con cui si possa evitare interamente ogni trapelazione dei liquidi o dei gas che corrono lungo i canali delle latrine. Né i tubi in cemento, né quelli in terra cotta, né a maggior ragione quelli in muratura sono impermeabili, e

più o meno tutti lasciano inquinare le pareti delle abitazioni, o direttamente per trasudamento od attraverso alle congiunzioni dei pezzi di cui risultano. Si aggiunga a ciò la possibilità di ripulire questi tubi metallici con mezzi meccanici senza pericolo di romperli o sgretolarli, e di disporli in condizioni tali che sia impedita la congelazione dell'acqua nel loro interno nella fredda stagione, causa frequente di ostruzione.

Anche dal lato economico, benchè costi alquanto più l'impianto dell'apparecchio, vi ha un guadagno per ciò che sono risparmiate molte spese di riparazioni.

La pratica applicazione fatta all'Istituto dei ciechi ha confermato l'utilità di queste speciali disposizioni, dell'apparecchio e del sifone, avendosi ottenuto un rilevante miglioramento nella chiusura, rispetto a ciò che si aveva coi sifoni ordinarii posti all'imboccatura della latrina.

Servizio di ricambio delle fosse mobili. — Il servizio di queste fosse mobili è anche molto semplice, dove sia impiantato in grande per l'esportazione di gran numero di esse.

Lo stesso operaio che viene a togliere il recipiente pieno, ne riporta uno di ricambio bene lavato. Se si tiene quello in posto sopra un carretto, la sostituzione di un altro ad esso è molto spiccia e non si ha pericolo che in quel momento si versi fuori dal sifone del liquido.

La fig. 1006 dà l'idea di un semplice carretto che servirebbe solo per lo spostamento locale del recipiente nel sotterraneo.

Le fig. 1010, 1011 e 1012 riproducono i modelli di apparecchi sia in ferro battuto che in legno per fosse mobili, montate su carrette trasportabili a mano; e le fig. 1013 e 1014 i carri in cui si caricano gli stessi recipienti in buon numero per essere trasportati a distanza al deposito.

Sono preferibili i recipienti in ferro, per quanto spetta alla resistenza, per applicazioni in grande del sistema; quando però si abbia a fare applicazioni limitate del medesimo, si può economicamente valersi all'uopo delle botti che han servito pel trasporto di olii grassi e minerali, le quali sono rilasciate a basso prezzo (3 a 4 lire da 1 ettolitro ad 1 ettolitro e mezzo). All'apertura superiore di queste botti si applica un tappo tenuto fisso o col sistema di Heidelberg (V. fig. 1015), o con due viti laterali a pressione secondo la fig. 1016.

Un recipiente di 100 a 105 litri è facilmente maneggevole, e può servire abbondantemente per 30 a 35 persone e per giorno, con un'eccedenza di capacità per 30 e più litri d'acqua di lavatura.

Per grandi stabilimenti, scuole, ospedali, ecc., si usano recipienti assai più grandi, i quali sono collocati sopra un carro ed applicati allo stesso modo dei piccoli al sifone. La fig. 1017 dà il modello di questi recipienti ed il modo di loro addattamento in Heidelberg.

Il cambio dei piccoli come dei grandi recipienti vuole essere fatto due o tre volte alla settimana almeno.

Applicazioni delle fosse mobili in centri popolosi. — Questo sistema che apparisce chiaramente di molto facile applicazione nei piccoli centri e nelle case isolate, specie nelle campagne, funziona pure bene in molte città popolate, e senza alcun inconveniente.

Fra le città che hanno in tutto od in parte adottato il sistema delle fosse mobili, sono a notarsi particolarmente in Inghilterra: Rochdale (71,300 ab.), Manchester (in 40,000 case), Edinburgh (in 14,319 case), Birmingham (in 30,200 case, 388,000 abitanti), Halifax, Salford, Nottingham (95,000 abitanti). In Germania: Heidelberg (100 case), Augsburg (in 800 case), Gohlitz, Stuttgart, Nürnberg, Grätz (in complesso per 100,000 abitanti), Weimar (per 200,000 abitanti), Bukarest, ecc. A Parigi funzionano 20,000 fosse mobili, a Groningen (Olanda) da 50 anni esistono per 40,000 abitanti.

A Nottingham (95,000 ab.) si cominciò a stabilire le fosse mobili nel 1872, e mentre fra il 1868 e 72 si aveva mortalità per febbri infettive del 0.92 %₁₀₀, fra il 1872-77 la stessa mortalità discese a 0.53 %₁₀₀ (1).

Ad Edinburgh le fosse mobili sono nelle case dei meno agiati, nelle quali si verificano molto meno febbri tifoidi e difteriti che in quelle degli agiati dove vi è la canalizzazione.

La questione più importante da risolvere per l'impianto in grande delle fosse mobili è quella del servizio, che vorrebbe essere fatto dalle amministrazioni pubbliche per assicurarne la regolarità, e senza che queste amministrazioni abbiano la pretesa di ricavarne degli utili, trattandosi qui di un servizio di pulizia pubblica altrettanto importante che qualunque altro.

In Heidelberg si è costituita una società fra gli stessi utenti le fosse mobili, i quali si obbligano a pagare per ogni ricambio di un recipiente L. 0.25, o L. 0.40 se per due riunite; questa società, che funziona molto regolarmente e fa un servizio molto lodevole, deve essere però aiutata dal Comune. Nel 1879 ricambiava 283 fosse mobili e, con un attivo di 9339 marchi, aveva un passivo di m. 11,619. Si comprende però che se l'operazione si abbia a fare su maggior scala, il disavanzo può essere molto diminuito, od aversi anche un vantaggio. Il prezzo di vendita del contenuto era di L. 0.36 ogni 150 litri, il che equivale L. 2.50 il m. c. Questo contenuto da parecchi esami fatti da A. Mayer (*Fühling's Land Zeitung* 1875) risultava piuttosto allungato con acqua di lavatura, la sua media composizione era difatti:

Residuo solido totale	2.93 %
Ceneri	0.97
Azoto	0.29
» dell'ammoniaca	0.24
A. fosforico	0.07

In Gohlitz si è fin dal 1874 stabilito un regolare servizio di fosse mobili, il cui ricambio è curato ogni 5 giorni dal Comune. Un impresario riceve ogni recipiente pieno per L. 0.15, circa L. 10 all'anno. Il servizio è regolare e non ha inconvenienti; il contenuto dei recipienti è in parte adoperato subito, in parte conservato in grandi serbatoi cementati.

In Augsburg 800 case sono provviste di fosse mobili (1000 apparecchi). L'impresario che cura il ricambio dei recipienti, riceve dal proprietario della casa L. 1 per anno e per inquilino, e dal Comune L. 7 per anno e per casa. I recipienti sono portati fuori della città e versati in un grande deposito di 30 m. di capacità. Gli agricoltori ricevono questi materiali al prezzo di L. 1.25 ogni carico di due cavalli.

In Rochdale, funzionano 9468 fosse mobili (costruite con botti a petrolio), semplicemente applicate al condotto della latrina. Il costo annuale per il servizio è calcolato fra 2.50 a 3 lire per capo e per anno.

In Manchester su 70,570 case e 368,173 abitanti, si aveva nell'autunno del 1879: 55,119 fosse mobili, 1300 fosse fisse e circa 10,000 latrine a chiusura d'acqua. L'impianto ed il servizio delle fosse mobili è ivi regolato in modo lodevole. I recipienti sono per lo più in lamina di ferro. Le vetture che trasportano questi recipienti, servono pure a portar via dalle case tutti gli altri materiali di rigetto domestici, che si raccolgono entro altri recipienti. Il servizio viene fatto gratuito agli abitanti. Il Comune tiene per tale servizio 300 cavalli ed impiega 1500 individui. Le materie così raccolte vengono portate a due fabbriche di *poudrette*.

La spesa che incontra la città, per ogni recipiente che ricambia in totale è di circa L. 3.50 annue.

In Amsterdam, il servizio di ricambio dei recipienti si fa giornaliero e gratuito per parte del Comune, e costa a questo L. 3.50 annue per ogni recipiente.

A Groningen si ricava dal servizio delle fosse mobili un rilevante guadagno, ma lascia molto a desiderare per il modo in cui è fatto.

È evidente che il maggiore o minore costo del servizio delle fosse mobili dipende assai dalle condizioni locali, in specie dell'agricoltura. Darà certo la vendita delle materie fresche un reddito molto maggiore dove vi sono ampi pascoli che l'usufruiscono.

Nel nord della Francia, come in parecchie città tedesche ed inglesi, il materiale delle fosse mobili viene raccolto in grandi depositi di più di 25,000 litri di capacità, e venduto per ingrasso in recipienti ben chiusi.

(1) SEATON EDWARD, *Journal of the Society of Arts*, 1879.

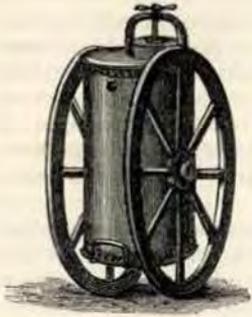


Fig. 1010.



Fig. 1011.

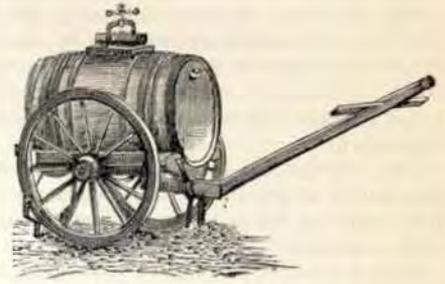


Fig. 1012.

Fosse mobili montate su'carretto per trazione a mano (Heidelberg).

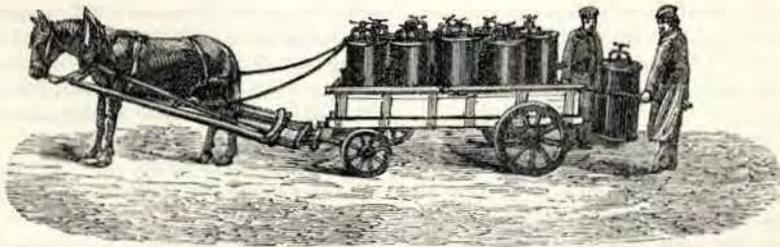


Fig. 1013.

Carro semplice ad un cavallo per trasporto di dieci fosse mobili (Heidelberg).

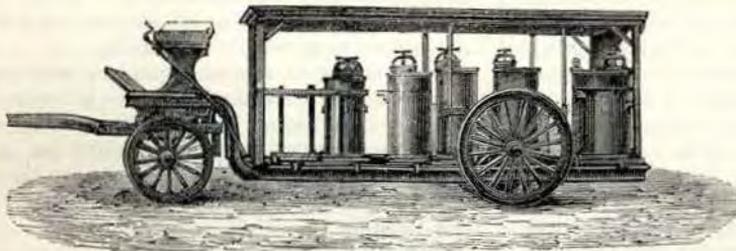


Fig. 1014.

Carro speciale a due cavalli per trasporto di fosse mobili (Heidelberg).



Fig. 1015.

Fossa mobile in legno con chiusura a vite di pressione (Heidelberg).



Fig. 1016.

Botte usata da petrolio trasformata in fossa mobile (Pagliani)

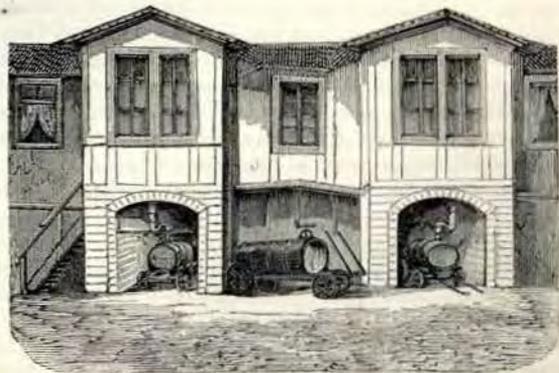


Fig. 1017.

Grandi fosse mobili montate su carri per applicarsi ad edifici scolastici, istituti, quartieri, ecc.

Parent-Duchatelet, Chevalier e Lecadre proposero di servirsi delle ferrovie per il trasporto a grandi distanze di tali materie. Gargan ha fatto anzi costruire una vettura-cisterna di 10 m. c. di capacità, con cui inviare a 150 chilometri di distanza dalle città gli escrementi a profitto delle campagne. Non vi è dubbio che valendosi delle ferrovie a tale uso e specialmente delle ridotte, si verrebbe col tempo a ritrarre dalla vendita di tali materiali un beneficio, come avviene per gli altri materiali d'ingrasso.

Per ritardare la decomposizione, in questi casi si è proposto di aggiungere a tali materie della cenere, carbone, ossido di ferro, acido solforico, solfato di ferro, od altro materiale disinfettante.

Ma per rendere più facile e meno costoso il loro trasporto si è tentato in grande la loro trasformazione in *poudrette*. Dove l'operazione si fa sulle materie fresche e raccolte con metodi che non permettono il depauperamento del residuo della quantità di azoto e materie solubili che esse mantengono, l'esito è assai favorevole. La fabbrica A. Gütsch di Berlino dà una *poudrette* che contiene il 4.5 % di azoto, e si vende L. 14.50 il quintale. La fabbrica comunale di Rochdale dà una *poudrette* che contiene 7.79 % di azoto e si vende L. 16.25 il quintale.

A Dordrecht si ottiene la *poudrette* con 7.38 % di azoto dai materiali raccolti col sistema Liernur, e si calcola di poterla vendere con beneficio a circa 23 lire. Si può quindi aver un'idea dell'importanza che avrebbe per l'agricoltura anche da noi una tale preparazione in grande bene condotta, se si riflette che si paga il guano contenente l'8 % di azoto L. 33 a 36 il quintale.

È evidente che con questo sistema, così come con quello del Liernur, è ancora necessario di canalizzare i luoghi abitati, per liberarli dalle altre acque meteoriche e di rigetto delle lavature, bagni, industrie, ecc. Ma sono ben diverse le precauzioni che necessitano queste acque lungo il loro percorso nei canali e dove si vanno versare, che non quelle che richiedono le deiezioni animali. I canali per le acque lorde, separate da quelle delle latrine, possono senza pericolo venire costruiti a pareti più o meno permeabili, perchè anzi servono così a stabilire un drenaggio che tiene l'acqua del sottosuolo sempre a un livello costante e il più possibile basso. Non portano esse con sé che una piccolissima quantità di sostanze organiche senza i germi più pericolosi alla salute, e può quindi quest'acqua senza danno venire immessa nella corrente. E ciò in tesi generale, perchè per le acque di rifiuto di certe industrie rimane sempre la necessità di correggerle prima di abbandonarle al loro corso ordinario.

Per le nostre città italiane, non è questa condizione per l'applicazione delle fosse mobili gravosa, perchè quasi tutte possiedono ora già i così detti *canali bianchi*. Questi non potrebbero in nessun modo servire anche per una mediocre canalizzazione mista, per cui volendosi, come di dovere, sopprimere le *fosse fisse*, la scelta di quello delle fosse mobili servirebbe a trarre partito del già fatto.

Fosse mobili a divisione delle materie solide dalle liquide.

Colla divisione delle materie solide dalle liquide, che fu applicata in qualche caso raro anche alle fosse fisse (*grand diviseur de DUGLÉRE*) ma molto più frequentemente alle fosse mobili, si vorrebbe raggiungere lo scopo di ritardare la putrefazione delle feci, togliendole dal contatto colle urine, e soprattutto di semplificare l'esporta-

zione delle materie di deiezione, raccogliendo solo nelle fosse trasportabili le parti solide, e disperdendo altrimenti le parti liquide.

In alcune città del Nord, come a Copenhagen e Stoccolma, questo sistema è adottato in modo che vi sono recipienti destinati alle sole materie fecali, trasportabili a mano, tenuti nei gabinetti stessi delle latrine e che si ricambiano giornalmente. Il sedile della latrina è così costruito con una vaschetta ovale all'innanzi da permettere una separazione delle parti solide dalle liquide prima che si confondano.

Le urine incanalate a parte vengono direttamente portate nei condotti, se esistono, delle vie, o lasciate correre lungo docciature scoperte ai lati di esse. Quest'ultimo uso, condannevole per più di una ragione, va scomparendo.

In Germania si usa in qualche località simile sistema (caserme e ospedali militari), ma con disposizione speciale dell'intero apparecchio, da permettere in esso una qualche ventilazione (sistema Mehlhose). Le urine sono raccolte ed esportate in recipiente apposito e non disperse.

L'ingegnere Costa ha proposto ed applicato in Firenze un apparecchio speciale a divisione, in cui le parti solide sono tenute in una tinozza, le liquide in due altre, e ciò allo scopo di trarne separatamente profitto per la fabbricazione dei concimi.

Varii tipi di fosse mobili a *diviseur* (Huguin, Cozeneuve, Chessire, Taylor, Prangey, Costa, ecc.) si sono applicati in questi ultimi tempi, per trattenerne collettivamente le materie solide provenienti da parecchie latrine riunite e disperdere le parti liquide o in pozzi assorbenti o nei canali.

In generale risultano queste fosse di un vaso cilindrico in metallo, di 80 a 95 centim. di altezza e di circa 35 centimetri di diametro, diviso in due parti molto ineguali per mezzo di un diaframma a fori, situatovi dentro orizzontalmente o più spesso verticalmente.

Questa tinozza si applica all'orifizio inferiore del condotto di discesa della latrina, riceve gli escrementi nel suo compartimento più largo; le urine e le acque di lavatura filtrano attraverso al diaframma per andare nel pozzo assorbente o nel canale stradale per via di un tubo applicato ad un orifizio praticato alla parte inferiore della tinozza.

Per tutto il rimanente dell'installazione della fossa si debbono usare le precauzioni come per le fosse mobili semplici.

Secondo le istruzioni della Direzione dei lavori di Parigi, dove questi apparecchi hanno una grande applicazione, essi possono essere situati sia in un gabinetto sul livello del suolo, sia nelle cantine sotto del medesimo, sia pure sopra una diramazione particolare di *égout* (1). I Gabinetti in cui si pone un apparecchio filtrante, deve essere costruito con materiali impermeabili, coperti sulla superficie interna con un rivestimento di cemento di circa m. 0.02 di spessore.

Il pavimento, esso pure impermeabile, dev'essere disposto sotto l'apparecchio in forma di vaschetta di un diametro eccedente di almeno m. 0.15 quello della tinozza e di una profondità corrispondente a $\frac{1}{3}$ di questo diametro.

Nel caso che si verifica particolarmente a Parigi nelle nuove costruzioni del protrarsi dei canali per certo tratto sotto di esse (v. p. 731), si pratica di fianco a questo canale particolare un'appendice sotterranea in cui si applicano queste fosse mobili a *diviseur*. Il loro cambio si

(1) *L'Hygiène en France.*

fa così per la galleria di entrata o per i pozzi di discesa dell'*égout* senza che gli inquinanti abbiano disturbo. — Questa disposizione è quella proposta dall'ing. Alphand per generalizzarla in tutta Parigi, anche per le vecchie costruzioni dove è difficile costruire un gabinetto speciale per gli apparecchi.

L'apertura del tubo di emissione delle parti liquide nel canale stesso si fa terminare con una specie di vaschetta a chiusura idraulica, della forma indicata nella fig. 984 internamente alla sezione del sifone *otturatore a involuppo* del sistema Guinier. — Questi bechi di emissione del Guinier sono pure molto adoperati a Parigi con o senza involuppo, come intermediari fra i *water-closets* e gli apparecchi ricevitori, fosse mobili, canali, fosse fisse, ecc.

Il sistema di queste fosse mobili *à diviseur*, per quanto preferito da qualcuno, è il meno razionale di quanti altri si siano escogitati.

Se l'apparecchio funziona bene escono attraverso al diaframma filtrante non solo i liquidi, ma la più gran parte delle materie solide, con uno scolo lento e continuo. Le poche materie rimaste nella tinozza miste a pezzi di carta ed a pochi altri detriti, tenutevi a lungo stazionare e sempre inumidite da nuovo liquido che su di essi si versa a brevi intervalli, si putrefanno; le esalazioni da esse emanate vengono dal commovimento prodotto dai nuovi materiali che sopraggiungono sollevate e cacciate verso l'abitazione. Per un lato dunque si ha un lento scolo di un liquido molto infetto, perchè porta con sè gran parte delle materie solide, e per altro lato vi ha un focolajo permanente di infezione per queste materie putrescenti che stazionano sul fondo della casa.

Dal punto di vista economico, si disperdono le deiezioni più ricche in azoto e non si ritengono che poche materie utili. Dal punto di vista igienico non si sopprime uno dei più gravi inconvenienti delle fosse fisse, quello delle emanazioni putride e soprattutto non si evita il pericolo della distribuzione dei germi infettivi a più o meno grandi distanze di dove si producono, portandoli con sè il liquido che si versa nella canalizzazione.

Se poi avviene che il diaframma filtrante si ostruisca, allora si fan sentire molto gravi gli inconvenienti di una tinozza che si abbandona senza sorveglianza per dodici o più giorni. — Il dott. Gueneau de Mussy in un primo rapporto a nome di una Commissione nominata dalla Società di Medicina pubblica di Parigi, per riferire *sur les systèmes d'évacuation et d'utilisation des vidanges à Paris*, dopo aver fatto una giusta critica ed esposto parecchi casi in cui seri inconvenienti si verificarono per queste fosse mobili *à diviseur*, viene a questa conclusione: *Le prétendu système diviseur n'est donc que la vidange à l'égout, à cours ralenti par l'intervention d'un appareil, qui ne remplit pas l'objet pour lequel il a été inventé..... Ou bien la tinette divise, dice più innanzi, et dans ce cas elle n'a aucun avantage sur la fosse mobile; elle est à la fois un foyer d'émanations délétères et de fermentation putride. Ou bien, elle ne divise pas, et alors son moindre défaut est de ralentir le cours de l'eau de lavage et de diminuer la puissance de la chasse* (1). Dello stesso parere sono l'Arnould ed il Vallin, che a Parigi hanno occasione di studiare la questione, essendovene applicate più di 18,000 a tutto il 1880 (2).

Apparecchio dilueur di M. Miotat. — Un ingegnere a Parigi, Eugène Miotat, propose di rimpiazzare le fosse

mobili a filtro con un apparecchio *dilueur* o cassa a griglia, di forma quadrata, da porsi entro una vaschetta circolare sul percorso della condotta di acqua di ogni proprietà, in comunicazione per la sua parte superiore con i tubi di caduta delle latrine dei diversi piani della casa. D'accordo con questa disposizione, le acque domestiche e le materie di deiezione sarebbero separate dalle acque della via pubblica circolanti negli *égouts*. A tale intento si praticerebbe sul fondo dei canali già esistenti una condotta speciale, in terracotta verniciata, alla quale mettano le diramazioni che conducono le acque di ogni casa particolare. Così negli stessi canali si applicherebbe una seconda canalizzazione separata per le acque più infette, che verrebbero negli apparecchi del Miotat diluite e liberate dai corpi voluminosi, la cui presenza possa portare ingombro ed otturamento casuale nei canali.

Questa proposta del Miotat tenderebbe a trasformare la canalizzazione mista di Parigi in canalizzazione separata.

L. PAGLIANI.

FONDAZIONI TUBULARI — Vedi Ponti.

FORESTE. — Franc. *Forêt*. Ingl. *Forest*. Tedesco *Wald*. Spagn. *Bosque*.

PIANTE LEGNOSE PIÙ IMPORTANTI CHE VEGETANO NATURALMENTE NEI BOSCHI D'EUROPA E PIÙ SPECIALMENTE IN ITALIA.

Non mancano scrittori di cose agrarie e forestali che non abbiano esitato di asserire che i paesi più felici e più floridi sono quelli i quali danno il maggior contingente di superficie coperta da boschi, e la importanza di essi hanno esaminato tanto dal lato economico, quanto da quello industriale ed igienico. — Vi fu anzi chi, al dire d'un distinto silvicoltore (3), proponendosi di fare l'elogio delle foreste, si studiò di mostrare come dai prodotti delle medesime traggano vita e s'avvantaggino un gran numero d'arti, d'industrie e di mestieri; ma che crescendogli a dismisura il lavoro dovette accorgersi che troppi erano gli utili che si ricavavano dai boschi da poter essere enumerati, e quindi dovette desistere dall'opera. — Si ritiene in generale che acciocchè uno Stato non sia deficiente in boschi, occorre che almeno la sesta parte del suo territorio sia coperta di foreste. Tale proporzione per altro non può ritenersi assoluta, poichè il quantitativo dei terreni a bosco non dipende dal miglior stato culturale dei terreni medesimi, ma bensì dalla condizione geografica ed economica dei paesi in cui si trovano, quindi dalla loro elevazione sul livello del mare e dalla quantità dei terreni montuosi: dipende dalla lunghezza e qualità della spiaggia, dipende dal clima, dalla qualità del terreno, dal numero ed indole della popolazione. — La Germania, a mo' d'esempio, non è più florida dell'Inghilterra abbenchè possieda la quarta parte della superficie dello Stato suo coperta di boschi, mentre quest'ultima non ne ha che la decima parte; in essa però il combustibile legname è rimpiazzato quasi totalmente dalle sue quasi inesauribili miniere di carbon fossile.

Il problema delle foreste è una questione molto complicata, come ebbe occasione di dire un distinto giurconsulto nel Senato italiano quando si discuteva la legge forestale in vigore, e molti sono i punti oscuri di cotesta intricata questione. — I calorosi partigiani dei boschi trovano in essi ogni fonte di benessere e riescono perfino

(1) GUÉNEAU DE MUSSY (HENRY), *Évacuation des vidanges hors des habitations; Rapport, etc.*; *Revue d'Hygiène*, 1880, n. 12.

(2) ARNOULD, *Nouveaux Éléments d'Hygiène*, p. 537, Paris 1881.

(3) SIEMONI, pag. 430.

a dimostrarli prendendo di mira dei fatti; gli avversari dei medesimi li combattono, ed essi pure non sono fuori del vero. Ad ogni modo, senza preoccuparsi tanto della questione, si può dire con un distinto giureconsulto, che lo Stato è un essere indefettibile e che come tale sa e deve saper produrre ciò che manca alla sua prosperità. Per cui incombe ad ogni suo cittadino di impiegare tutti i mezzi per raggiungere il benessere generale mettendo a produzione e nel miglior modo tutte le forze naturali.

L'Italia, che è un paese eminentemente montuoso e che possiede un lido molto lungo, è fra i paesi d'Europa quello che maggiormente reclama la coltura forestale, perchè due terzi dei terreni di montagna non possono ricevere altra coltura e non possono dare altri prodotti che quelli boschivi; perchè le sabbie del litorale, come venne addimostrato in altro articolo di questa Enciclopedia, non possono convenientemente essere coltivati che a bosco. — È naturale poi che quando codesti terreni ingrati all'agricoltura siano messi a bosco recano un vantaggio e tolgono un grave inconveniente. — A tutti è noto come le montagne brulle diano allo sguardo una triste impressione, proveniente da ciò che la mente umana va subito all'idea che codesti spazi vuoti siano sterili, improduttivi e siano causa indiretta di danni ben gravi.

Si sa da tutti infatti che le inondazioni frequenti a cui sono soggetti i paesi le cui cime non sono boschive, hanno la loro causa indiretta in ciò che le acque di pioggia, non trovando alcun ostacolo al loro scorrimento, acquistano nel loro cammino su codesti piani inclinati una grande forza viva, la quale crescendo col volume e la velocità loro, trascinano in basso i detriti delle rocce, che rimasti sul posto avrebbero dato origine a terreno fecondo, ed insieme ad essi anche massi di una certa grossezza, i quali, rotolando in basso, possono colla loro caduta portare la ruina in luoghi abitati, mentre d'altra parte concorrono a colmare il letto dei fiumi in modo che le acque, non trovando in essi più spazio sufficiente, si rovesciano sulle campagne adiacenti convertendo in sterilità le più ubertose pianure, portandovi colla sterilità la desertazione. — Talvolta codeste acque si aprono nelle chine ripide delle vie sotterranee e producono delle frane che, smottando, travolgono e rovesciano non solo ciò che esiste su di esse, ma anche ciò che incontrano per via. E ciò dal lato idrologico, mentre non piccoli sono gli svantaggi dal lato climatologico. Infatti le località prive di boschi sono soggette agli sbalzi di temperatura i più forti; esse ricevono direttamente dall'aria i cambiamenti a cui essa repentinamente va soggetta, e si sa con quanto danno della salute pubblica; codesti paesi infatti sono i più freddi nell'inverno ed i più caldi nella state. Mentre che poi se si tratta di paesi in pianura, e che non siano lontani da paludi che più quì e più là esistono per effetto dell'innalzamento del lido, vanno soggetti a ben più grave pericolo quando l'aria della palude possa liberamente investire le campagne adiacenti, senza prima passare per il potente ed efficace filtro dei boschi. — Non vogliamo aggiungere a ciò il riparo che molti vogliono esercitino le foreste contro i venti, poichè a ben poca cosa si riduce tale effetto in montagna, abbenchè esso possa avere qualche valore in pianura.

Un'altra quistione si è fortemente agitata, ed è: se le foreste siano necessarie per ciò che producono, ovvero se le foreste siano solamente utili per i pericoli che tolgono. — È vero che lo Stato come Essere indefettibile sa produrre ciò che occorre al suo benessere, ma è altrettanto vero che essendo lo Stato formato dagli abitanti che in esso vi conducono la vita, così i medesimi devono

saper trovare il mezzo migliore per raggiungere questo benessere, devono escogitare tutte le forze naturali e saper rintracciare ed utilizzare il buono dappertutto dove lo trovano. — Senza pretendere, come alcuni vogliono, che la prosperità di molti Stati d'Europa trovi il primo fondamento nelle foreste, quantunque per alcuni sia vero ma ciò per circostanze di terreno e di clima, non si può negare che i terreni dei quali non si possano fare campi debbano essere convertiti in boschi e quanto prima tanto meglio. — È questa una delle più importanti quistioni economiche alquanto trascurate dai nostri legislatori, avvezzi a dimenticarsi facilmente dello stato triste dei nostri monti, forse perchè aumenta la produzione dei loro campi; poco curando il costo di tale produzione, si guarda il libro entrate, senza troppo osservare quello spese; si tien conto e si ha troppo caro il godimento presente senza pensare al futuro. I nostri campi sono oggi meglio coltivati del passato, questo è certo, ma i nostri monti deperiscono continuamente ed i nostri paduli non diminuiscono che a prezzo di gravi sacrifici.

È un fatto incontestabile che la statistica dei terreni incolti rappresenta in Italia una frazione molto rilevante dell'estensione totale del territorio dello Stato, e non possiamo per nulla essere scusati in quanto che non abbiamo realmente terreni che non possano essere in qualche maniera coltivati o che coltivati non siano suscettibili di una rendita e non rappresentino un onere ed un passivo pel proprietario che paga annualmente le tasse per terreni da cui egli ritira pressochè nulla.

Il problema da risolvere e che reclama una soluzione urgente è il mantenimento e rimboschimento dei monti e la creazione ed il mantenimento dei boschi al litorale. — Il bosco, dice un autore tedesco, rappresenta il limite della vegetazione e può istituirsi nei terreni più ingrati con lieve sacrificio della generazione presente e con grande vantaggio della futura.

A dimostrazione di ciò basta osservare:

1° I boschi, trattenendo le acque alla superficie del terreno, impediscono da un lato la formazione delle lavine e burroni entro i quali le acque trascineranno ogni sorta di materiali terrosi e fertilizzanti che andrebbero a colmare il letto dei fiumi e si perderebbero nel mare; mentre da un altro lato guidano quest'acqua negli strati sottoposti che non disperdendosi altrimenti va ad aumentare le sorgenti. Si potrebbero citare innumerevoli esempi di sorgenti seccate nei luoghi in cui passò la scure ed il fuoco, mentre invece si hanno esempi di sorgenti formatesi e che durarono fino a che il bosco rivestiva le falde o cime del monte alla cui base queste si trovano (Marsh).

2° Concorrendo ad aumentare la quantità di vapor d'acqua nell'atmosfera (Ebermeyer), tendono ad abbassare la temperatura nella state, epoca in cui avviene nei boschi la maggiore evaporazione, ed elevano quella del verno perchè si oppongono efficacemente all'irradiazione, ragione per cui impediranno nell'estate i forti squilibri di temperatura e quindi la produzione degli uragani, sostituendo ad essi piogge frequenti e placide; mentre da un altro lato concorreranno ad impedire i geli tardivi che tanto danno producono all'agricoltura.

3° Colle potenti radici degli alberi affrettano la decomposizione delle rocce e meccanicamente e chimicamente, mescolano e coprono i detriti di esse con sostanze organiche o terriccio. Convertono quindi l'arida roccia in terreno fertile in breve tempo non solo, ma lo provvedono di tali e tante sostanze organiche da trovare dopo poco tempo nel posto di un arido banco di arenaria o di granito un deposito di fertilità allo stato potenziale.

4° Filtrando l'aria attraverso il denso fogliame degli alberi la purificano vuoi per azione meccanica o fisica e recano grandi vantaggi all'igiene.

L'influenza vantaggiosa delle foreste si estende non solo alla fertilità e conservazione di un paese, ma ancora allo sviluppo di tutte le sue industrie, e le foreste sono per esso un potente mezzo di benessere e di produzione, poichè danno:

- a) Legname da costruzione di grossa mole;
- b) Legname e combustibile per forni e cucine;
- c) Legname di piccola mole per utensili necessari all'esercizio delle industrie;
- d) Cortecceia, resina, catrame, ecc., per le arti;
- e) Strame, concime, foraggio per l'agricoltura.

Accennata per larghi tratti l'importanza ed utilità dei boschi, bisogna vedere come e con quali mezzi si possano conservare quelli esistenti e formarne dei nuovi e quali siano le piante più preziose alla silvicoltura. La flora dei boschi d'Italia rappresenta quella di tutta Europa, poichè nella regione alpina ha vi il clima del nord d'Europa, mentre la regione insulare e meridionale rappresenta un clima quasi africano.

Conseguenza necessaria, dice un distinto autore di cose forestali, di cotanto diverse nature di clima si è l'abbondanza e la varietà grandissima di vegetali che crescono su questo suolo e che della sua flora ne forma una delle più ricche e da non cedere al confronto di qualsivoglia altra. Supponiamoci infatti, così egli continua, collocati sopra alcuno dei vertici più elevati delle Alpi, e precisamente sul confine estremo di quelle nevi, che l'alito di primavera non vale a sciogliere giammai, dove la vita alle piante è appena concessa, e tutto si riduce in umilissime pianticelle, che quella regione allegrano per un brevissimo periodo dell'anno. Ivi nessuna traccia di alberi, e fra gli arboscelli e frutici si possono solamente contare la bellissima Rosa delle Alpi (*Rhododendron ferrugineum*), l'Uva orsina (*Arbutus Uva ursi*), pochi cespuglietti di alcuni salci dalle forme minute, ed una varietà di ginepro cui l'inclemenza della stagione non permette di erigere il fusto, che va strisciando sul suolo. Il regno degli alberi viene segnalato più tardi dal tortuoso pino montano, vero pigmeo dalle forme ordinariamente gigantesche. Ad ogni passo che andiamo facendo, allontanandoci da quelle estreme pendici, troviamo che la vegetazione si fa più potente e più numerose le sue forme. Il pino cembro, i larici, gli abeti rossi, i pini silvestri costituiscono insieme quelle belle foreste che vedute dal basso contro il candido strato di neve delle pendici superiori, o contro un cielo limpidissimo e sereno come si osserva sulle Alpi nella bella stagione, fanno spiccare ammirabilmente il verde cupo delle loro masse e le ardite e svelte lor cime. L'abete comune o bianco mostrasi anch'esso in questa regione, ma timidamente dapprima; si scorge subito che fra i suoi confratelli è il più meridionale, e che facilmente risente gli effetti del lungo e rigoroso inverno di quelle altissime montagne. Nuove forme si svelano più in basso: insieme all'abete comune, il faggio subisce tutte le gradazioni delle piante di montagna; cespuglioso e sparuto nelle parti più alte, acquista, scendendo, vigore e robustezza, diventa poi albero di non comune dimensione e costituisce uno dei più begli ornamenti della sua regione. Proseguendo, dice, il viaggio verso più miti regioni, vien meno l'abete ed il faggio e molte delle altre piante che accompagnano questi giganti ed altri non meno forti ed annosi si presentano. Prima il cerro, poi il castagno solo o mescolato col primo, poi la quercia rovero colle sue numerose varietà, insieme ad altre specie minori. Più tardi alle quercie a foglia caduca

succedono le quercie a foglia persistente; il leccio cioè ed il sughero; poi il pino da pinoli e pinastro con tutte le piante che caratterizzano la zona mediterranea. Finalmente al limite meridionale d'Italia s'annunziano come precursori d'una flora equatoriale il fico d'India, la palma detta di San Pier Martire. Dalla rapida rassegna delle specie principali dei vegetali legnosi che giganteggiano nelle nostre foreste, si capisce di leggieri che l'Italia possiede tutte le piante che crescono nei climi d'Europa e che per i nostri boschi non occorre cercare altrove ciò che il nostro clima ed il nostro terreno ci offrono, ed è la negletta cultura quella che per alcune speciali piante ci fa stare al disotto degli altri paesi d'Europa. Ad ogni modo però bisogna convenire che siccome una data pianta prospera là dove trova nel terreno e nel clima adempite le condizioni necessarie al suo sviluppo e che ogni località dà un carattere speciale ai vegetali, carattere dipendente dalla sterilità o fertilità del terreno, dalla ruvidezza o mitezza del clima, quindi, a mo' d'esempio, una pianta di pino o di larice cresciuta in terreno sterile ed in clima aspro offre delle proprietà diverse da quelle della stessa specie cresciute in condizioni diverse abbenchè si trovino in località relativamente vicine.

Il clima è un fattore importante della vegetazione; infatti ha vi grande differenza fra le piante che crescono nella parte meridionale d'Italia di un clima poco al disotto dell'africano, da quelle che crescono sulle Alpi in clima poco diverso da quello polare. I limiti della nostra vegetazione sono i ghiacciai eterni, come al polo; sono i cocenti sbuffi del deserto come al nord dell'Africa. Non è la posizione geografica quella che dà al clima del nostro paese gli estremi di quello di tutta Europa, ma sono le nostre montagne che raggiungono le altezze superiori a tutti i monti d'Europa stessa, ed è la latitudine quasi australe del mezzogiorno d'Italia. Ora siccome la vegetazione dipende dal clima e questo dalla posizione dei luoghi, così ci troviamo obbligati di dividere la flora boschiva d'Italia in diverse regioni, certi che ciascuna regione è caratterizzata da una pianta che giganteggia su tutte le altre.

Cominciando dalla regione più elevata alla quale possono le specie vegetali assumere carattere e forma di alberi la cui cultura sia proficua, seguiremo la divisione di un distinto silvicultore italiano, il Siemoni, il quale le stabilisce come segue:

Zona 1^a, da 2100 a 900^m. — Regione del pino montano, pino cembro, larice, abete rosso e bianco, betula, faggio, acero, ecc.

Zona 2^a, da 900 a 400^m. — Regione del castagno, del cerro, della rovere, ecc.

Zona 3^a, da 400^m al mare. — Regione del pino da pinoli o domestico, del pinastro, della quercia sughero, del pistacchio, ecc.

PIANTE CHE CRESCONO NELLA ZONA DELLE ALPI, OSSIA IN QUELLA DA 2100 A 900^m.

In questa zona s'incontra:

Il Larice (*Pinus Larix* L.), albero alto da 20 a 30^m e più, di forma piramidale, svelta, tronco conico e diritto. La sua radice si approfonda assai e si divide in molte ramificazioni striscianti. Per unica eccezione fra le conifere nostre ha le foglie caduche nell'inverno e si distingue benissimo dalle specie affini, tanto per questa proprietà, quanto per i suoi fiori maschili e femminili e per i suoi coni piccoli e legnosi. L'area d'abitazione del larice coincide colla direzione delle alte montagne dell'Europa centrale dalle Alpi marittime o dal Delphinato fino lungo tutta la catena dei Carpazi. Si compiace dei luoghi riparati

nei quali cresce in quasi tutti i terreni, purchè siano sufficientemente sciolti e leggeri ed alquanto umidi e profondi. È una pianta che ama la luce e lo spazio, rifiutandosi di vivere molto vicine, per cui stando esse alla distanza di 4-5 metri permettono all'erba di crescere sotto la loro ombra, del resto poco densa, causa il suo esile fogliame, e quindi serve benissimo per formare dei boschi in quelle località dove è necessario l'esercizio del pascolo e la raccolta dell'erba. È pianta che comincia a fruttificare presto, non produce buon seme però che dai 50 anni in là. La raccolta dei coni allo scopo di averne semi la si effettua al principio dell'inverno e l'estrazione dei medesimi dai loro involucri è un'operazione alquanto difficile, di modo che v'ha chi consiglia di lasciare che i coni medesimi si aprano da sè, e ciò succede alla fine dell'inverno, in modo che nelle località coperte di neve si possono ammassare sulla neve indurita col mezzo di ramaglie e consegnarli asciutti al commercio, ovvero seminarli nella primavera in terreno leggermente smosso, bastando per germogliare di esser mescolati col terriccio della superficie. Infatti non è difficile osservare, in vicinanza e sotto alle vetuste piante di larice, le giovani piantine che provengono da semi caduti dalla pianta e che poi per trovarsi sul terriccio, formato dalle esili foglie della pianta stessa, purchè vi sia una umidità conveniente, vegetano e dopo qualche anno sono piantine capaci di sostituire le vecchie, poichè essa è pianta che cresce moltissimo in gioventù, purchè non le sia mancata la luce ed una umidità conveniente e purchè non sia danneggiata dagli animali, trovandosi così in questo ringiovanimento naturale assicurato l'avvenire del bosco. Il larice è la quercia del monte, il suo legno è uno dei più preziosi che producano le nostre foreste, la sua completa lignificazione, la sua grande ricchezza in resina gli assicurano una lunga durata insieme ad una forte resistenza e ad un'elasticità considerevole, specialmente se cresciuto con lentezza ed in località non troppo umide. Non si contorce, nè si screpola, non è attaccato dagli insetti e si presta molto bene tanto alle costruzioni civili quanto a quelle idrauliche e navali.

Le così dette scandole (sottili tavolette) che s'impiegano nella copertura dei tetti nel Tirolo e nella Svizzera, sono fatte di larice ed uniscono insieme alla preziosa proprietà della durata quella di tutti i legni, di non lasciarsi trapanare dall'umido, e di non disperdere o condurre il calorico, per cui in quelle capanne o formate tutte di legno di larice o coperte solamente di scandole di larice si possono affrontare gli inverni i più duri.

Il larice oltre al prezioso legname fornisce la così detta trementina di Venezia ed è reputata la migliore fra tutte le resine estratte specialmente dai pini. Se non che la estrazione della resina dai larici deprezza le qualità del legname al punto da non essere i larici resinati più capaci alle costruzioni e solo sono atti a fare carbone. — L'estrazione della resina da detta pianta si fa coll'aprire un foro, il quale traversi tutto l'alburno fino ad arrivare nel cuore del legno; detto foro lo si pratica, con una trivella perfettamente conica, dalla parte di mezzogiorno e di preferenza nel posto occupato prima da un ramo vecchio. — Detto foro si fa più in basso che sia possibile, anche rasente terra, e si fa in modo che la resina scoli entro una ciotola di legno o di pietra, avendo cura di lasciarlo aperto solamente nell'estate e di tapparlo appena termina codesta stagione per riaprirlo poi nella prossima estate. Un albero di mezzana grandezza può dare da 85-100 grammi di trementina e può durare da 40-50 anni a dare il medesimo prodotto.

Un'altra produzione del larice è la così detta Manna

di Briançon, la quale trasuda in giugno e luglio dalle sue foglie, ed apparisce dopo che vi si è solidificata, come tanti granelli d'un bianco sordido, mollicci e glutinosi. Questa sostanza non trova applicazione che in medicina, rara anche ivi e solamente in difetto della vera manna che fluisce dal frassino.

Il larice teme l'asciutto ed un clima caldo, tanto è vero che nell'Appennino non si è riuscito, malgrado i tanti sforzi fatti, a moltiplicare tali piante; ed i pochi esemplari che di esso si hanno a Boscolungo ed a Vallombrosa crescono con molta vigoria fino al 20° anno di età, poi decadono e molti di essi non arrivano a quella di 30 anni; quelli che pure raggiunsero un'età a questa superiore sono molto lontani dal presentare le preziose qualità di quelli delle Alpi e venuti per via naturale o da seme. Si vedrà in seguito come di esso si possano istituire boschi nuovi mediante ripiantamento.



Fig. 1018.

I nemici del larice sono alcuni insetti che ne rodono le foglie ed i giovani getti, e fra essi i più a temersi la Geometra del larice (*Tortrix piniculana* Zett.) e la Tignola del larice (*Tinea laricinella*); non è facile distruggerle perchè vivono ad una ad una, a meno di non distruggerne le uova al principio della primavera sulle giovani piantine. — Altri insetti imenotteri come il Tentredo del larice (*Nematus laricis* Hartig) che ne rode le foglie che punge e copre di lanugine bianca le parti verdi di questa pianta: non che il Pulcione del larice (*Chermes laricis* Hartig); le tignole che ne rodono la scorza ed il legno non sono molto a temersi perchè fino a qui sporadiche; del resto vivendo tutti questi in società, facile è sorprenderne e distruggerne i nidi o le uova.

Per ordine d'importanza e di elevazione si presenta dopo il larice ed insieme ad esso l'Abete di Moscovia o Abete rosso (*Pinus Abies* L.) (fig. 1018). Albero di

bellissima chioma, alto più comunemente 25-30^m e non di rado fino a 50^m, con un metro e più di grossezza alla base. I rami dell'abete rosso sono verticillati sul fusto ed il più delle volte i rametti piccoli dell'estremità dei grossi sono penduli, ciò che dà a quest'albero un aspetto dei più eleganti. — Le sue radici non si approfondano troppo nel terreno e si spargono in numerose ramificazioni alla superficie o poco al disotto della medesima; mancando quindi di fittone resistono male all'impeto dei venti allorché sono isolate.

La pieghevolezza estrema dei rami e l'esiguità delle foglie, permettono a quest'albero di vivere nelle regioni più alte, ove altre piante sarebbero schiantate od almeno offese grandemente per l'abbondantissima caduta della neve. Quest'abete nei primi anni della sua gioventù fin verso il 6° o 7° anno, cresce assai lentamente, ma poscia vegeta con grande celerità e prontezza da dare dei getti perfino della lunghezza di un metro in un anno. Si compiace dei terreni argillosi misti con sabbia e terriccio vegetale, e non esige molta profondità di suolo a motivo delle sue radici striscianti e quando è collocato in località conveniente raggiunge il completo stato di maturità verso i 100 o 120 anni. Comincia a fruttificare dopo il 50° anno di età ed i suoi coni, pressoché cilindrici, maturano in ottobre e senza staccarsi dalla pianta lasciano cadere i semi, i quali sotto la densa coperta del bosco germinano e vegetano conservandosi bassi e sofferenti, in seguito, se non vien loro dato un poco di luce; ma crescono rapidamente allorché, diradando il bosco, si permette ad essi un poco di spazio e di luce ed in capo ad 8 o 10 anni sono capaci di sostituire le piante madri e di riprodurre completamente il bosco senz'altra fatica. — L'abete rosso può moltiplicarsi per semina e piantagione e ne sarà tenuta parola in seguito nella coltura e creazione di boschi nuovi.

L'abete rosso occupa in Europa un'area più grande del larice e dell'abete bianco; la figura, che ne è estremamente irregolare, presenta il suo minimo sviluppo verso il sud-ovest e di là si allarga incessantemente attraverso l'Europa centrale nella direzione del nord-est, dalle vicinanze di Pampelona e Barcellona da una parte fino alle spiagge del Mar Glaciale, non lungi dal Capo Nord, arrivando a mezzodi fino alle Alpi. Al nord questa pianta raggiunge il lido del mare e non arriva a vegetare a 200^m sopra tal livello, mentre nelle Alpi e Pirenei si spinge al di là di 2000^m, il che vuol dire al limite della vegetazione arborea.

Il legname di questo abete comparisce frequentissimo sulle nostre piazze commerciali sotto il nome di pece di Borgogna. Si estrae praticando nel fusto dei tagli longitudinali che attraversano tutta la scorza; rinnovando ed approfondando di tanto in tanto i tagli medesimi si può seguitare un gran numero d'anni ad ottenere questo prodotto, però tale operazione, che è praticata con vantaggio nei boschi del nord d'Europa, non lo potrebbe essere da noi, perchè sarebbe recare un grave pregiudizio alla pianta stessa, la quale, resinata che sia, perde nell'accrescimento e nelle qualità del suo legname.

La resina che fluisce abbondantissima da questa pianta, si conosce in commercio col nome di pece di Borgogna. Si estrae praticando nel fusto dei tagli longitudinali che attraversano tutta la scorza; rinnovando ed approfondando di tanto in tanto i tagli medesimi si può seguitare un gran numero d'anni ad ottenere questo prodotto, però tale operazione, che è praticata con vantaggio nei boschi del nord d'Europa, non lo potrebbe essere da noi, perchè sarebbe recare un grave pregiudizio alla pianta stessa, la quale, resinata che sia, perde nell'accrescimento e nelle qualità del suo legname.

Oltre al legname come prodotto principale, ed alla resina come prodotto accessorio, si potrebbe accennare all'uso della corteccia per la concia delle pelli, alla fabbricazione di stuoje e cesti che gli abitanti del Nord fabbricano colle sue radici capillari non solo, ma colla farina del libro ne fanno farina che sola o mescolata alla farina d'orzo ne fanno del pane. — Siccome per altro da noi abbiamo piante e prodotti che sostituiscono molto bene codeste utilizzazioni, così consigliati colà dalla scarsità dei prodotti, non lo possono essere più presso di noi.



Fig. 1019.

Un numero grandissimo d'insetti vivono a spese di questa pianta e molti fra essi possono farla perire. Fortunatamente però quelli che in Germania hanno cagionato la morte di migliaia e milioni di piante, e per i quali molte foreste dovettero esser rinnovate completamente, non trovano presso di noi quelle condizioni necessarie al loro sviluppo e non si presentarono fino a qui molto pericolosi. Non ostante volendo accennare ai principali dobbiamo tener conto di alcuni xilofagi come per es. il Bostrico minore (*Bostrichus pusillus* Gyll.), l'ilesino lucente (*Hylesinus micans* Kug.). Gl'ilesini e bostrici tipografi, calcografi ecc., i quali tutti esili e minutissimi, da poter essere paragonati a granelli di rena vivendo fra la scorza ed il legno, cagionano il più delle volte la morte alla pianta. Non è qui il modo d'indicare la distruzione, il principio fondamentale della quale, almeno per noi dove non sono molto numerosi, è quello di scorzare o quasi gli alberi attaccati da essi nella primavera, epoca in cui tutti o quasi gl'insetti sono allo stato di larva ed allora trovandosi esposti direttamente alla luce vi incontrano la morte. Questo mezzo curativo da noi può dare utili risultati, mentre in Germania sono costretti ad abbattere ed incendiare le piante che ne sono attaccate.

L'Abete bianco (*Abies pectinata* D. C.) (fig. 1019) viene, secondo l'ordine adottato, immediatamente dopo all'abete rosso, abbenché, come vedremo in seguito, piuttosto che esser pianta delle Alpi, è pianta dell'Appennino. È desso un albero di prima grandezza, dal portamento piramidale

e svelto, co' suoi rami disposti a palchi o verticilli, dalle foglie aghiformi d'un verde cupo nella pagina superiore e bianco-tomentose in disotto. Posto in favorevoli condizioni può raggiungere e sorpassare anche l'altezza di 50^m con un diametro di 2^m alla base. La sua radice, che da bel principio si approfonda a fittone, viene in seguito sostituita da radici laterali striscianti, per le quali non può offrire, se isolato, grande resistenza ai venti, abbenchè si approfondi più dell'abete rosso. Quest'albero bellissimo predilige i terreni argilloso-calcarei o semplicemente argillosi, misti a buona quantità di terriccio vegetale; si compiace dei luoghi ombrosi e freschi e non teme il rigore dell'inverno delle montagne Appennine, stentando anzi se trovasi al disotto della sua regione naturale e se si trova in un clima più mite. In luoghi consimili raggiunge l'età di 150-200, ma è maturo da 100-120 anni; la sua fruttificazione è abbondante, gli strobili o coni che produce, sono maturi verso la metà di ottobre e lasciano cadere i semi insieme alle squame, i quali sotto la densa coperta del bosco si conservano benissimo fino alla primavera ventura, stagione nella quale germinano e possono dar luogo alle numerose piantine che popolano gli spazi un poco radi, piantine che crescono benissimo, e si conservano in vita senza aumentare in altezza mantenendosi allo stato di cespuglio, il quale si eleva a pianta quando una conveniente sottrazione o diradamento delle piante vecchie, dia ad essi un poco di spazio assicurando così l'avvenire del bosco. La moltiplicazione artificiale di questa pianta ovvero l'istituzione di boschi nuovi con essa non è cosa molto difficile, sia per mezzo di semine o di piantagioni, come verrà detto in appresso. Il temperamento delicato però di questa pianta non tollera i raggi cocenti del sole ed esige di esserne difeso nella prima gioventù, ragione per cui si conserva, come fu accennato, in vita ed allo stato di cespuglio sotto la densa coperta delle piante vecchie perchè la difendono dalla malefica, per esso, influenza della luce.

Il legname di questa pianta ne rappresenta il principale prodotto. Esso è bianco e qualche volta bruno rossastro, ha odore pronunziato di resina, e presenta qua e là dei nodi perfettamente staccati dal rimanente legno e circondati da uno strato di resina, ragione per cui usato in tavole codesti nodi possono cadere e risolversi in buchi cilindrici, usato in travi va esente da questo piccolo difetto. È però elastico e resistente e non è soggetto al guasto del tarlo. Abbenchè inferiore in qualità al legname dell'abete di Moscovia, può per altro sostituirlo nelle costruzioni e nella marina e si presta più di quello per fabbricare mobili ed altri piccoli oggetti.

Fra i prodotti accessori di questa pianta si può citare la scorza come eccellente combustibile e come propria alla concia delle pelli, sebbene non sia in Italia molto usata. La resina dell'abete bianco è detta trentina di Strasburgo e si estrae senza cagionargli alcun pregiudizio; si scelgono perciò gli alberi di età media, sui quali le lacune resinifere hanno la massima estensione. L'operazione consiste semplicemente nel forare col becco di un piccolo corno di latta chiuso all'estremità le ampolle resinifere della scorza per raccogliere le gocce di trentina che per essere liquida e trasparente si chiama anche olio di abete.

Questa pianta copre in Europa una superficie molto più piccola di quella dell'abete rosso. Essa s'incontra nei Pirenei, nelle Alpi del Jura, arriva appena nei Carpazi e più di tutto nell'Appennino, poichè, arrivando sino sull'Etna in Sicilia, si presenta nei monti dell'Italia al suo massimo sviluppo, creando quivi delle bellissime foreste, fra cui sono da mentovarsi, quella di Camaldoli

sotto la Falterona, quella di Vallombrosa sotto Protomagno e quella dell'Abetone sotto il Cimone e Libro Aperto.

L'abete bianco va soggetto ad una malattia che gli è propria e che genera sul suo fusto o sui rami dei tumori cancerosi quasi sempre circolari, detti comunemente *cancro dell'abete*. Il legno della regione ammalata è molle, spongioso, la fibra ne è contorta, gli accrescimenti annuali ne sono notevolmente ispessiti, egli è soggetto ad alterarsi e ad imputridirsi.

Un abete cancerato perde per questa difformità, abbenchè non molto, in accrescimento, molto però in valore; egli è molto soggetto a rompersi nella regione avariata sotto la forza dei venti quando lo si atterra. Codesto cancro pare prodotto da un fungo della tribù delle mucedinee (*Aecidium elatinum* Alb. e Schw.); non si sa però se sia causa od effetto del male, poichè sembra che i geli tardivi della primavera facendo morire alcune gemme laterali delle piante, producono delle piccole piaghe, le quali con facilità vengono invase dal fungo e danno origine al cancro.

Rimediî a codesto male non si conoscono, del resto i suoi guasti, almeno da noi, non sono molto a temersi.

In Francia lamentano quale danno dell'abete comune le avarie prodotte dal Visco (*Viscum abba* L.). Ma da noi non si conoscono, che io mi sappia, danni prodotti da questo vegetale parassita.

I nemici dell'abete bianco fra gli animali, e da noi specialmente, sono da temersi gli scojattoli (*Sciurus communis*) che qualche volta ne rodono in striscie la scorza da cima a fondo, producendo inevitabilmente la morte delle piante così malconce: la caccia col fucile a codesti animali è uno dei rimediî più efficaci. Fra gli insetti giova annoverare alcuni bostrici, specialmente il *B. curvidens* ed il *B. lineatus*, ma siccome da noi non attaccano che le piante morte o le sofferenti, così non danno grave pensiero ai silvicultori, che colla semplice scorzatura di codeste piante possono evitare la moltiplicazione di questi piccoli ma terribili nemici.

A completare le piante da bosco, che vegetano in questa regione degli alti monti, mancano i pini, piante che per regione precedono o stanno allato delle suddeseritte specie; fra essi i più importanti sono:

Il Pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.), albero di 30-40^m. d'altezza, che sorpassa raramente 4 metri di circonferenza, e rimane per questo riguardo molto al disotto della picea e dell'abete bianco. Se cresce in boschi densi, presenta un fusto slanciato abbastanza diritto senza rami fino ad una certa altezza, senza conservare tracce degli antichi verticilli, la chioma formata di rami a verticilli assume la forma conica. Se però cresce isolato, allora è ramoruto dalla base ed il tronco è alquanto tortuoso. Le diverse varietà di esso, come il Pino di Scozia, il Pino di Riga, ecc. non sono che altrettante forme di esso caratterizzate dalla regione in cui cresce. Quest'albero, tollerantissimo del freddo, si spinge in Lapponia attraversando tutta l'Europa ed arrivando fino in Asia, occupa una estensione vastissima. Si propaga come tutti i suoi congeneri per seme e prospera in qualunque terreno purchè non sia troppo umido e tenace. È di prontissima vegetazione e le pianticelle anche nei primi anni di loro gioventù sono abbastanza rustiche da superare senz'altro i rigori della stagione. In molti luoghi anzi si pratica di associare, mediante la sementa, la coltura di questa conifera ad altre più delicate, le quali hanno così fin dalla nascita un riparo contro l'azione pernicioso dei venti durante l'inverno, e nell'estate una difesa contro i raggi cocenti del sole. Le radici di questa

pianta s'approfondano moltissimo nel terreno, specialmente se sciolto, ed offrono così una potente resistenza non solo contro i venti, ma sostengono con efficacia i terreni soggetti a franare in pendio a guisa di tanti solidissimi pignoli, apportando inoltre ad essi legame e fertilità per il terriccio che producono. È una pianta estremamente preziosa per ripopolare le terre vaghe, i versanti aridi esposti a mezzodi, per rimboschire i terreni che imprudentemente vennero resi nudi e sui quali non è possibile altra coltura, causa le eriche e scope che li avessero invasi. Il pino silvestre fornisce il miglior legno conosciuto per l'alberatura delle navi, poichè a dimensioni considerevoli riunisce elasticità e durezza sufficiente, ed una forte durata. Per essere adatto a ciò peraltro occorre sia cresciuto lentamente e provenga da fusti ben dritti e privi di nodi, ciò che non possono darci che le foreste del Nord, ed infatti i pini a ciò impiegati ci vengono dalla Scozia o dalla Russia settentrionale, luoghi in cui codesta pianta assume le qualità volute. — Da noi e nelle nostre Alpi il pino silvestre non forma boschi tanto estesi e quindi il legname che produce non è stimato quanto lo potrebbe. — In Scozia ed in alcune parti d'Italia eziandio i montanari riducono in lamine le radici ed i tronconi dei fusti abbattuti, che, essendo ricchissimi di resina, servono all'uso di lumi col nome di tede o facelle. — Dalle incisioni praticate nel fusto si ottiene una specie di resina, che distillata, somministra lo spirito di trementina e per residuo la colofonia o pece greca. Distillando il legname e le vecchie ceppe in vasi chiusi si ottiene il catrame o pece liquida. — La scorza contiene un principio nutriente e serve nelle contrade del Nord alla nutrizione dei porci ed in tempo di carestia a quella degli uomini. Si ottiene inoltre colla macerazione degli aghi una sostanza filamentosa chiamata lana di bosco, che può sostituire la flanella ed altri simili tessuti e fu, pochi anni sono, vantata come buon preservativo dei reumatismi; ciò non venne però completamente confermato dai fatti.

Nella regione dei monti ed insieme od accanto al pino silvestre vegetano due altre specie di pini, quello cembro e quello detto montano. Ambedue queste piante raggiungono le parti più elevate delle nostre Alpi, arrivando in esse fino all'estremo della vegetazione. S'incontrano eziandio nei Carpazi il primo e nei Pirenei il secondo. Codeste due piante vegetano nella zona strettissima delle montagne più elevate e non discendono mai al piano, ragione per cui esse non s'incontrano negli altri paesi d'Europa se non che allo stato sporadico sulle cime più elevate, dove per il rigore dei climi assumono la forma di arbusti, ed alberi di mezzana grandezza non lo sono che nei luoghi più miti delle alpestri regioni. Si distinguono benissimo l'uno dall'altro perchè il montano assomiglia nei con e nelle foglie un pochino al pino silvestre, ma rimane di questo molto inferiore nelle dimensioni. Il Pino mugo (*Pinus mughus* Scopk.) cresce tanto nei terreni asciutti, pietrosi, granitici, quanto in quelli umidi e torbosi; tale diversità di terreno, in cui può crescere, concorre a dargli la forma di arbusto o di albero, per modo che molti fra i botanici ne fanno di questa specie diverse varietà. — Basta una leggiera umidità e qualche pioggia per assicurare la vita a questa pianta nei luoghi dove il freddo rigido uccide quasi tutte le altre piante legnose, e per questa proprietà può essere utilmente impiegato nel rimboschire le più alte regioni ed il terreno in cui esso vegeta si trova legato solidamente per le forti radici che emette; è quindi da questo lato una pianta preziosa, abbenchè il suo legno non presenti dimensioni da essere

impiegato se non per fare giocattoli e piccoli utensili da servire all'industria della pastorizia.

Il Pino cembro (*Pinus cembra* L.) si distingue dagli altri perchè, invece di avere per ogni fascetto due foglie come hanno tutti gli altri, ne presenta cinque, e poi i suoi con sono ovoidi e le squame sono molto diverse da quelle degli altri. Questa pianta di vegetazione estremamente lenta, e che possiede una longevità grandissima, può raggiungere l'altezza di 15-25^m; preferisce i terreni freschi, profondi, ma non si rifiuta di crescere in quasi tutti purchè siano alquanto umidi. Inferiore per robustezza al pino montano, è più di quello utile alle popolazioni monticole per i suoi frutti (pinoli), che per contenere un olio grasso di sapore piacevole viene alquanto ricercato in commercio per le confetture. Per quanto siano cotesti pinoli abbastanza ricercati, siccome la loro raccolta è sempre difficile perchè confinati alla cima di monti quasi inaccessibili, siccome non se ne possono avere grandi quantità che con molti sforzi, così ad essi si sostituirono quelli del pino da pinoli o pino domestico, e quindi la sua coltura è tanto negletta che non si conosce che allo stato selvaggio, perchè non può abbandonare le cime per crescere in luoghi più accessibili. — Del suo legname se ne fa appena menzione perchè tutto consumato sul posto dai montanari che ne fanno giocattoli e coi rami e radici delle facelle o tede.

In quest'alta regione ed immediatamente al disotto delle piante già descritte si mostra il Faggio (*Fagus sylvatica* L.), il quale però presenta questo curioso fenomeno che sulle Alpi lo si incontra sotto la regione degli abeti e pini, mentre nell'Appennino raggiunge le massime altezze e lo si trova al disopra; anomalia apparente, perchè nell'Appennino non troviamo l'abete rosso, il larice ed il pino silvestre che allo stato sporadico, mentre è il solo abete bianco che non appare mai solo nelle Alpi, ma che, abbisognando di clima più mite, forma nell'Appennino dei bellissimi boschi, al disopra dei quali vi è il faggio.

Questa pianta vegeta in tutti i climi d'Europa tranne che in Spagna, in Svezia ed in Siberia; essa come le altre specie mentre nel limite meridionale della zona in cui vegeta, arriva alla cima dell'Etna in Sicilia, la si trova nelle pianure litorali del Baltico che ne traccia il confine settentrionale. — Quest'albero bellissimo a foglia larga ed a chioma densa e ramoruta è uno dei più vantaggiosi per la coltura forestale nella sua regione e trovasi riunito in grandi masse sui nostri monti, sui quali forma le bellissime selve che chiamansi comunemente faggete. — Albero alto da 15-30 metri con un diametro alla base che di rado sorpassa un metro, dritto o quasi; ramosissimo quando è isolato, fornito di chioma estesa ed a tronco nudo nelle selve, con radici numerose e forti che si sprofondano abbastanza nel terreno.

Qualunque terreno, purchè non estremamente umido o paludoso, gli conviene, ma però lo preferisce di mezzana consistenza. È difficile che altra pianta più di questa si contenti di un sottile strato di terra; lo si vede spesso vegetare robustissimo e con prestezza sopra gli scogli vestiti appena del terriccio risultante dalla decomposizione delle foglie e di una porzione della roccia. In tale condizione il suo più grande nemico è il vento, che lo sbarbica talora tutt'intero e lo getta al suolo. E da notare ancora fra le generalità di questa pianta, che preferisce l'esposizione a tramontana oppure a levante nelle regioni basse e temperate, ed il ponente o il mezzogiorno nei luoghi più elevati e più freddi.

Il faggio si propaga per seme ed è eccellente consiglio eseguirne la sementa a dimora, senza trapiantare cioè

gli alberetti del semenzajo al luogo ove effettivamente debbono rimanere, perchè in tal caso le piante languiscono lungamente, difficilmente riprendono vigore e non di rado soccombono. Si dice che le giovani pianticelle temono il caldo ed il freddo eccessivo, ma è raro che fra noi quest'albero, anche giovanissimo, senta danno per effetto di clima nella sua regione ed anzi si propaga con meravigliosa celerità, e senza cura alcuna si disseminerebbe e spargerebbe sopra le superfici incolte, se l'uomo non intervenisse a cacciarnelo col ferro e col fuoco.

Si coltiva a ceduo e ad alto fusto: nel primo caso si taglia ogni venti e più anni lasciando sulla ceppaja i rametti piccoli che si dicono guide. Coltivato ad alto fusto si taglia ogni cento e più anni; più vantaggiosa ne è la coltura a ceduo con turno da 30 a 40 anni, non potendo il suo legname d'alto fusto fornire pezzi utili per le costruzioni.

Il suo legno è bianco quando è tagliato di fresco, ma diviene rossastro all'aria e, disseccandosi, passa al rosso chiaro uniforme; manca di elasticità, quindi s'imbarca e si screpola facilmente, va soggetto ad essere molto attaccato dal tarlo; sottoposto alle alternative del secco e dell'umido si conserva pochissimo, sotto l'acqua può conservarsi lungo tempo.

Il legname di faggio non può quindi impiegarsi nelle costruzioni, s'impiega con vantaggio nell'industria del carradore per ruote e simili.

L'impiego più importante del faggio è di servire da combustibile, la sua potenza calorifica è superiore a tutti o quasi tutti gli altri legnami, tanto che viene preso (*Hartig*) come termine di confronto nella determinazione delle calorie dei legni. Il suo carbone ne è stimatissimo; serve nell'economia domestica e nell'industria per il trattamento dei minerali (Vedi articolo CARBONI e CARBONAJE).

Il frutto mandorla del faggio contiene un olio grasso non siccativo che è comestibile quando è spremuto a freddo; esso in ogni caso serve all'illuminazione. La raccolta della faggiola diventa per questo scopo, negli anni d'abbondanza, una sorgente importante di prodotto per i proprietari o per gli abitanti che comprano il diritto di raccogliercela.

Il faggio ha pochi nemici specialmente fra gli insetti, e da questo lato può essere considerato come una specie privilegiata.

Insieme al faggio od accanto ad esso nell'Appennino specialmente si presentano gli Aceri di montagna (*Acer pseudo-platanus* L., *Acer platanoides* L., *A. Opalus* L., *A. neapolitanum* T.), le cui specie più importanti e frequenti nella zona dei monti sono l'Acer falso platano, l'Acer loppo (*A. Opalus*) ed il Platanoide od Acer riccio, potendo l'Acer napoletano (*A. neapolitanum* Ten.) considerarsi come una varietà dell'Acer loppo od Acer di montagna.

L'Acer falso platano o Sicomero è un albero di prima grandezza, che, crescendo in masse serrate, acquista un fusto liscio e diritto, colla chioma simile a quella del faggio. Questa pianta si adatta a qualunque terreno, purchè non sia troppo umido o paludoso; prospera meglio però nei terreni sabbiosi fertili, profondi e discretamente freschi. Gli si addicono in ispecial modo gli alti piani, le vallate delle montagne e le località volte a settentrione oppure a levante. Si propaga per seme in semenzai e piantonai appositi, e dopo 6-10 anni può essere collocato a dimora; e quando trova condizioni adatte alla sua vegetazione continua a crescere fino all'età di 120-150 anni e può prolungare la sua vita fino a quella di 800 anni.

Il legname di quest'albero è generalmente bianco, talvolta venoso, solido e compatto e non ostante facile a lavorarsi. Si lascia facilmente colorire in qualunque modo ed è capace di prendere il più bel pulimento, ragione per cui è accettabilissimo ai falegnami, i quali ne traggono utensili e suppellettili d'ogni genere e di bellissimo aspetto; serve ancora per la fabbricazione di strumenti musicali.

La linfa di questo albero contiene in buona dose dello zucchero; Brandillart assicura che quarantasei litri circa di essa somministrano una libbra e mezzo di zucchero, ed aggiunge che, secondo le sue esperienze, il succo di quest'albero comparato a quello dell'Acer d'America (*Acer saccharinum* Desf.) non produrrebbe che due terzi soltanto di zucchero.

L'Acer da cui in America estraggono lo zucchero è una specie affine a questa ed il clima in cui cresce non è molto differente da quello dei nostri Appennini specialmente del centro, per cui sarebbe a desiderarsi che venisse da noi tentata la coltura di questa pianta tanto preziosa.

L'altra specie di acer platanoide o riccio non differisce dal falso platano che per la forma delle foglie o delle infiorescenze; per altro esso rimane più piccolo di quello, ammettendosi in generale che non raggiunga che i $\frac{2}{3}$ dell'altezza ed i $\frac{4}{5}$ della grossezza. Le sue condizioni di vegetazione sono simili a quelle del falso platano, tanto che può benissimo trovarsi mescolato col medesimo, preferendo anche lo stesso terreno, se non che la sua zona si trova forse un pochino più in basso. Il legno dell'acer riccio rassomiglia molto a quello del falso platano abbenchè sia venato di rossastro; meno stimato come legname da costruzione, è però miglior combustibile.

L'acer loppo e la sua varietà napoletana si trovano l'uno nell'Appennino del centro, l'altro in quello di mezzogiorno; vivono insieme all'acer di montagna, o meglio un pochino al disotto e nella zona del castagno. Non offrono particolarità nè per il modo di crescere, nè pel loro legname, se non che esso è più duro e meglio accetto ai carradori e tornitori delle altre specie affini.

In questa zona s'incontra eziandio l'Olmo di montagna (*Ulmus montana* S.), il quale cresce tanto in mezzo ai faggi che agli aceri ed eziandio in mezzo agli abeti, ama i terreni leggeri e freschi, ma si trova in istato abbastanza buono anche sui terreni secchi del calcare giurassico e qualche volta eziandio nei crepacci delle rocce. L'olmo è uno degli alberi che in gioventù cresce più prontamente degli altri; può raggiungere un'età molto avanzata insieme a forti dimensioni. Il suo legno è inferiore a quello dell'Olmo di pianura (*Ulmus campestris* L.); egli è più molle, meno durevole e meno tenace, ragione per cui i carradori, che lo chiamano olmo bianco, ricusano abitualmente d'impiegarlo.

Insieme all'olmo, agli aceri s'incontrano le due specie di Tiglio (*Tilia grandifolia* e *T. parvifolia* L.); il primo detto *tiglio naturale*, l'altro detto *tiglio selvatico*. Alberi ambedue pregevolissimi per la loro bellezza; impiegati nei viali e nelle passeggiate pubbliche, crescono e si moltiplicano per seme tenuto due o tre anni in appositi semenzai nella zona propria che è quella dell'abete comune o bianco per l'Appennino centrale, mentre nel settentrione d'Italia non s'incontrano che nelle colline e nelle pianure. Ambedue queste piante possono vegetare l'una accanto all'altra, richiedendo le stesse condizioni di terreno, che vogliono leggero, fertile, profondo e costantemente fresco, nonchè il medesimo clima, che preferiscono temperato e fresco. Vegetano bene nel centro

dell'Europa e si spingono fino in Siberia. Da noi codeste piante non formano boschi, tutt'al più s'impiegano per ombreggiare viali e la loro moltiplicazione, che si fa per seme in appositi semenzai, si presenta facile perchè si possano trapiantare anche in età avanzata.

Il legname del tiglio bianco e talvolta giallognolo è ricercato dagli intagliatori, scultori ed incisori in legno, per la facilità colla quale si lavora. Non è attaccato quasi dagli insetti, ma non ostante non se ne trae partito nelle costruzioni, causa la sua fragilità. Anche come combustibile non è molto pregiato e rimane molto al disotto del faggio.

Giova rammentare che fra i prodotti accessori del tiglio è da notarsi la materia fibrosa che si estrae dal suo abbondante libro, e colla quale, macerata che sia e liberata completamente dalla parte indurita della corteccia esterna, serve, in Russia specialmente, alla fabbricazione di corde molto resistenti all'umidità, sporte, panier, tappeti, cappelli e simili. Le foglie somministrano un cibo gradito ai ruminanti in genere e con i suoi fiori si fa una bevanda teiforme diaforetica.

Delle piante legnose importanti che vegetano in questa regione non v'ha che il Carpino bianco e nero (*Carpinus Betulus* e *C. Ostria*) e la Betula (*Betula alba*, *B. canescens* L.). Tutte le altre, come per es., il Sorbo (*S. aucuparius* L.), il Pioppo tremolo (*Populus tremula* L.), il Pruno (*Prunus avium* L. e *P. padus* L.), il Tasso (*Taxus baccata* L.), l'Agrofoglio (*Ilex Agrifolium* L.), il Citiso (*Cytisus alpinus* e *C. laburnum* L.), il Sambuco (*Sambucus nigra* e *racemosa* L.), il Salcio (*Salix caprea* L.), l'Ontano bianco (*Alnus incana* Wild), il Lazzero (*Crataegus aria* Lin.), l'Avellano (*Corylus Avellana* Lin.) ed il Pero cervino (*Pyrus Amelanchier* L.) meritano appena di esser accennati, non presentando importanza dal lato forestale, poichè tutti si mostrano spontanei e sotto forma sporadica nei boschi dell'alta regione e tutt'al più potrebbero essere atti a rivestire certe balze, sulle quali fosse impossibile altra vegetazione, essendo tutte piante, eccetto qualcuna (tasso e citiso), che non temono i rigori del clima e la sterilità del terreno; rimandando il lettore ai trattati di botanica forestale che ne trattano diffusamente.

Il Carpino è un albero di circa 10-20 metri di altezza, con radici numerose e robuste che si affondano obliquamente nel terreno con tronco diritto, generalmente non rotondo, ma depresso o provvisto di scanalature. Quest'albero, che raramente costituisce da sè solo delle selve di qualche estensione, occupa d'ordinario il limite inferiore della zona dell'abete e del faggio e scende talora anche in quella del castagno. Si trova nei terreni silicei, nei granitici e nelle argille, ma sviluppa meglio in quelli a base calcarea e profonda. Si propaga per seme, il quale va consegnato alla terra dopo la sua maturazione, e le pianticelle che ne sorgono, se vogliasi, possono facilmente trapiantarsi. Cresce con prontezza quasi eguale al faggio specialmente in gioventù e raggiunge in 100-150 anni le sue massime dimensioni. Nessun albero è più di questo tollerante del taglio e di qualsiasi potatura ed è stato per conseguenza introdotto nei giardini, ove serve a far siepi che si potano foggianti in tutte le maniere.

L'importanza principale del legname di carpino sta nella sua potenza calorifica. È uno dei migliori combustibili che si conoscano; brucia con fiamma viva e produce un carbone che rimane incandescente fino a completa combustione. Il legname di carpino non è impiegato nelle costruzioni perchè ha il gravissimo difetto di contorcersi, di fendersi, di resistere male all'azione

dell'acqua e più specialmente alle vicende dell'umido e del secco. Le foglie di questa pianta somministrano un eccellente foraggio, e gli abitatori delle montagne ne fanno raccolta per nutrire i bestiami durante l'inverno.

La Betula colle sue specie (*Betula alba* L. e *Betula pubescens* Ehrh.), albero di 10-12 metri con radici forti e poderose, vegeta nei terreni profondi e discretamente umidi senza però rifiutarsi di crescere nei terreni più ingrati dove non attecchisce nessun'altra pianta. Si propaga per seme, il quale, malgrado la sua sottigliezza, può, quando non trovi convenienti le condizioni del clima, tardare di un anno a germogliare. Nessun altro albero è importante come questo per la facilità colla quale si dissemina e per l'utile che ne consegue, merita più di questo l'attenzione dei proprietari dei boschi di montagna, i quali ne possono trar partito per rivestire i luoghi dirupati, ove non potrebbesi praticare convenientemente verun'altra coltura regolare. Occorre però seminarla in ottobre o tutt'al più spargerne i sottili semi sulla neve ai primi dell'inverno, perchè il suo esilissimo seme è di difficilissima conservazione. Questa pianta, una delle poche che spingasi nelle regioni più boreali dell'Europa, è fecondissima di utili applicazioni e forse non havvene che più di questa serva ad un'infinità di usi svariatissimi. Il suo legno bianco, assai compatto e mezzanamente pesante non si fende, nè si contorce, ed è fuggito dal tarlo ed altri insetti. Non imputridisce sottoposto all'azione dell'acqua, mentre lo fa molto rapidamente se esposto alle intermittenze dell'umido e dell'asciutto, ed è per ciò che non è usato nelle costruzioni civili abbenchè lo sia in quelle idrauliche. Come combustibile passa fra i migliori; brucia con fiamma viva e chiara, ed il suo carbone è eccellente e può servire insieme a quello del nocciolo e del linterno alla fabbricazione della polvere pirica. La scorza della betula, di consistenza quasi coriacea, è impiegata dai contadini della Svezia e della Norvegia per coprire i tetti, e le nomadi famiglie dei Lapponi costruiscono con essa una specie di capanne o di tende durante i loro pellegrinaggi da una regione all'altra; fanno panier, culle e persino oggetti di vestiario. La linfa che la betula somministra copiosa tosto che in primavera si facciano dei fori nel tronco è attivamente raccolta da alcuni popoli che preparano con essa una sorta di birra aggiungendovi del luppolo, una specie di vino bianco spumante e dell'aceto, ed un sciroppo col quale rendono dolci le vivande.

Le foglie giovanissime, bollite nell'acqua, danno in Norvegia una bevanda teiforme; più tardi si raccolgono nel medesimo paese pel nutrimento del bestiame, e la scorza può, pel tannino che contiene, servire per la concia delle pelli. Da questa medesima scorza si ottiene in Russia, mediante un particolare processo, una specie di catrame, il quale, distillato, fornisce un liquido oleoso, di cui se ne servono per dar l'odore alla così detta *vacchetta di Russia*.

Fra le specie legnose minori che vegetano in questa regione si può annoverare il Sorbo da uccellatori (*Sorbus aucuparia*), pianta che assume un bellissimo aspetto in ottobre, causa il colore roseo degli abbondanti frutti, ricercati con avidità dagli uccelli, ed è per ciò che i cacciatori di reti coltivano codeste piante con cure speciali, che sarebbe qui troppo lungo enumerare.

Il Pioppo tremola (*Populus tremula* L.), che in certo modo si trova abbastanza diffuso sulle balze e terreni più aridi, abbenchè non abbia neppure importanza dal lato dei prodotti, ha però un qualche interesse forestale poichè molto facilmente ricopre e con prontezza le regioni più alte dell'Appennino specialmente dove manca

ogni vestigia di vegetazione, e per i numerosi polloni che emette dalle sue radici fu preziosamente impiegato in Inghilterra per la fissazione ed imboschimento di molte dune.

Il Tasso (*Taxus baccata* L.) (fig. 1020), pianta bellissima che serve d'ornamento nei giardini, si trova allo stato selvatico nei luoghi ombreggiati, freschi ed umidi dei monti dell'Appennino solitario fra gli abeti e faggi; ma siccome si presenta sporadico e di un accrescimento il più lento di tutti, così economicamente non v'ha nessun vantaggio a coltivarlo, ad onta che non v'ha chi non conosca la bellezza del suo legno che è il più bello dei nostrali, ma nessuno ne ha tentato una estesa coltivazione, se non per ornamento.



Fig. 1020

Il Nocciolo (*Corylus avellana* L.), importante per il carbone delle sue radici che è impiegato con vantaggio nella fabbrica della polvere pirica ed i cui rami servono per farne cesti, corbelli e simili, lo si coltiva qualche volta per i suoi frutti. Del resto è un arbusto che cresce prontamente allo stato selvatico in mezzo ai faggi e negli spazi vuoti tra gli abeti e predilige i terreni sciolti freschi; se ne conosce qualche varietà gentile che si coltiva a preferenza per il frutto, moltiplicandolo per seme, per polloni o per innesto (1).

ALBERI ED ARBUSTI DELLA REGIONE DELLE COLLINE.

Primo fra questi che vegeta al limite superiore della zona è il Castagno (*Castanea vesca* Willd.). Trovasi esso in tutti i paesi del sud dell'Europa, dal Caucaso al Portogallo, dall'elevazione 1600 metri sul livello del mare in Spagna, 900 metri in Italia e sull'Etna, 400 metri sulle Alpi, in Grecia, in Turchia, ed al centro della Francia, discende quasi alla pianura. — Nel centro dell'Italia trova le condizioni più propizie alla sua vegetazione, poichè allo stato selvaggio vi forma delle foreste di una certa estensione specialmente in Val d'Arno superiore e nel Casentino, ciò che non si verifica in altri paesi d'Europa. — È un albero alto ordinariamente da 10-15 metri, con tronco grosso sovente tortuoso, coi rami tortuosi pure e disposti in modo da formare una chioma tondeggiante.

Il castagno predilige i terreni silico-argillosi profondi ed abbastanza fertili, prospera eziandio nei luoghi scogliosi purchè possa penetrare le sue radici nella roccia.

— Un terreno troppo umido ed eccessivamente compatto non s'addice a questa pianta, la quale inoltre fugge i terreni calcari. — La propagazione di esso si ottiene mediante i semi, i quali si affidano al terreno appena avvenute la maturazione, oppure alla successiva primavera. — Il castagno può essere considerato sotto due punti di vista, cioè: 1° Come albero da frutta, nel qual caso somministra per buona parte dell'anno il cibo ordinario agli abitanti dei monti; 2° Come albero da bosco, somministra legname da opera se coltivato ad alto fusto, pali, cerchi, ecc. se coltivato a *palina* come dicesi in Toscana. — Il castagno coltivato a ceduo può tagliarsi a periodi di soli 4 o 5 anni se da esso non vogliono che frasse per intesserne i gabbioni che ripieni poi di sassi servono a frenare il corso dei torrenti o dei fiumi; oppure 6 a 10 anni se aspettansi pertiche e pali, più o meno grossi a seconda dell'oggetto a cui sono destinati. Coltivato ad alto fusto attinge la sua maturità dagli 80 ai 100 anni, ma la sua vita si protrae molto al di là, e le sue dimensioni diventano talvolta veramente straordinarie, ed un esempio di ciò l'abbiamo nel castagno dell'Etna che ricoverò i 100 cavalieri della regina Giovanna; oggi nel cavo del medesimo è costruita una casa abitata da una famiglia di pastori. — Il fatto si è che siccome questa pianta ad estrema vecchiezza è raggiunta dalla carie o lupa che ne vuota completamente il fusto e che può talvolta dividere in più parti, così è per il castagno dei 100 cavalieri, il quale oggi è sostituito da un certo numero di piccoli fusti crescenti sulla stessa ceppaja e qualcuno dei quali è costituito da frammenti dell'antico fusto corroso e vuotato.

Il legname del castagno ha qualche analogia con quello della quercia comune; non ne possiede nè la forza nè la durezza, ma a differenza di quello nè si fende, nè si contorce. — Esso è di colore giallo bruno, venato di più scuro, abbastanza leggero, discretamente elastico e resistente, ma non troppo compatto; esposto all'intemperie si corrompe e imputridisce facilmente ed è assalito dagli insetti xilofagi che lo crivellano in tutti i sensi; adoperato al coperto sotto terra o nell'acqua non teme l'ingiuria del tempo. Viene impiegato nella costruzione di mobili rustici, di utensili villerecci, di porte e finestre, e nella fabbricazione dei vasi che servono a conservare ed a preparare il vino, come sarebbero tini, botti, bigonce e barili; si usa eziandio per farne palafitte e condotti sotterranei per l'acqua e non è disprezzato nella costruzione dei tetti. — Il carbone di castagno ha il difetto di scoppiettare e non può usarsi nell'economia domestica, ma è ricercatissimo nelle fucine dei fabbri e nelle fonderie di ferro. La scorza è pochissimo ricca di tannino, quindi non è usata nelle concerie, ma il legno ridotto in trucioli e sottomesso ad una ebollizione prolungata nell'acqua dà una sostanza liquida o solida che si conosce in commercio, specialmente in Francia, sotto il nome improprio d'*acido gallico*, serve a tingere in nero e caricare le stoffe di seta. — La castagna è uno dei prodotti più importanti, spesso il principale di questa specie. — Migliorata dalla coltura, più grossa e regolarmente arrotondata nel trovarsi sola nell'involucro, costituisce il marrone, di cui si conoscono numerose varietà che tutte si propagano per innesto sul castagno comune.

Immediatamente al disotto della regione del castagno si presentano le Quercie, alcune delle cui specie accompagnano e vegetano assieme al castagno stesso. — Il genere quercia appartiene quasi interamente all'emisfero boreale, di cui egli abita le colline e le pianure delle regioni temperate o le alte montagne delle contrade equatoriali. — Le specie ne sono numerosissime e si elevano

(1) MATHIEU, *Flore forestière*.

a 261 m. nel *Prodromo* di De Candolle, e la delimitazione della sua zona di vegetazione è una delle operazioni più difficili, come quella di qualunque pianta tanto comune e diffusa come questa. — Le quercie in generale esigono un'insolazione diretta per crescere; alcune di esse non resistono all'azione dell'ombra e dell'aduggiamento. — Risulta da ciò che la loro chioma non presenta una grande quantità di fogliame poichè è formata da pochi e grossi rami.

La radice delle giovani piante si compone essenzialmente d'un fittone lunghissimo e questa tendenza ad accrescere il fittone è più o meno pronunziata a seconda delle specie, in ogni caso però il sistema radicante della quercia è uno dei più forti ed uno di quelli che si sprofonda di più nel terreno.

Le preferenze, a riguardo del suolo, variano secondo le specie e si regolano dal più al meno sulla natura del fogliame; poichè se questo è tenero ed erbaceo, producente in conseguenza una traspirazione abbondante, renderà la specie esigente sotto il rapporto della freschezza del suolo (Farnia, *Quercus pedunculata* L.). Questa esigenza sarà minore, a misura che il fogliame prenderà consistenza (Rovere, *Quercus robur* L.), fino ad arrivare alle specie a fogliame duro e persistente (Leccio e Sughera, *Quercus ilex* L., *Quercus suber* L.) che possono vegetare nei terreni sassosi e compatti.

Si moltiplicano tutte per seme ed il loro frutto, conosciuto sotto il nome di *ghianda*, matura per alcune specie in un anno, per altre in due anni, e conviene seminarla nell'autunno perchè di difficile conservazione, poichè se durante l'inverno non si tengono in piccoli mucchi mescolate con strati di foglie e sabbia e fatti in luoghi riparati e fuori degli sbalzi di temperatura si è certi che si guastano perdendo la facoltà germinativa.

Le ghiande racchiudono molta fecula e sono spesso alimentari; nonostante nei paesi nordici esse hanno un gusto così aspro che non possono convenire che al nutrimento del bestiame e soprattutto all'ingrassamento dei suini.

Si può estrarne dell'alcool come da tutte le sostanze amilacee, s'impiegano qualche volta torrefatte come succedanei del caffè.

Le quercie racchiudono abbondantemente nel tessuto cellulare della maggior parte dei loro organi, delle sostanze astringenti dette tannino che derivano dall'acido tannico, si combinano colle pelli e le trasformano in cuoio. Si osserva una grande differenza nel tannino secondo le specie che lo forniscono. Questo valore si accresce in generale a misura che la latitudine diviene più meridionale e che lo sviluppo corticale si fa con maggiore attività, ciò che vuol dire dello spessore che può raggiungere la corteccia dei vecchi alberi. Si è per ciò che le quercie sempre verdi del Sud producono un tannino migliore che quelle a foglie caduche del Nord; che fra le prime la quercia sughera è preferita, mentre che fra le seconde sono preferite la farnetta ed il cerro.

Il legname di quercia, abbenchè non sia nè il più pesante, nè il più duro, nè il più elastico, non ostante riunisce tutte queste proprietà in un grado tale, esso presenta una tale durata all'aria o nell'acqua, esso può acquistare tali dimensioni che è senza dubbio il più prezioso di tutti quelli che producono le nostre foreste, e che fra le specie esotiche ve ne hanno ben poche che l'eguagliano per gli usi ai quali lo si impiega. Esso è per eccellenza il legno delle costruzioni navali, idrauliche, civili e militari.

Oltre a tutto questo, esso ha una potenza calorifica elevata che aumenta naturalmente colla densità, peraltro

per la proprietà che ha di scoppiettare non è fra i combustibili ritenuto per il migliore, il suo carbone però è considerato di buonissima qualità.

Le quercie contano fra gli insetti molti nemici, alcuni ne mangiano le foglie come, per es., la *Bombice processionea*, l'*Orchestes quercus* L.; altri vivono fra la scorza ed il legno come lo Scolito imbrogliato (*Scolytus intricatus* Koch), il Bostrico vellutato (*Eccoptogaster intricatus* Zel.); altri vivono nel corpo legnoso come il *Bupreste bifasciato* (*Corabus bifasciatus* Oliv.), il Bostrico monografo (*Bostrichus monographus* L.) ed il *Lymexilon navale*, che è uno dei più pericolosi specialmente nei cantieri. La ghianda poi è attaccata da un Punterolo o Curculionide (*Balaninus glandinum* Marsh). — Nessuno però di codesti insetti produce la morte delle quercie, tutt'al più può far perdere qualche anno di accrescimento come quelli viventi sulle foglie, ovvero possono rendere difettoso qualche pezzo destinato alle costruzioni navali per quelli viventi nel legno. Un altro insetto del genere *Cynips* pungendo le gemme e deponendovi le sue ova determina la produzione di quei rigonfiamenti rotondi chiamati *galle*, dalle quali si ottiene la così detta vallonea, e l'acido gallico specialmente per quelle dei paesi meridionali.

I paesi di pianura o di collina, come fu detto, sono quelli ove le quercie prosperano il meglio, esse si trovano in tutta l'Italia e possiamo dividerle in due categorie:

1° Cioè: Quercie della regione più elevata del Nord che sono tutte quelle a foglie caduche, di cui le specie da prendersi in considerazione sono: la rovere, la farnia ed il cerro, specie tutte che perdono le foglie nella stagione invernale;

2° Quercie della regione bassa, sono il leccio, la sughera a foglie persistenti, la farnetta a foglie caduche.

Il Cerro (*Quercus cerris* L.) è la specie delle quercie che raggiunge la regione più elevata. Esso si trova benissimo nella regione del castagno e nei luoghi pietrosi ed aridi; costì però più allo stato di arbusto che a quello di albero che assuma di bellissima forma a fusto drit-tissimo quando il terreno sia profondo, sostanzioso e fresco. Si distingue dalle altre specie di quercie per il colore scuro della sua corteccia, per avere la cupola erinita e le foglie a molti lobi profondi ed uguali.

Si propaga per seme e le ghiande vanno possibilmente seminate subito dopo la raccolta o conservate con grande cura durante l'inverno, ciò che è comune a tutte le ghiande di qualunque specie di quercie, le quali, per attraversare l'inverno, occorre farne dei piccoli mucchi stratificandole con foglie e sabbia, coprendoli con piote erbose in luoghi riparati e non troppo umidi, nè troppo asciutti.

Il Cerro cresce più prontamente di quasi tutte le quercie nostrali e può tenersi a ceduo, a capitozza, e ad alto fusto. Abbenchè sia la quercia più rustica di tutte, non ostante la sua coltura non è molto praticata perchè il suo legname, sebbene duro e pesante, è inferiore a quello delle altre, perchè si fende, si contorce e va soggetto ad esser attaccato dal tarlo. Adoprato come combustibile scoppietta e difficilmente leva fiamma.

La Quercia rovere e Quercia pedunculata (*Quercus sessiflora* Smith, *Quercus pedunculata* Ehrh.) sono due piante da bosco molto preziose e tutti i paesi d'Europa le posseggono, e da noi esse si possono dire le regine dei nostri boschi.

La pedunculata vegeta in una estensione maggiore dell'altra, essa predilige i terreni profondi ed umidi

delle pianure, nei quali si avanza quasi fino al mare. Il suo temperamento robusto reclama dalla prima gioventù l'azione diretta della luce, esige quattro mesi almeno di vegetazione non interrotta con una temperatura media di 12° C. purchè non vi siano lunghi periodi di siccità. — Si distingue facilmente dalla rovere perchè ha i rami e fusti lisci, slanciati, le foglie pure lisce di un verde cupo, e per le ghiande che porta in numero di due o tre all'estremità di un lungo peduncolo, a cui deve il suo nome; ed il suo legno di fibra fine e diritto lo si distingue bene da quello delle altre specie.

Si propaga per seme e siccome le pianticelle sviluppano fin dalla prima età un lungo fittone, così richiedono delle cure speciali per essere trapiantate, tanto che alcuni autori sono del parere non potere questa e le altre specie di quercia esser adatte al trapianto.

Si può allevare ad alto fusto, a capitozza o ceduo a seconda dei prodotti che si vogliono conseguire. Tenuta ad alto fusto non acquista la sua maturità che verso i 150 anni, ma può vivere parecchi secoli.

Il legno della quercia pedunculata è uno di quelli impiegati maggiormente in ragione della sua abbondanza, delle sue qualità e delle grandi dimensioni che raggiunge. È ricercato specialmente per costruire lo scheletro delle navi; sarebbe peraltro troppo lungo l'enumerare l'infinità di usi che se ne fa; nelle costruzioni civili non è molto impiegato, causa il suo peso, se non nei pezzi di piccola dimensione. — La durata di questo legname immerso è grandissima, ma sepolto sotto terra pare che duri meno della rovere e del larice, poichè l'Amministrazione delle nostre ferrovie lo ha scartato quasi del tutto dall'impiego come traversine.

La sua corteccia contiene buona dose di tannino che però non è della qualità migliore, e nei paesi nei quali vegeta questa specie abbondantemente e mancano le altre specie, si preferisce quella dei giovani cedui di 20-30 anni. — Le foglie possono servire di foraggio al bestiame tanto allo stato verde quanto secco.

La Rovere, la quale si distingue dalla pedunculata per essere di forma meno diritta e slanciata, ha rami e foglie meno lisce e di un verde più chiaro colla corteccia cenericcia e screpolata, coi frutti sessili, a cui deve il suo nome; vegeta su di una superficie meno estesa di quella della pedunculata. Essa si incontra di preferenza nelle colline ed altipiani, potendo arrivare a vegetare da noi al di sopra di 1000 metri specialmente in Sicilia. — A differenza della pedunculata preferisce i terreni mobili, marnosi o calcari purchè non difettino affatto di argilla che li mantenga un pochino freschi. Il temperamento della rovere è forse più delicato di quello della pedunculata perchè non s'incontra come quella nei paesi del nord dell'Europa; in Italia però è più frequente della pedunculata.

Questa pianta presenta tali e tante forme che molti ne hanno fatte moltissime specie, conosciute sotto il nome di *Quercia rovere*, *Quercia pubescente*, *Quercia sessiliflora*, e tante altre tali specie o varietà; però se hanno dal lato botanico qualche importanza, non ne hanno molta da quello industriale, poichè la qualità del loro legname non differisce che per le dimensioni e per la diversità dei luoghi da cui provengono. Il legno della rovere, a parità di dimensioni, non è inferiore a quello della farnia, solamente ha la fibra meno diritta ed è di un colore più scuro; ma resiste come quella alle intemperie, ed anzi la Società delle ferrovie vorrebbe che le traversine fossero tutte fatte del legno di questa specie di quercia piuttosto che di qualunque altra, presentando una durezza ed una durata a tutte superiore. Si presta

meno di quella nelle costruzioni civili e navali. — Il tannino che si ottiene dalla sua corteccia è di qualità migliore di quello della farnia ed è contenuto in maggiore dose purchè anche qui si tratti di ceduo. Le sue ghiande sono un prodotto prezioso pel nutrimento dei porci, la sua foglia però si presta meno alla nutrizione del bestiame.

Fra le quercie a foglie caduche ci rimane di accennare alla Quercia conferta o Farnetto (*Quercus humilis* D.C.), la quale raramente assume l'altezza delle altre quercie, da cui si distingue per la forma delle sue foglie, i cui lobi sono profondi e quasi uguali. Questa pianta vegeta in tutti i terreni dell'ovest dell'Europa e da noi occupa le colline e montagne del sud non senza scendere fino alla regione litorale. Il suo temperamento robusto e la vigoria colla quale rigetta dalle ceppaje creando dei cedui che durano quasi indefinitamente, la fanno raccomandare nell'imboschimento delle lande di questa regione.

Fra le quercie a foglie persistenti la più importante è la Quercia sughera (*Quercus suber* L.) (fig. 1021), la quale si distingue dalle altre per la corteccia che si converte in un bello strato di sughero già dai primi anni, per le ghiande che maturano in un anno, per le foglie di un verde più chiaro e pel suo legno più pesante di tutte le altre quercie.

Il Sughero cresce sulle coste o sulle montagne di media elevazione e si allontana poco dal bacino del Mediterraneo. I terreni feldspatici e schistosi sono quelli che preferisce, mentre pare fugga i terreni calcari. L'Italia meridionale, la Spagna e l'Algeria ed anche qualche contrada della Francia sono i soli paesi nei quali cresce questa pianta. Sono i climi temperati e caldi che si confanno alla sua vegetazione, e più che temere per il terreno teme per i freddi del clima, ragione per cui la sua zona di vegetazione è ristrettissima. Questa pianta si moltiplica per seme e non presenta altro interesse che per il sughero abbondante che produce, forse perchè non raggiunge grandi dimensioni, e poi perchè il suo legname troppo pesante si fende e si contorce colla massima facilità. Il sughero però che produce compensa a dismisura la mancanza od esiguità degli altri prodotti, ed è per ciò che è una pianta degna di speciale considerazione.

L'inviluppo sugheroso che appare sulla corteccia, già dal secondo anno di vita, in principio si accresce lentamente, ma, dopo un anno o due, sbarazzata dell'epidermide, si sviluppa con rapidità, fino a che però la pressione dello strato esterno non impedisce l'allargamento degli interni, ragione per cui, se non si tolgono, la produzione del sughero rimane indebolita, ed è per ciò che non si lascia alla pianta raggiungere una circonferenza maggiore di 30 centim. ad un'età superiore a 15-20 anni senza procedere alla prima sbucciatura. Il sughero che si raccoglie da questa sbucciatura, *sughero maschio* dei Francesi, o *corcho* degli Spagnuoli è di qualità infima, ed il più delle volte viene impiegato nella fabbricazione del nero-fumo o *nero di Spagna*. Il sughero che si produce sotto codesto primo strato è chiamato dai Francesi *sughero femmina*, esso costituisce il sughero comunemente impiegato e proprio a tutti gli usi del commercio. — La sottrazione del corco o sughero maschio non deve sorpassare nell'altezza la metà del tronco dell'albero; non è che nelle scorzature susseguenti che si può arrivare fino all'inserzione dei rami, i quali, in generale, debbono essere rispettati a meno che non siano di forti dimensioni. L'operazione della scorzatura si fa alla fine di giugno, in luglio e qualche volta anche in agosto e



Fig. 1021.

sullo stesso albero si ripete ogni 8 o 10 anni; da noi si stabilisce per limite minimo 7 anni.

Abbiamo ancora fra le querce da accennare al Leccio (*Quercus ilex* L.) ed alla Sugherella o falsa sughera (*Quercus pseudosuber* Sant.). L'una e l'altra di queste però, abbenchè possano assumere grandi dimensioni nei giardini e viali dove vengono coltivate per ornamento, non hanno dal lato forestale ed industriale grande importanza, se non che il tannino che esse producono sia preferito a quello delle altre specie, cosa che si spiega benissimo essendo ambedue queste specie dei climi meridionali. — Ambedue però essendo di temperamento abbastanza forte e crescendo spontanee nei boschi del-

l'Italia meridionale ed in quelli del litorale di mezzo, presentando anche una grande longevità e forza riproduttiva delle ceppaje, possono prendersi in considerazione, specialmente il leccio che fra noi è più comune della sugherella, non trovandosi quest'ultima che quasi esclusivamente nei boschi della Sardegna, della Spagna e del sud della Francia.

In questa regione di mezzo s'incontra oltre che le querce anche il Pino di Corsica (*Pinus Laricio* Poir.) e le affini, come il Pino nero od austriaco (*Pinus austriaca* Host.), il Pino degli Abruzzi o dei Pirenei (*Pinus Brutia* Ten.) che alcuni considerano come varietà del laricio. Il pino laricio e le sue varietà occupano quasi

esclusivamente il Sud dell'Europa arrivando appena in Francia; del resto il nome di tutte queste piante indica anche la località in cui si trovano. Il pino di Corsica è un albero di prima grandezza, raggiunge alle volte 40 e più m. di altezza con una circonferenza alla base di 5 m., ha fusto diritto e cilindrico e nudo spogliandosi presto dei rami più bassi, si distingue dagli altri per il colore rossiccio della sua corteccia e per i suoi aghi lunghi e contorti di verde chiaro a coni piuttosto piccoli. — In Corsica si trova il centro della sua zona di vegetazione ed ama i terreni marnoso-argillosi che vengono dalla scomposizione di alcuni graniti. Si propaga per seme ma può anche trapiantarsi purchè lo si faccia da giovane, come succede in generale per tutti i pini. — Il legno del pino laricio è abbastanza stimato nelle costruzioni tanto civili quanto navali, ed è stato in alcuni casi sostituito al pino di Riga o pino silvestre del Nord eziandio nell'alberatura dei bastimenti, ma si guasta facilmente se non si ha l'avvertenza, appena abbattuto, di togliergli l'alburno. — Contiene molta resina e potrebbe fornire questo prodotto, abbenchè in generale non si utilizzi perchè si danneggerebbe troppo la produzione del legno.

Il pino nero o austriaco che cresce nella Dalmazia, Stiria, Carinzia e Ungheria si distingue dal laricio per il colore scuro della scorza, la grossezza dei suoi aghi ed il loro colore verde cupo. È assai più rustico del laricio e viene in quasi tutti i terreni, ma non raggiunge mai le dimensioni di quello; inoltre il suo legno più pesante e più floscio non può servire con vantaggio alle costruzioni, viene però usato nella fabbricazione di piccoli pezzi in ragione del suo poco valore. È una pianta che cresce prontamente, è di un temperamento tanto robusto da reclamare qualche raccomandazione dal lato forestale, fornisce poi combustibile in buona quantità e non mediocre, oltre ad una buona quantità di resina, che gli si toglie praticando delle incisioni nel fusto, come si vedrà parlando del pinastro.

Il Pino di Calabria e dei Pirenei (*Pinus Brutia* Ten.) è rimarchevole per la bellezza del suo portamento, l'esiguità e regolarità dei suoi rami, la forma stretta, allungata, acuta della sua chioma. Questa pianta è diffusa in Calabria e nei Pirenei, ma la sua coltura non è molto estesa, nè il suo legname presenta delle grandi utilità; forse è di qualche importanza forestale, ma la coltura di esso non fu presa in considerazione almeno in modo esteso.

All'enumerazione degli alberi che vivono in questa regione mancano: l'Acer campestre (*Acer campestre* L.), il Sorbo domestico (*Sorbus domestica* L.), il Bagolaro (*Celtis australis* L.), i Citisi (*Cytisus alpinus* e *Laburnum* L.), i Salci (*Salix alba* e *viminalis* L.), il Pioppo nero (*Populus nigra* ed *alba* L.), l'Ontano nero (*Alnus glutinosa* L.), i Frassini (*Fraxinus excelsior* ed *Ornus* L.), il Pero, il Melo (*Pyrus communis* e *Malus* L.), il Ginepro (*Juniperus communis* L.), ed il Sommaco (*Rhus coriaria* e *Cotinus* L.).

Oltre le specie minori come la Scopa (*Erica scoparia*), lo Spincervino o *Rhamnus*, l'*Ulex* o Ginestrone, la Stafilea, la Colutea, la Fusaria (*Evonymus*), il Ligustro (*Ligustrum*), il Bianco-spino (*Crataegus*) il Pruno, il Bossolo (*Bucus*), ecc. Alcune delle specie accennate, l'acero, il sorbo, il pero, sono specie essenzialmente agrarie, e non trovano posto fra gli alberi da bosco; fra gli altri ve ne hanno alcuni che si rendono importanti tanto dal lato dei prodotti che da quello forestale. Il Bagolaro, fraggiacolo o paccasassi, è un alberetto di 10-15 metri che vegeta nei terreni profondi degli altipiani e delle pianure, si propaga per seme ed è importante per il suo

legno di un bianco sordido, poichè dopo l'ebano ed il bossolo è preferibile ad ogni altro per la bellezza e la durezza del suo legno, ed è ricercato per timoni da carro e pezzi da ruote, cerchi, pali. — Fra le seconde industrie, alle quali dà luogo questa pianta, convien citare i manichi da frusta che si preparano specialmente in Francia, e che per straordinaria elasticità godono riputazione grandissima.

Fra i Citisi merita una nota il *C. laburnum*, o falso ebano, essendo le altre specie di citisi, come l'alpino, troppo simili a questo e gli altri arbusti di nessuna importanza. Il falso ebano deve precisamente il suo nome al color nero del suo legname simile perciò all'ebano, ma non possiede nè la durezza nè il peso di esso, abbenchè possa prendere come questo un bellissimo pulimento. È un alberetto di 6-8 metri di altezza che vegeta bene quasi dappertutto e trovasi disseminato qua e là nei boschi delle colline, senza però assumere grande importanza. — Lo si trova frequentemente coltivato per la bellezza e l'odore soave dei suoi fiori.

Il grandissimo numero delle specie di salci che vegetano in questa regione di mezzo forma materia di studio certamente, ma per non allontanarci dall'indole del libro citerò solamente le specie maggiori od arboree, lasciando tutti gli arbusti, e quelli che possono assumere questa forma sono il Salicone (*Salix caprea* L.), il Salcio bianco (*Salix alba* L.) ed il Salcio da vimini (*Salix viminalis* L.), tralasciando le altre 30 e più specie che i trattati di botanica descrivono distesamente. Il salicone si trova veramente nella regione dei monti e specialmente nell'Appennino fra l'abeto bianco, ed assume la forma di albero di 6-8 metri di altezza, ed è di una certa importanza forestale perchè rustico ed atto a vegetare nei terreni più sterili che, crescendo prontamente, concorre in certo modo a bonificare. Il suo legname floscio e bianco non è atto a verun lavoro e neanche come combustibile, non perciò coltivato ma sempre allo stato selvaggio. Il salcio bianco è un albero più elevato del salicone, 10-15 m., e si trova più specialmente in pianura nei terreni freschi e profondi, e lungo i fiumi od altri corsi d'acqua, purchè si tratti di terreni sabbiosi e fertili. — Si propaga con grande facilità per talea, basta di piantare un ramicello in terra perchè questo metta radici e diventi una pianta. — Si usa di tenerlo a capitozza e si allevano poi sulla corona dell'albero due o tre rami i quali diventano lunghe pertiche molto regolari e cilindriche, che servono per farne scale o *gabbioni* che, intessuti con rami più piccoli, si usano, pieni di ghiaia o terra, per riparo contro la corrosione dei fiumi. — Il suo legname molto leggero e floscio non riceve grande applicazione, abbenchè in antico servisse per far gli scudi dei soldati, ed anche oggi in Russia si racconta che se ne fabbrica delle piccole barche leggerissime.

Il Salcio giallo (*Salix vitellina* L.) è una varietà del salcio bianco e si coltiva lungo i fossi per farne coi suoi rametti dei vimini molto tenaci e flessibili; non è però di nessuna importanza forestale.

Il Salcio ripajolo (*Salix viminalis* L.), come lo dice il nome, è un arbusto che trovasi copiosamente nelle ripe dei nostri fiumi e torrenti. Basta che qualche rampollo di questo invada qualche tratto di terreno e vi trattenga dei ciottoli o materie terrose provenienti dall'alto, perchè vi si veggia in brevissimo tempo sorgere un'abbondantissima vegetazione di tali piante. — Le modeste dimensioni di questo salcio non permettono di trarre alcun profitto dal suo legname, ma ricercatissimi sono i suoi ramicelli, coi quali si intessono panieri, ceste, culle, gabbie da uccelli ed altri rustici utensili. — D'altro

canto è una specie preziosissima per rivestire gli argini dei fiumi e può tornar utile anche al rivestimento delle sabbie. — La corteccia dei salci contiene del tannino ed in alcuni casi si sostituisce a quella delle quercie dove queste fanno difetto. La salicina e l'acido salicilico vengono estratti da questa corteccia con un processo chimico speciale.

I Pioppi nero (*Populus nigra* L.) e bianco (*Populus alba* L.) s'incontrano in questa regione e si spingono anche più in alto, specialmente il bianco, mentre peraltro il nero lo s'incontra più frequentemente in pianura. — Il pioppo bianco preferisce i terreni d'alluvione silico-argillosi, profondi, freschi od umidi; è un bellissimo albero di rapida vegetazione, si moltiplica meglio per talea che per seme, in quanto che quest'ultimo è delicato e perde presto la facoltà germinativa. Le sue radici superficiali restando in qualche punto quasi scoperte emettono delle gemme le quali si convertono ben presto in vigorose piantine, ond'è che è molto adatta a ricoprire i terreni di una lussureggiante vegetazione.

Il pioppo nero non differisce da questo che per il suo fogliame più tenero e verde chiaro e dalla scorza cenericcia, mentre l'altro ha le foglie molto grossolane e di un verde cupo nella pagina superiore, bianche invece in quella inferiore, e dalla scorza bianco-argentina. — Vegeta come il bianco nei terreni silico-argillosi, amando però più l'umido di quello, raggiunge le stesse dimensioni, ma ve ne ha una varietà piramidale o italiana (*P. italica*?) che è propria delle pianure lombarde e che vegeta molto bene nelle sabbie del Po. Quest'ultima varietà è di bella forma slanciata e piramidale, a fusto diritto e lungo da 20-30 metri e più. — Si moltiplica per talea (*piantone*), ed è molto rustica, tanto da essere raccomandata a coprire le sabbie sterili, abbenchè preferisca i terreni che sono alquanto umosi.

Tutte codeste specie e varietà di pioppi danno legname floscio ed incapace d'applicazione perchè, oltre al mancar di durezza, va soggetto a putrefarsi colla massima facilità. — La foglia dei pioppi fornisce un mediocre foraggio, e la scorza di essi può essere impiegata nella concia delle pelli perchè contiene del tannino, ma la quantità e qualità è tale da non essere molto ricercata.

L'Ontano (*Alnus glutinosa*, *viridis* e *incana* L.) conta tre specie: il glutinoso, il verde ed il bianco; la più importante di tutte e tre le specie è la prima, le altre due si trovano allo stato di arbusto di nessun significato eccetto per il forestale, in quanto che vegetano sulle cime più apriche dove comincia a venir meno la vegetazione arborea, ma rimane così piccola che non se ne potrebbe ottenere che legna minuta, se per la conservazione del terreno in quei luoghi non fosse da consigliarsene mai il taglio, e quindi si potrebbero considerare come specie bonificatrici del terreno e come piante di tutela contro i guasti ruinosi delle acque per portarvi poi delle piante utili anche dal lato economico ed industriale. — Ambedue queste piante, che si distinguono al fogliame l'uno verde e l'altro bianco nella pagina inferiore, hanno diverse tendenze, l'uno cioè, ed è il verde, ama i terreni silico-argillosi asciutti e si trova sull'alto dei monti, mentre l'altro desiderando i terreni umidi si trova a' piedi dei monti e copre i lati dei torrenti delle Alpi, ponendo colle sue numerose radici un ostacolo alla corrosione dell'acqua.

L'ontano nero dal fogliame cospicuo verde intenso è un albero di 20-30 metri d'altezza, il quale si presta ottimamente alla coltura dei terreni situati lungo i fiumi e delle località umide e poco adatte per farvi crescere altre piante che non siano salci o pioppi. — Le nume-

rose barbicelle che getta dal colletto abbracciano in ogni direzione il terreno circostante e lo collegano per modo da renderne difficile la corrosione per opera dell'acque correnti. — Quest'ontano, come gli altri due, si propaga per seme e per trapianto, ma più facile riesce la moltiplicazione per talea o per barbatella. — Si governa ad alto fusto, ed allora dà delle piante di bell'aspetto, le quali assumono verso i 30 o 40 anni il loro massimo sviluppo, ed abbattuto l'albero è utile alle costruzioni, e ricercato specialmente dagli intagliatori, fabbricanti di mobilia e dai tornitori. Regge poco alle vicende dell'asciutto e dell'umido, ma collocato sotto acqua a pochi per durata è secondo, tanto che gli antichi che impiegavano in questo uso lo chiamavano legno eterno. Si dice che la massima parte degli edifici di Venezia ed alcune città dell'Olanda siano fondati su palafitte di questo legname. — Governato a ceduo ributta rigogliosamente dalle ceppaje, e dà ogni 6 o 10 anni un ottimo legname da fascine per combustibile insieme ad ottimi pali. — Come combustibile l'ontano in genere è assai ricercato, non perchè dia molto calore, ma perchè brucia con fiamma dolce e moderata e quale conviensi nelle stufe e caminetti. Il suo carbone è di poco valore, e perchè leggero serve alla fabbricazione della polvere pirica dopo il nocciolo ed il frangula; la sua corteccia posta in contatto col vetriolo di ferro somministra un colore nero brillante e viene inoltre adoperata dai conciatori di pelli.

I Frassini comune e orno od ornello (*Fraxinus excelsior* e *Ornus* L.) si trovano in tutte e tre le regioni, ma più specialmente in questa e nelle pianure dei climi temperati dell'Italia media e meridionale, e negli altri paesi della bassa Europa. — Si conoscono quattro specie di frassini, ma le più importanti sono le due suaccennate le quali meritano, l'una, il comune, una speciale considerazione per il legname di buona qualità che produce, l'altra, per la manna che trasuda dal suo legno. Il frassino comune è un bell'albero di 20-30 metri di altezza, con bella chioma e radici profonde, il quale vegeta in condizioni le più diverse tanto in pianura quanto in montagna, e non fugge che i terreni compatti. Le qualità essenziali del suo legname per le quali è molto ricercato sono l'elasticità e la tenacità, e può essere impiegato in un grandissimo numero di arti e mestieri. Ad onta di ciò peraltro non costituisce da solo dei veri boschi, ma si trova disseminato qua e là in quasi tutti, ed è talvolta, in pianura specialmente, impiegato come sostegno della vite, causa l'ombra leggera della sua chioma.

L'Orno o frassino mannifero si distingue dal comune perchè raggiunge dimensioni più piccole per le sue foglie picciolate e le gemme scure e pedicellate. Questo frassino, atteso le mediocri dimensioni che può raggiungere, non ha dal punto di vista economico l'importanza del primo, ma pel cultore forestale non è privo d'interesse, per la proprietà che ha di crescere nei luoghi sterili e secchi. Solamente educandolo a ceduo si può trarne qualche partito, somministrando allora in copia fascine per ardere, virgulti per interessere ceste e consimili oggetti o per fare mazze, bastoni, manichi da ombrello, ecc. Nei boschi del Napoletano questa pianta si alleva ad alto fusto ed allora fornisce la manna che si ha cura di far scolare da fenditure longitudinali fatte ad arte specialmente nei mesi dell'estate. Per avere un'idea di codesta importante produzione basta dire che un ettaro di terreno coltivato ad ornello coll'intendimento di estrarne la manna, può contenere circa 5000 piante e somministrare chilogrammi 90 di manna, che venduta dà un totale di L. 643, 14 calcolata a rendita netta, secondo Cuppari, darebbe la somma di L. 189, 50 per ettaro.

Sui frassini vivono molti insetti, ma uno di questi il quale vive più specialmente sul frassino comune merita una speciale menzione non per il danno che cagiona, ma per l'utile che se ne ricava, ed è la *cantaride* (*Lytta vesicatoria* L.), la quale viene presa collo scuotere l'albero nelle mattine umide e raccogliendo mediante un lenzuolo gl'insetti che cadono per poi darli al commercio ed all'industria medica la quale ne fabbrica i vescicanti.

Di tutte le altre piante che vegetano nei boschi di questa regione si può accennare al Ginepro (*Juniperus communis* L.), il quale è importante dal lato forestale perchè molto rustico, da quello industriale per la bellezza del suo legno che produce però di dimensioni piccolissime, e per le sue bacche con cui si prepara un liquore spiritoso detto *acquavite di ginepro*, e dall'Inglese si fa il così detto *gin*; distillandone il legname dà il così detto *liquore di Cade* impiegato in veterinaria. La *Fusaria* (*Evonymus europaea* Gand.), la quale vive in tutti i terreni ed a tutte le esposizioni, fornisce legno di piccole dimensioni, ma durissimo e facile a lavorarsi, si impiega a far viti, manubrii, fusi, ecc. Le Ginestre (*Sarothamnus* e *Spartium*) sono suffrutici di nessuna importanza che possono qualche volta essere utili al cultore forestale nei terreni troppo sterili, ma tornano di danno in tutti gli altri: da esse può estrarsi la potassa che contengono in grande quantità, 30 % delle ceneri, e facendo bollire le foglie ed i giovani ramicelli in acqua acidula si ottiene la sparteina. Le scope (*Erica* e *Calluna*) che vivono dappertutto, ma più specialmente nei boschi di castagno e di quercia, tornano il più delle volte di danno, forniscono però un legname durissimo ed abbastanza bello, ma di dimensioni troppo esigue. Le fascine di scope servono ai fornai per il grande calore che sviluppano bruciando e tornano immensamente utili per formare il così detto *bosco dei bachi da seta*. Le ginestre e le scope carbonizzate insieme danno la *brace* o *carbonella* di cui si fa uso nell'economia domestica.

Il Bossolo (*Buxus sempervirens* L.) è un alberetto prezioso il quale vive nei terreni calcarei specialmente e fornisce una pianta utilissima per fare delle siepi eleganti a cui si può colla potatura dare tutte le forme, e fornisce il legno più prezioso fra i nostrali, ma cresce troppo lentamente ed il legname non raggiunge che piccole dimensioni.

Lo Spincervino (*Rhamnus frangula* L.), arboscello cespuglioso, prospera in ispecial modo nei terreni fertili e freschi. La sua importanza sta tutta nel carbone di migliore qualità per la fabbricazione della polvere pirica, e per la corteccia la quale, sottoposta a diversi trattamenti, serve per tingere le lane di diversi colori (verde, giallo, rosso e bruno). Lo Spinnerio o Ramno purgativo (*Rhamnus catharticus* L.) produce delle bacche che hanno delle energiche proprietà purgative.

Il Sommaco (*Rhus coriaria*) e lo Scotano (*Rhus cotinus* L.), senza contare le altre specie o varietà minori, sono le due ultime piante di qualche importanza che vegetino in questa regione. Lo scotano, cespuglio ramosissimo, per la proprietà che ha di vegetare nei luoghi i più ariosi e scoscesi, è di qualche interesse forestale specialmente per le terre gerbide della regione media e meridionale d'Italia, ma i suoi prodotti non hanno ricevuto nessuna applicazione; serve d'ornamento nei giardini, causa il suo bel fogliame, i suoi fiori e la forma elegante del suo frutto. Non è così del sommaco, il quale viene anche coltivato apposta per riguardo alla corteccia ed alla foglia che sono utili nell'industria della concia delle pelli. Il sommaco è pure come lo scotano un cespuglio ramosissimo che si distingue dallo scotano per la sua

corteccia bianco-rosa, per le sue foglie pelose e composte. Predilige come quello i terreni aridi o calcari e calcari-argillosi purchè sciolti ed asciutti; vuole un clima più caldo di quello dello scotano, preferendo sempre il clima degli agrumi, del carrubo e del pistacchio, condizione necessaria non solo per prosperare, ma per produrre un tannino di buona qualità.

Il sommaco si moltiplica tanto per seme quanto per talee e barbatelle; ordinariamente però si ricorre a queste ultime, stante che si procurano facilmente, mentre per i semi difficilmente si possono avere buoni, maturando in Italia e nella stessa Sicilia molto incompletamente, e bisognerebbe prenderli dall'Egitto, dove questa pianta vegeta meglio che da noi. Il governo dei sommacchi consiste specialmente nel tener soffice la terra e lontane le malerbe, ragione per cui durante l'anno bisogna praticare in codesti boschetti 3 o 4 sarchiature colla zappa, e nel ceduare le piantine all'altezza di 15 centim. dal suolo, ciò che avrà luogo nel primo o nel secondo anno dell'impianto. La raccolta delle foglie può cominciarci dal primo anno di età del bosco e può essere continua od intermittente e si farà di quelle foglie che sono mature, ossia che cominciano a diventar rossiccie e che stropicciate fra le mani daranno un odore speciale di tannino.

ALBERI DELLA REGIONE MARITTIMA.

Le piante più importanti di questa regione sono: il Pino domestico o da pinoli (fig. 1022) (*Pinus pinea* L.), il Pinastro o Pino marittimo (*P. pinaster* Sol.) ed il Pino d'Aleppo o di Gerusalemme (*P. Halepensis* Mill.).



Fig. 1022.

Il Pino domestico è un albero maestoso a chioma dilatata a foggia di ombrello e che può raggiungere l'altezza di 25 metri, a tronco diritto ed a corteccia bruno-rossiccia. Questa preziosa pianta costituisce in Italia delle estesissime foreste, fra cui si possono annoverare la pineta di Ravenna e la pineta del Tombolo e di San Ros-

sore: negli altri paesi d'Europa non costituisce boschi di una certa entità e trovasi sporadico in tutta la parte mediterranea e meridionale. È per noi una pianta interessantissima tanto dal lato forestale quanto da quello dei prodotti: dal lato forestale è importante perchè ricercando i terreni sciolti, profondi e freschi vegeta molto bene sulle sabbie del litorale ed è da questo lato la migliore pianta che possa efficacemente rinsaldire e rimboscare le nostre dune. Si propaga per seme e per piantagione, ossia per via naturale ed artificiale. Riservandomi di parlare dell'coltura artificiale, che non differisce del resto da quella delle altre specie resinose, la coltura e la riproduzione naturale di questo pino avviene per il germogliamento dei pinoli, i quali caduti durante l'inverno dagli strobili che li contengono, basta che in un modo o nell'altro giungano ad essere di 5 o 6 centimetri coperti di terra e terriccio. Siccome per altro non è così facile che nello scorcio di pochi mesi possano trovarsi in questa condizione, così alcuni attraversano tutto l'estate senza germogliare e buttano solamente la primavera successiva. S'intende di leggieri quanto debba essere difficile il ripopolamento naturale delle piante diradate, abbenchè il piede degli animali, i quali a questo fine si lasciano pascolare nella primavera che segue il taglio di *sementazione*, allontanandone nell'estate e negli anni successivi, possa concorrere indirettamente a seppellire alcuni di questi semi; ma la riproduzione non sarà mai completa. È per ciò che si fa percorrere in tutti i sensi la pineta da alcune donne le quali coi pinoli nel grembiule ed un cavichio in mano aprono dei fori qua e là nei luoghi più riparati ed in vicinanza e fra gli sterpi ed arbusti, perchè questa pianta ha bisogno dei primi anni di essere tutelata, ed anche per evitare che li raggiunga il dente guastatore dell'animale. Aperto quindi col cavichio un foro più nascosto che sia possibile, vi buttano uno o più semi e con un altro colpo di cavichio lo chiudono, e senz'altra cura le pinete arrivano a riprodursi completamente; tale è il sistema seguito generalmente nella pineta di Ravenna.

Il legno di questa pianta non è uno dei più pregiati in quanto che floscio e pochissimo elastico non saprebbe servire ai bisogni delle costruzioni. Pur non ostante nei luoghi ove cresce e si coltiva questa pianta, il suo legname viene impiegato nelle costruzioni rurali, nelle palafitte e nei tubi per condurre l'acqua, e ciò che consiglia codesto uso si è perchè resiste bene all'umido. La legna minuta serve per scaldare i forni ed il legname mal venuto si carbonizza, senza però che il carbone sia molto apprezzato. I moventi principali che consigliano la coltura di questo pino sono:

1° Che è la migliore delle piante conosciute la quale si presti all'imboschimento delle nostre dune e tomboli;

2° Che i frutti che produce sono dal commercio molto ricercati perchè il loro gradito sapore li fa servire a molte specie di confetture.

Il nostro paese ha sulla Francia e sugli altri paesi d'Europa il grande vantaggio di poter coltivare questo pino nei luoghi dove colà non hanno che il pinastro, di poter creare con questa pianta dei magnifici boschi sul litorale marittimo ed aggiungere al vantaggio economico quello sociale; l'indole di questo articolo non comporta un'ulteriore estensione, non mancano però per gli amatori di cose forestali gli scritti da consultarsi, che si accenneranno in ultimo.

Questa pianta, oltre a tutti i nemici degli altri pini, fra cui alcune farfalle *Falene* ed i *Bostrici* (*tipografo* e *calcografo*), le *Tortrix*, il *Tentredo* o mosca del pino, il *Sirex* ed altri di minor conto, ed un uccello, il picchio

o franginoci (*Nucifraga caryocatactes*), teme molto più quelli naturali. Infatti i freddi intensi, le nebbie, il gelicidio, il nevischio sono fatali a questa pianta perchè ne seccano quasi completamente gli aghi, di modo che nella primavera la chioma diventa rossiccia e la pianta difficilmente si salva. I freddi intensi dell'inverno 1878-79 hanno decimato talmente la pineta di Ravenna e ridotta in tale stato che da alcuni anni fu creduta distrutta; fortunatamente ciò non fu vero che in parte, ma la famosa pineta prima che si sia rimessa dovranno passare molti anni.

Il Pinastro (*P. pinaster* Sol.) marittimo è al pari del pino domestico una pianta del litorale ed è di esso più rustica perchè vegeta nelle sabbie aride e calde ed in tutti i terreni purchè sciolti e non calcari. Il suo fusto e la sua chioma hanno una forma alquanto irregolare, qualche volta però è diritto e può raggiungere l'altezza di 15-20 metri. Si propaga per via di seme che basta seminare sulle sabbie (*V. Coltura delle DUNE*), e per via di piantagione in modo simile a quello delle altre conifere, come si dirà in appresso. I prodotti che questa pianta fornisce sono il legname, che è pochissimo apprezzato, le fascine per i forni, le cippaje per il catrame e la colofonia e nero fumo, l'acido pirolegnoso, il creosoto, ecc., che si estraggono distillandole; la resina che fluisce in abbondanza dal suo legno, l'estrazione della quale è vantaggiosa sotto tutti i rapporti, ed in Francia i boschi di questa specie di piante sono utilizzati con ispezial riguardo ad essa, avendo due modi di resinare: l'uno a pino perduto (*gemmage à mort*), e quello a pino vivente (*gemmage à vie*). Il primo si applica tanto ai pini che debbono scomparire nei diradamenti quanto a quelli maturi, cioè arrivati alla fine del turno. In queste condizioni il pino non dovendo restare in piedi che pochissimo tempo, bisogna estrarre rapidissimamente la maggiore quantità di resina possibile, e perciò si fanno parecchie incisioni nella scorza fino al legno, il cui numero varia a seconda della grossezza dell'albero. L'altro modo (*gemmage à vie*) a pino vivente è praticato solamente sugli alberi che si vogliono conservare lungamente, per cui bisogna resinarli in modo da non arrestarne la vegetazione, ed è per ciò che in questo metodo non si può aprire che una sola incisione alla volta. La prima incisione si fa a pochi centimetri dal suolo, si rinnova tutti gli anni nella parte superiore ed ai lati per cinque anni di seguito fino ad arrivare all'altezza di m. 3.80 circa, nel 6° anno si apre una nuova incisione nella parte opposta del fusto e si procede egualmente.

In Francia sono applicati estesamente ambedue i sistemi, ed invece, come si praticava in antico ed ancora si pratica in Italia, di lasciar scorrere la resina per tutto il tronco nei serbatoi che si scavano nel terreno al piede dell'albero stesso, si legano dei vasetti di terra verniciata immediatamente al disotto della ferita, nei quali scola la trementina. In ogni anno che si procede al rinnovamento e prolungazione dell'incisione, si alza il vasetto e lo si lega più in alto in modo che si trovi sempre alla base della suddetta incisione.

La resinatura a pino perduto nei tagli di diradamento è praticata sui pini che hanno da 40 centimetri di circonferenza alla base, cioè che ha luogo quando la pianta ha un'età circa di anni 20; la resinatura a pino vivente s'incomincia quando i pini hanno raggiunta l'età dai 30-40, ed i regolamenti impongono che si potrà darvi principio quando la circonferenza dell'albero misura metri 1.10. La quantità di resina che raccolgono in Francia dai boschi di questa specie di piante oscilla fra 250-450 Cg. per anno e per ettaro; viene venduta allo

stato grezzo, ossia come la si estrae dal bosco a L. 17. 50 il quintale, per cui uno di quei boschi dà in trentina un reddito lordo da L. 44 a 79 circa per ettaro e per anno.

così siccome i nemici di questa pianta sono quelli degli altri pini, dei quali peraltro teme meno, stante la sua robustezza allorché vegeta nei luoghi indicati, tralasciamo di farne speciale menzione.

Il Pino d'Aleppo o di Gerusalemme (*Pinus Halepensis* M.) cresce nei terreni aridi, rocciosi, calcarei e di mediocre qualità. È una specie esclusivamente mediterranea, che si distingue dagli altri pini per la scorza liscia e bianco-verdastria dei rami e per i ciuffi di aghi alla estremità dei rametti a somiglianza di pennelli. Da noi cresce molto bene nel litorale ligure, dove per mancanza di terreno caccia le sue radici dentro la roccia calcarea e riveste colà i terreni i più aridi; è quindi una specie di un certo interesse forestale. Il suo legname, abbenchè lo si destini a differenti usi nei luoghi dove questa pianta cresce abbondantemente, non ha però qualità tali da essere stimato.

Le specie legnose minori che vivono in questa regione sono: la Sabina (*Juniperus sabina* Savi), grazioso alberetto che cresce nelle rupi e nei luoghi caldi della regione mediterranea. La resina conosciuta in commercio sotto il nome di *sandracca* deriva da questa pianta. Il Ginepro coccolone (*Juniperus macrocarpa* L.), arbusto dei luoghi secchi e sabbiosi del litorale, dove viene impiegato per rivestirli. L'Albero di Giuda (*Cercis siliquastrum* L.) cresce nei luoghi aridi e caldi, ma non raggiunge dimensioni utili che nei giardini dove viene coltivato per la bellezza del suo fogliame e dei suoi fiori. La Ceratonia o Carrubo (*Ceratonia siliqua* L.), che viene nell'Oriente sotto forma di albero, da noi non è che un cespuglio ramosissimo. Cresce nei luoghi sterili ed asciutti e spesso viene nelle fenditure delle rupi. I frutti, in grazia della polpa dolce che contengono vengono mangiati specialmente in Sicilia e nell'alta Italia forniscono cibo gradito ai cavalli. L'Albero di S. Andrea o legno santo (*Diospyrus lotus* L.), arbusto dei luoghi meridionali e sterili, dal legno bianco sordido nero verso il midollo, capace di prendere un bel pulimento. Il Giuggiolo (*Zizyphus vulgaris* L.) è un albero delle parti più calde dell'Italia, dove può formare delle siepi e vien qualche volta coltivato negli orti e campi per i suoi frutti. Il Corbezzolo (*Arbutus unedo* L.) è più pianta di giardino che di bosco, non ostante cresce spontaneo nei boschi dell'Italia meridionale e dà dei prodotti mangerecci da cui può estrarsi colla fermentazione dell'alcool, oltre al tannino che contiene la sua scorza e le sue foglie in certa dose. Le Scope (*Erica scoparia* e *arborea*, *Calluna vulgaris* L.) sono cespugli comunissimi in tutti i boschi, che qualche volta riescono infestati, e che giova allontanare dalle giovani culture che invadono colla massima facilità, e da cui non si allontanano che collo svelarne i piccoli ceppi, i quali perchè di legno durissimo possono ricevere qualche applicazione per oggetti di piccola dimensione. L'Olivastro (*Phillyrea vulgaris* Car.), alberetto sempre verde, viene in tutti i boschi della media e bassa Italia, è comunissimo, ma non ha alcun'importanza. Si coltiva nei giardini e nelle ragnaje perchè può assumere colla potatura le forme le più bizzarre. Il Paliuro o Marruca (*Paliurus australis* Gaertn.), arbusto spinosissimo, eccellente per far siepi, cresce nei terreni sabbiosi e profondi, nei quali però può diventare pianta infestissima che è meglio allontanare. Il Linterno o Legno puzzo (*Rhamnus alaternus* L.) è un arbusto sempre verde che cresce in qualsiasi terreno purchè umido, non ha altra importanza che quella di essere coltivato nei giardini, dove può servire a far siepi di una certa eleganza. Il Terebinto e la Pistacia o Lentischio (*Pistacia terebinthus* e *P. Lentiscus* L.) sono due arboscelli, il primo a foglie caduche

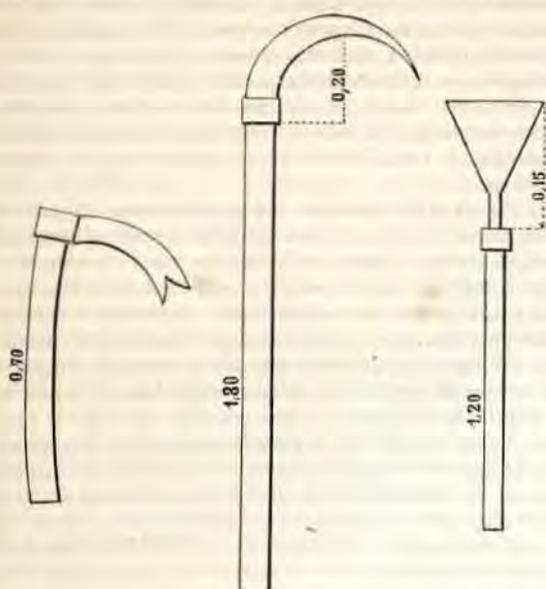


Fig. 1023.

Fig. 1024.

Fig. 1025.

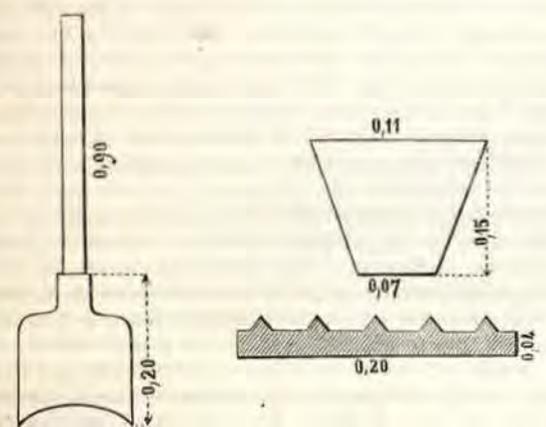


Fig. 1026.

Fig. 1027.

Gli strumenti impiegati sono: la marra, di cui alla figura 1023, essa serve ad aprire le incisioni ed a ravvivarne i lembi negli anni successivi; la *barrasquite* o resinatojo, di cui alla fig. 1024, e la paletta o raschiatojo, di cui alla fig. 1025; questi due ultimi strumenti servono a staccare la ragia e ad incidere all'altezza non raggiunta dalla scure o marra da resina. Nel metodo anticamente seguito si servono della sola pala (fig. 1026), la quale serve a scavare le buche nel terreno ed a levare le croste formatesi sulle ferite, non che a levare dai serbatoi o *bucchettes* la resina. I vasi di terra di cui si servono nel metodo ora comunemente usato in Francia hanno le dimensioni e la figura indicata dalla fig. 1027, sostenuti da un bandone di zinco dentato per il quale si tiene il vaso inclinato verso la ferita in modo da facilitare la colatura della trementina nel vaso. L'indole di questa opera non permette d'entrare in dettagli maggiori, che del resto si trovano raccolti e dettati in molte opere specialmente francesi che saranno indicate in fine. E

ed il secondo a foglie persistenti, i quali crescono nei luoghi aridi e secchi, il primo delle colline, il secondo del litorale. Non hanno importanza veruna; solamente il terebinto dà la trementina di Levante o di Chio, che si ottiene con incisioni fatte sul fusto.

Il legno del lentisco serve in generale per fare stecchini o stuzzicadenti, e perchè in certo modo odoroso, le donne orientali lo masticano per rendere gradevole l'alto della bocca e fortificare le gengive: dal suo frutto puossi ottenere colla pressione un olio adatto all'illuminazione. Il Tamarisco e la Mortella (*Tamarix gallica* L. *Myrtus communis* L.) sono due arbusti delle sabbie del litorale e sono molto adatti per rivestirle, però non hanno nessun interesse dal lato industriale.

IMPIANTO E CULTURA DEI BOSCHI.

Due sono le maniere colle quali si possono migliorare e creare i boschi, l'una per via di *seme* detta anche naturale, l'altra per via di *piantazione* detta anche artificiale. Nell'uno e nell'altro metodo bisogna aver riguardo

alla scelta della specie legnosa a seconda delle proprietà del luogo, per cui occorre aver riguardo in primo luogo alla stazione, ossia alla qualità del terreno e del clima locale, in secondo ai riguardi di economia. Se trattasi di coltivare una specie legnosa la quale in una data località cresca spontaneamente, allora non si va errati nel dire che quella stagione è adatta alla specie che si ha in animo di coltivare; ma se trattasi d'introdurre delle specie nuove allora occorre studiare la composizione mineralogica e le proprietà del terreno da un lato e dall'altro, osservare l'andamento o gli estremi della temperatura, perchè ogni pianta per prosperare convenientemente ha bisogno di una data temperatura media e che non vengano sorpassati certi estremi di temperatura. Questi ultimi dati possono essere consegnati in una tavola compilata sui risultati delle osservazioni meteorologiche, di cui eccone un esempio per alcune specie legnose, tolta dalla *Flora forestale* del prof. Willkomm e riportata dal prof. Perona nel suo *Manuale di silvicoltura*.

SPECIE LEGNOSA	MEDIA TEMPERATURA				Minima temperatura complessiva	OSSERVAZIONI
	Annua	Invernale Minima	Estiva			
			Minima	Massima		
Abete rosso	1°.625	— 12°.5 (3)	10°—	18°.75 (1)	1450°	(1) Durante il mese di luglio e agosto.
Abete bianco	5°.000	— 5°.0 (3)	15°—	20°.00 (1)	—	
Larice	2°.675	— 6°.3		16°.12 (1)	1672°	(2) Da maggio a ottobre.
Pino Marittimo	12°.000	+ 6°.—		—	—	
Faggio	—	— 5°.		12°.50 (2)	1560°	(3) In gennaio.
Quercia pedunculata	—	—		—	2029°	Le temperature sono espresse in gradi C.

Bisogna inoltre in questa quistione aver riguardo alla influenza che le piante da coltivarsi possono esercitare sulla bonificazione del terreno, nel qual caso bisogna por mente che piante a chioma densa copriranno più presto il terreno di terriccio e di umidità, fattori importantissimi della fertilizzazione di una località, mentre piante a chioma leggiera potranno prestarsi all'imbo-schimento di terreni umidi e freschi per natura. Nella formazione poi di boschi misti, cioè formati di diverse specie legnose non basta tutto ciò, ma bisogna aver riguardo anche al come si comportano consociate, ossia quale sia il cammino di vegetazione di tutte perchè non si aduggino l'una coll'altra.

I riguardi d'economia poi vertono: 1° sullo scopo della coltura, se per conseguire la massima rendita netta, se il massimo prodotto di massa legnosa, o se convenga aver prodotti accessori, come resina, manna, materie concianti, ecc., ovvero infine se trattasi di un beneficio indiretto, ossia della tutela di una località contro le frane o valanghe, ovvero contro l'insabbiamento o la malaria; 2° sulle consuetudini e sui mezzi di trasporto; 3° sulle condizioni economiche del proprietario.

Convien seminare o piantare?

Lasciando da parte la discussione delle diverse opinioni degli eminenti forestali a questo proposito, si sceglie la semina:

1° Quando le piante da coltivarsi sono robuste fino dai primi anni di lor vita, e quando emettendo esse ra-

dici lunghe e profonde, ne possa il trapianto esser malagevole, come per i pini, querce, castagni, ecc., e infine quando i semi di esse siano abbondanti e poco costosi;

2° Nei terreni arativi e in quelli sciolti, fertili e freschi, che non abbiano bisogno di una profonda lavorazione;

3° Nei luoghi non esposti ai danni del pascolo, dell'aduggiamento operato dalle malerbe, dei geli o dei caldi eccessivi, nè a quelli delle acque piovane;

4° Nei terreni rocciosi e superficiali, presentanti solamente qua e là pochi tratti coltivabili.

La sementa deve cedere il posto alla piantazione specialmente:

1° Nella coltura di piante delicate in gioventù, per esempio, il faggio, l'abete bianco;

2° Nei terreni infestati dalle malerbe, o soggetti al pascolo, dilavati dalle acque o periodicamente allagati; poi nei luoghi esposti all'azione dei geli e dei caldi eccessivi;

3° Nei risarcimenti delle colture, nei miglioramenti dei boschi cedui, nella creazione della matricinatura dei cedui composti e nella formazione dei boschi misti.

Delle semine delle piante boschive. — La sementa consiste, come ognuno sa, nell'operazione di affidare convenientemente alla terra i semi delle piante che si ha in animo di coltivare, ciò che implica considerare:

1° La *stagione della sementa*, se autunnale o primaverile. La sementa autunnale ha sull'altra i seguenti

vantaggi: *a*) la maggior parte degli alberi maturando i semi verso l'autunno, questi saranno di fresca raccolta e però di miglior qualità: indi anche maggiore probabilità che la cultura riesca; *b*) non è a temersi che manchi umidità nel terreno; *c*) si evitano gl'incomodi e le perdite inerenti alla conservazione dei semi; *d*) la mano d'opera ordinarmente costa meno. Non ostante non devesi eseguire la semina in autunno, ma eseguirla in estate per quelle piante i cui semi non conservano la facoltà germinativa, come per es., olmo, pioppo, salcio; eseguirla in primavera: *a*) nei luoghi esposti alle gelate tardive per cui le giovani piantine soffrirebbero immensamente; *b*) là dove i forti geli del verno vanno uniti ad un'eccessiva umidità del terreno, oppure i semi possono essere divorati dai topi, dalle talpe e dagli uccelli. Così la semina autunnale rimane limitata ai soli terreni asciutti e per quei semi che, come la ghianda, la faggiola, ecc., difficilmente si conservano buoni fino alla primavera;

2° La *raccolta*, confezione e conservazione dei semi. Alla raccolta dei semi nei boschi locali qualche volta si preferisce l'acquistarli dal commercio, ma così facendo ci si espone al pericolo di comprare dei semi guasti, ovvero di prender dei semi raccolti in località troppo diverse da quelle in cui si vogliono seminare. Nella raccolta dei semi bisogna notare: 1° di escludere dalla raccolta gli alberi malatici o cresciuti in condizioni anormali, non che i troppo giovani e gli stravecchi; 2° raccattando i semi sul terreno, se ne scartino i primaticci; raccogliendoli sulle piante, se ne attenda la perfetta maturità, eccezione fatta per l'abete bianco e la betula, entrambi precoci nel distare i coni appena maturi; 3° la raccolta si faccia possibilmente in tempo asciutto.

I semi si raccolgono per lo più coi loro involucri, dai quali bisogna liberarli, ed a ciò fare s'impiega per alcuni leguminosi specialmente il calore del sole, che aprendo i baccelli lascia cadere i semi, che si separano facilmente con un vaglio qualunque. Più difficili a liberarli dagli involucri sono i semi di pino, di abete rosso e di larice, bastando il calore solare anche per l'abete bianco, la betula, l'ontano, il faggio, il carpino, ecc. Or bene, per liberare dalle squame i semi dei coni di alcuni pini, d'abete rosso e larice, si ricorre a speciali apparecchi detti *seccatoi*, nei quali è possibile concentrare il calorico sufficiente per la rapida apertura dei coni senza recar danno alla bontà dei semi; e qualche volta si fa uso del calore artificiale che si guida con tubi in stanze apposite dette *stufe*, nelle quali sono distesi gli strobili sopra reti metalliche che formano la parte superiore di cassette dentro cui colano i semi. Per alcuni ciò non basta, come per le Pine da pignoli (*P. Pinea*), ma è necessario di rompere meccanicamente con una mazza di ferro le squame della base che non racchiudono semi, operazione questa detta *scappojatura*, poi distese su aja durante i calori estivi si attende l'apertura di quelle seminferie, e col rimescolarle continuamente con rastrelli dai denti di ferro se ne facilita l'uscita del pignolo.

3° *Conservazione*. — Il meglio sarebbe consegnare i semi al terreno non appena maturi; tuttavia, come vedemmo, ciò non è sempre possibile nè vantaggioso; di qui il bisogno di saperli conservare in modo che nè germinino anzi tempo, nè perdano la facoltà germinativa.

Per conservarli buoni basta tenerli lontani dall'eccessivo umido e dall'eccessivo asciutto, riporli in luoghi dove la temperatura non sia troppo elevata, nè possa andare soggetta a forti variazioni.

Si preferisce di metterli in sotterranei o cantine, ed allora si tengono in casse di legno a strati con sabbia o foglie asciutte. — Non potendo disporre di simili ambienti, si possono conservare direttamente in bosco in piccoli mucchi al disopra del terreno o dentro il terreno stesso. — Nel primo caso, si sceglie un'area circolare alquanto rialzata, le si scava tutto attorno una piccola fossa, buttando lo sterro in dentro e battendovelo con una mazza in modo da formare una specie di argine rotondo con una leggiera pendenza alla periferia e nel mezzo si pianta un palo di 2 o 3 metri di lunghezza. — Ciò fatto, vi si pone sopra una cesta grossolanamente intrecciata di vimini e senza fondo, ed in essa si ammucchiano i semi *a* (fig. 1028) in modo che rimangano circondati da tutte le parti da uno strato di musco, di foglie o di paglia *b* secca dello spessore di 20-30 centimetri. Il tutto poi si ricopre con un tetto di paglia, legandola al palo che sta nel mezzo (fig. 1028, 1029).

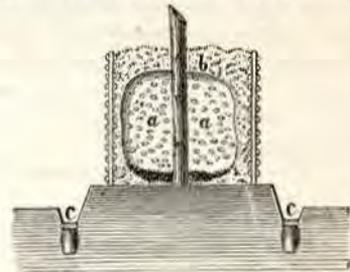


Fig. 1028.



Fig. 1029.

Lo scopo del piccolo fosso attorno l'argine è primariamente quello di impedire l'infiltrazione dell'acqua piovana; secondariamente di tener lontani i topi e le talpe, al qual fine s'interrano qua e là dei piccoli pentoli *cc*, la cui parete interna sia ben levigata. Altri mezzi di conservare i semi sono contenuti in trattati speciali che saranno indicati (Vedi *Bibliografia*).

Preparazione del terreno per seminarvi. — I terreni boschivi, per lo più selvaggi prima di essere ridotti in condizione di ricevere i semi, debbono essere: 1° ripuliti alla superficie; 2° lavorati.

La ripulitura della superficie si eseguisce togliendo i ceppi con *estirpatoi* o *dicioccatoi*, allontanando i sassi o a mano o col piccone; queste due operazioni non sono sempre necessarie o per lo meno si possono condurre grossolanamente, chè tante volte assai giova di rispettare i piccoli cespugli ed anche alcuni sassi, e ciò specialmente nelle località troppo esposte ai cocenti raggi del sole. — I luoghi ricoperti di terriccio giova erpicarli leggermente perchè richiamino un poco di terra, nella

quale i semi possano trovare il necessario nutrimento. Quando invece si avesse a che fare con vecchi prati o con fondi di stagni, allora bisogna procedere ad un accurato scotennamento della superficie, e le piote, asciutte che siano, si dispongono in appositi mucchi colla parte erbosa rivolta all'interno, poi codesti mucchietti, che si chiamano *fornaciotti*, vengono abbrustoliti coll'accendervi nell'interno il fuoco, il quale, alimentando le parti secche organiche, torrefà la terra, la quale poi può esser utilizzata per ricoprire il seme, a cui può servire anche di ingrasso.

Qualche volta, invece di ripulire tutta la superficie del terreno da seminare, conviene di ripulire e lavorare solamente delle striscie o piazzette; e s'impiegherà la ripulitura andante e per tutta la superficie: 1° quando lo si possa lavorare interamente; 2° quando le piante da coltivarsi non abbiano bisogno di esser tutelate dai cespugli; in tutti gli altri casi si preferisce ripulire e lavorare il terreno solamente in striscie o piazzette, che si tengono più o meno distanti a seconda della natura del terreno e delle piante da coltivarsi, per es., in piano si tengono distanti da 1-3 metri e le si tengono larghe 1 metro; nei terreni in pendio invece si tengono larghe di 0.20-0.50 m., tenendole lunghe da 5-6 metri e distanti 1-3 metri. Le piazzette si tengono in pendio distanti da 1-3 m. per ogni verso e lavorandole per una superficie di 1^m.

2° *Lavorazione*. — Codesta operazione, molto importante in agricoltura, in silvicoltura, si riduce, se le terre sono leggere, ad una semplice scalfittura fatta con erpici, dopo ripulite, od approfittando del piede di animali minuti, come pecore e suini, i quali, passando sopra una superficie seminata, mescolano il terreno ai semi e questo basta per vederli nascere.

Quando si tratta di terre compatte, può occorrere allora una lavorazione più profonda colla zappa o coll'aratro, se però i riguardi d'economia non consiglino per questi terreni la semina a buche, molto più poi se sono terreni posti sulle alte montagne.

Esecuzione della semina. — Il seme può spargersi alla *volata*, a *solchi* od a *righe*, a *buche* o *pozzette*. — Nel caso che si possa scegliere fra le tre specie di semina, si debbono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

1° La semina alla *volata* è la più costosa di tutte in quanto che richiede una completa lavorazione del terreno e la massima quantità di seme; racchiude però il vantaggio di venire esso terreno uniformemente coperto di piante, le quali acquistano, crescendo serrate, le migliori forme;

2° La semina a *righe* offre qualche vantaggio dal lato dell'economia, ma presenta minore probabilità di completa riuscita;

3° La semina a buche infine è la più economica, ma anche la meno sicura.

Copertura ed interrimento del seme. — Lo spessore da darsi alla copertura dovrà regolarsi in primo a seconda della qualità del terreno, tenendola più leggiera se il terreno è umido e compatto, e viceversa; secondariamente, secondo la grossezza dei semi; da ultimo, secondo la stagione della semina, coprendoli cioè alquanto più in autunno che in primavera. In generale, la profondità, a cui s'interreranno i semi, può esser espressa in mm. nel seguente quadro:

Da 1-3^{mm} per il Larice, l'Ontano, la Betula, l'Olmo, il Frassino.
4-6^{mm} per l'Abete rosso, il Pino silvestre ed il Pino montano.

Da 6-9^{mm} per l'Abete bianco, il Pino marittimo, il Pino laricio, l'austriaco e l'Aleppo.
15-30^{mm} per il Faggio, il Pino cembro ed il domestico.
20-30^{mm} per il Tiglio, il Carpino, l'Acero, il Noce, il Nocciolo.
30-60^{mm} per la Quercia, il Castagno.

Quantità e preparazione del seme. — La quantità dipende da varie circostanze e principalmente:

a) Dalla qualità, in quanto che richiedesi maggior quantità del cattivo e minore del buono;

b) Dal grado di *densità* che reclamano le piante, e ciò dipende dalla loro qualità e modo di vegetare, se amano o se temono la luce. Per riguardo al terreno, la densità da consigliarsi è la media;

c) Dalle proprietà del terreno se fertile o sterile, consigliandosi la semina rada nel primo caso, e viceversa, ad ogni modo le sementi troppo fitte non sono mai vantaggiose;

d) Dalla stagione in cui si fa la semina e dal modo di farla; le semine eseguite in autunno, è bene siano più fitte di quelle effettuate in primavera, perchè quelle sono esposte a perdere più seme di queste. S'intende di leggieri che la semina alla volata è quella nella quale s'impiega la maggiore quantità di seme, ed è per ciò che daremo le quantità di seme da applicarsi in media per ettaro, seminando a spaglio, per le principali specie legnose e cioè:

Quercia e Castagno	Chilogr. 700
Faggio	» 200
Pino domestico e Cembro	» 120
Aceri ed Abete bianco	» 70
Carpino e Frassino	» 60
Betula	» 50
Olmo	» 40
Ontano e Larice	» 20
Pino marittimo	» 18
Abete rosso	» 14
Pino laricio, austriaco e d'Aleppo	» 12
Pino silvestre e montano	» 7

Seminando a striscie od a piazzette, usasi in pratica d'impiegare dai $\frac{2}{3}$ - $\frac{3}{4}$ di quella occorrente nella semina totale; seminando a solchi la quantità varia a seconda che si dispongono i semi nel solco stesso senza interruzione, ed allora ne occorre da $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$; che se invece si dispongono ad una certa distanza, allora basta $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ di quella totale, quantità quest'ultima che non differisce da quella da impiegarsi nella semina a buche od a pozzette.

Della piantagione. — Si sono già accennati i casi nei quali nella istituzione dei boschi conviene preferire alla semina il piantamento, operazione quest'ultima, la quale consiste nel porre sulla superficie da imboscire (a dimora) le giovani piantine allevate in luoghi appositi detti *semenzai* e *piantonai*. — Per seguire quindi questa via nella creazione di un bosco bisogna:

1° Allevare il *postime*; 2° Collocarlo a dimora; senza tener conto di un terzo modo per creare i boschi, quale è quello delle talee o piantoni che si tolgono dalle piante adulte e quello di procurarsi il postime nei boschi vecchi, utilizzando le numerose piantine che ripullulano in vicinanza degli alberi fruttiferi, le quali si prestano benissimo al rimboscimento delle radure, poichè questo sistema può applicarsi soltanto in località vicine ai boschi esistenti o nel ripopolamento di radure in mezzo ai medesimi.

Il postime si ottiene dai semenzai nei luoghi destinati alla semina dei semi boschivi, nei quali si lasciano stare uno, due o più anni a seconda delle specie, per poi trasportarne le piantine in bosco, ovvero nei *piantonai*, dove si fanno cambiare di posto una o due volte a seconda del bisogno.

I semenzai e piantonai detti anche *orti forestali* sono fatti per le grandi colture, ossia per il rimboscimento di zone estese, ovvero può farsene di essi una coltura speciale per cedere le piantine al commercio, le quali verranno a coloro che, non potendo avere selvaggioni da boschi vicini, vogliono intraprendere l'imboschimento di superfici limitate.

Non è qui il luogo di parlare a lungo degli orti forestali, per i quali valgono le stesse regole generali osservate dai giardinieri nell'allevamento delle piante ornamentali e negli stabilimenti d'orticoltura; tutt'al più si può dare un cenno dei così detti orti volanti, i quali diversificano dagli orti stabili in ciò che si stabiliscono a piacere, in vicinanza dei luoghi da rimboscire, disfacendoli nelle località in cui l'imboschimento è assicurato, per rifarli, secondo il bisogno, in altri luoghi. I vantaggi di simili orti sono:

1° Allevamento di piante, le quali, cresciute nelle stesse condizioni del luogo da rimboscire, hanno maggiore probabilità di riuscita;

2° Questa probabilità si converte quasi in certezza pel fatto che le piante possono essere poste a dimora non appena estratte, senza dar tempo al prosciugamento delle radici;

3° Se ne evitano le spese di trasporto ed in generale ne costa assai meno l'allevamento.

È certo però che con tali orti non si potranno avere delle belle piantine in quanto che essendo stabiliti vicino, come si è detto, al luogo da imboscare e quindi molte volte in luoghi malamente accessibili, non si può loro prodigare quelle cure per le quali si difendono le piantine dai freddi, dai caldi, dal secco e simili. Il luogo che si sceglie per simili orti dev'essere il migliore della località tanto per terreno, quanto per posizione, cioè il meglio accessibile e difeso dai venti o dai forti cambiamenti di temperatura.

Quanto all'estensione da darsi a simili orti, basti il sapere che con un ettaro di semenzajo si possono rimboscire da 80 a 120 ettari di terreno. Riguardo all'età che debbono avere i giovani semenzai per porli a dimora vale il seguente quadro:

Da 1-2 anni per il Pino marittimo, il Pino domestico ed il Pino d'Aleppo;
2-3 » pel Pino laricio, Pino silvestre, Pino montano, Larice e Cipresso;
3-5 » Abete rosso e Pino cembro;
3-6 » Abete bianco e Tasso;
1-3 » Betula, Ontano, Robinia;
3-6 » Castagno, Olmo, Frassino;
4-8 » Quercia, Faggio, Carpino e gli altri da frutta.

Il collocamento a dimora, ossia il trapianto in bosco dei giovani semenzai può farsi a *viali*, a *scacchi*, a *triangoli*, secondo le convenienze, ed in quanto alla stagione si osservano le seguenti regole:

1° Nei climi miti e nei terreni asciutti è preferibile la piantagione autunnale e l'invernale;

2° La medesima diventa necessaria nei luoghi ove cade molta neve e questa rimane fino a primavera inoltrata.

3° Si preferisce la piantagione primaverile nei terreni umidi e nei climi freddi, nonché per gli alberi sempre verdi.

4° In ogni caso la si sospenda quando le gemme sono prossime a sbocciare, salvo per le piante frascate.

5° Facendo uso di piante col pane, la piantagione può farsi in qualunque tempo.

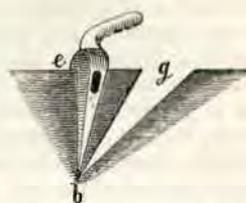


Fig. 1030.

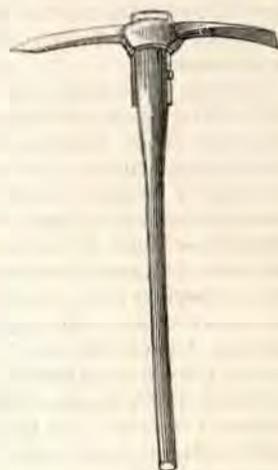


Fig. 1032.

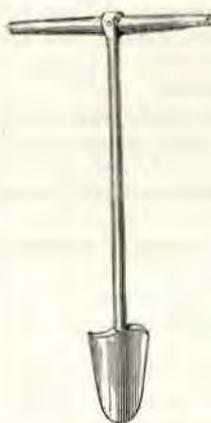


Fig. 1031.



Fig. 1033.



Fig. 1034.

Preparazione del terreno. — Si riduce essa all'escavazione delle buche o formelle destinate a ricevere le piantine, le quali, dopo che saranno state tracciate secondo l'aspetto da darsi alla piantagione, si scavano più o meno profonde a seconda del terreno e della qualità delle piante. Gli istrumenti adatti a questa operazione sono: per i terreni sciolti il *piantatojo di Buttlar* (fig. 1030) o con un semplice piuolo di legno armato di punta in ferro o della *vanga spirale di Biermanns* (fig. 1031), del *piccone* (fig. 1032) in quelli durissimi e rocciosi. Se si vogliono trapiantare col pane si fa uso del *piantatojo cilindrico* (fig. 1033), per gli alberetti piccoli della vanga (fig. 1034), della marra o piccone per quelli più grossi. Bisogna sempre aver cura nell'escavazione suddetta di metter da parte la terra migliore per rimetterla poi attorno alle radici.

Estrazione, potatura e trasporto delle piantine (postime). — L'estrazione delle piantine si può fare in *pane* od a *radice nuda*; nel primo modo si estraggono col cavapiente cilindrico e si pratica con vantaggio nei terreni alquanto tenaci ed offre piante di più facile riuscita; oppure si estraggono col *cavapiente* della fig. 1034. Qui si tratta sempre di piantine piccole, chè invece la piantagione di piante di una certa dimensione non rientra nelle operazioni del selvicoltore ma bensì in quelle del giardiniere. L'estrazione a radice nuda bisogna farla colla massima cura trattandosi di piante resinose, acciò non vengano lese le radici. All'opopo si comincia a scavare ad un capo dell'ajuola una fossa profonda tanto da mettere allo scoperto le radici più lunghe, quindi con una vanga a faccie piane, detta *cavapiente*, si pratica un taglio verticalmente e si rovescia facendo leva senza sollevar la fetta di terra tagliata. A misura che si estraggono le piante se ne esaminano le radici: le mutilate si recidono e si accorciano le troppo lunghe, amputando quindi in proporzione anche la chioma, avvertendo di non applicare tale operazione alle resinose, perchè non comportano alcun taglio o tutt'al più limitatamente pel larice e l'abete rosso.

Il trasporto del postime dev'essere fatto con tutta l'attenzione possibile acciocchè non si seccino le radici, ed è per ciò che nei lunghi trasporti si usa di farne dei mazzetti infangandone le radici che si coprono con terriccio, indi muschio che s'annaffia e poi paglia, disponendoli uno accanto all'altro in cestine di vimini od altro. Non è qui il luogo di trattare delle molte precauzioni e dei sistemi speciali che si adoperano alla bisogna ma che si trovano lungamente descritti nei trattati speciali.

La *piantagione* ovvero il collocamento a dimora delle giovani piantine può farsi:

1° A radice nuda in buche, ed è la più adottata, nella quale occorre di preparare le buche qualche tempo prima e se è possibile si porta sul luogo anche un poco di ter-

riccio proveniente da altri boschi, che lo si spalma poi sulla radice della piantina, la quale dev'essere collocata in modo che tutte le sue radici siano ben distese, ed a contatto di esse si pone la terra migliore, scuotendo leggermente la pianta, indi adagio adagio l'altra fina a riempir la buca, avendo cura di pigliare un pochino la terra attorno alle radici perchè le acque od altre cause non possano svellerla.

2° A *ciuffi* quando invece di una sola se ne pongono due o tre ed anche cinque nella stessa buca e si pratica con semenzali troppo giovani, 1 a 2 anni: il rimanente dell'operazione è simile a quella di sopra. Tal modo di piantare è usato con vantaggio nelle località difficili e per l'abete rosso, il faggio ed i pini.

3° A *monticelli* quando il terreno da imboschire è paludoso, e consiste nell'adagiare la pianta sulla superficie del suolo, farvi attorno un piccolo monte di terra e terriccio che si pigia bene ed assicurandolo o fissandolo con due o più piote la cui parte erbosa guardi l'esterno.

4° *Col pane* quando i terreni sono tenaci e troppo sterili o le piantine sono alquanto delicate.

Le fatte piantagioni vanno difese tanto dalle forze degli agenti naturali, freddi, acqua, vento, quanto dagli animali fino al tempo in cui per l'altezza raggiunta non li teme più, ed è per ciò che fino a quest'epoca bisogna continuamente sorvegliare le piantate, togliere le più piccole tracce di guasti che potessero diventar maggiori, magari con opere d'arte, e risarcire le perdute più presto possibile.

I terreni di montagna sono senza dubbio i più difficili a rimboschirsi ed i lavori che la Francia ha intrapreso nell'imboschimento delle Alpi alle sorgenti del Rodano ci fanno vedere quali siano le difficoltà di trattener e bonificare i terreni di montagna. Per avere un'idea della qualità dei lavori eseguiti si guardi al seguente quadro, tolto dall'opera del Demontzei (*Le reboisement des montagnes*).

A. Lavori preliminari. . .	{ Tracciamento del perimetro. Rilievo topografico. Compilazione del progetto.				
B. Lavori di correzione. . .	{ I. dei burroni e torrenti; opere: <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> { in muratura — <i>Serre</i> di <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> { 1° Ordine o d'arte. 2° Ordine o rustiche. graticciate. fascinate. </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> { in legname <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> { <i>Muri d'arresto, Terrazze.</i> <i>Serre di ritenuta.</i> Aree id. Rimboschimenti. Coltura a pascolo. </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	{ in muratura — <i>Serre</i> di <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> { 1° Ordine o d'arte. 2° Ordine o rustiche. graticciate. fascinate. </td> </tr> </table>	{ 1° Ordine o d'arte. 2° Ordine o rustiche. graticciate. fascinate.	{ in legname <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> { <i>Muri d'arresto, Terrazze.</i> <i>Serre di ritenuta.</i> Aree id. Rimboschimenti. Coltura a pascolo. </td> </tr> </table>	{ <i>Muri d'arresto, Terrazze.</i> <i>Serre di ritenuta.</i> Aree id. Rimboschimenti. Coltura a pascolo.
{ in muratura — <i>Serre</i> di <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> { 1° Ordine o d'arte. 2° Ordine o rustiche. graticciate. fascinate. </td> </tr> </table>	{ 1° Ordine o d'arte. 2° Ordine o rustiche. graticciate. fascinate.				
{ 1° Ordine o d'arte. 2° Ordine o rustiche. graticciate. fascinate.					
{ in legname <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> { <i>Muri d'arresto, Terrazze.</i> <i>Serre di ritenuta.</i> Aree id. Rimboschimenti. Coltura a pascolo. </td> </tr> </table>	{ <i>Muri d'arresto, Terrazze.</i> <i>Serre di ritenuta.</i> Aree id. Rimboschimenti. Coltura a pascolo.				
{ <i>Muri d'arresto, Terrazze.</i> <i>Serre di ritenuta.</i> Aree id. Rimboschimenti. Coltura a pascolo.					
{ II. delle frane					

| C. Lavori di consolidazione. | { Rimboschimenti. Coltura a pascolo. |

L'indole di questo articolo non ci permette d'entrare nella descrizione dei lavori accennati; ad ogni modo è certo che la fissazione dei terreni in montagna, se non implica tutti i lavori accennati, non potrà riuscir efficace se non coadiuvata da qualche opera d'arte.

Governo dei boschi. — Si è accennato come i boschi possono tenersi: ad *alto fusto*, a *ceduo semplice* ed a *ceduo composto*; lo scalvo e la capitozza sono modalità del ceduo e del ceduo composto. Si terranno nell'uno o nell'altro modo a seconda delle specie legnose, dei prodotti che si vogliono conseguire, a seconda dei luoghi e delle loro condizioni sociali ed economiche. Senza entrare in particolari sulla scelta del governo, basterà osservare:

a) che l'alto fusto è atto a produrre non solo legnami di forti dimensioni, ma cotesti legnami possono acqui-

stare le migliori forme, purchè la densità del bosco si regoli secondo la qualità dei fusti *slanciati* o *tozzi* che si vogliano; tenendoli più fitti nel primo caso e più radi nel secondo;

b) l'alto fusto bonifica molto di più delle altre forme di boschi il terreno su cui cresce, per la quantità di terriccio che produce e per la freschezza che mantiene nel suolo stesso;

c) se vi ha forma di bosco che si opponga con efficacia all'imperversare degli uragani, alla caduta delle frane e valanghe, è certamente l'alto fusto; eccettuato quando trattasi di terre appese ed appoggiate su di un banco d'argilla di forte inclinazione;

d) se vi ha bosco che purifichi l'aria ovvero che impedisca la diffusione di miasmi è certamente l'alto fusto;

e) le piante resinose non contano altro modo di allevamento e perciò formano esse i migliori boschi sulla cima delle montagne;

f) ai capitali impiegati in esso si assegna una rendita piccola perchè non danno prodotti che dopo un numero grandissimo di anni (cento in media).

Mentre che il ceduo:

1° non offre in generale che legname da combustibile;

2° non garantisce il suolo dagli attacchi della natura;

3° può essere necessario alla produzione di pali utili in agricoltura;

4° si assegna ai cedui una maggior rendita netta ed i capitali impiegati in essi godono di un interesse poco inferiore a quelli del campo e la rendita netta ne è maggiore perchè i prodotti si succedono a brevi intervalli (3-30 anni).

Il ceduo composto tiene dei vantaggi dell'alto fusto per i *matricini* e tiene dei vantaggi del ceduo per il *sottobosco*; è una forma di bosco utile per i privati e per certe specie legnose, come la quercia e il castagno che non crescono bene ad alto fusto se non distanti l'uno dall'altro, quindi per coprire e garantire meglio il suolo e per ottenere una maggior rendita, fra le piante che crescono ad alto fusto si tengono alcuni pedali a ceduo.

Le *fustaje* che si creano e si rinnovano per seme e per piantagione, vanno soggette a diverse regole di coltura ed a diverse operazioni di governo.

Se provengono da seme, è certo che saranno dapprincipio molto fitte, ed è per ciò che già dai primi anni conviene procedere ad una diradatura, nella quale si levano le piantine soprannumerarie, destinandole per il piantamento in altri luoghi. Che se invece provengono da piantagione, codesta sfollatura non è necessaria, ma solamente si dovranno applicare le diradature, che si regoleranno a seconda della distanza a cui furono messe, ed a cui debbono trovarsi per crescere con maggior vantaggio.

La diminuzione del numero dei fusti in seguito alle diradature avviene quasi in ordine geometrico, di modo che di un milione di piante circa, le quali crescono sopra un ettaro, devono rimanere solamente un migliaio nello spazio di circa 100 anni, per cui occorre che le diradature vengano regolate dal modo di crescere delle piante. In generale il numero delle piante da togliersi aumenta coll'aumentare dell'accrescimento fino a raggiungere un massimo, per poi diminuire con esso.

I boschi d'alto fusto resinosi vogliono essere tenuti densi, in modo che le chiome si tocchino, e quindi sopra un ettaro di terreno codeste piante saranno poco distanti, perchè la loro chioma è relativamente piccola, mentre non sarà lo stesso per le frascate, le quali non solo si seminano più rade, ma la chioma loro dilatata ha bisogno di maggiore spazio, e mentre le prime, perchè le chiome si tocchino, potranno rimanere distanti quando sono giovani di 1 m. ed anche meno, le altre ne reclameranno il doppio per poi trovarsi, quando mature, le prime alla distanza di 2-4 m. e le altre a quella di 6-10 m.

I diradamenti consistono in generale in due specie di tagli: taglio di miglioramento cioè, e di rigenerazione. Il primo comprende la soppressione degli arbusti e delle specie di nessuna importanza, fra cui rovi, spini, ginestre, salci ed altre specie a legno dolce, che col loro accrescimento rapido, mentre possono arrecare nei primi anni una vantaggiosa tutela alle piante gentili, finirebbero per aduggiarle dopo.

In seguito a questa operazione, che può dirsi di *sbro-*

gliatura o *nettamento*, vengono le *diradature*, le quali, mentre nel principio tengono della sbrogliatura perchè hanno di mira di sopprimere i fusti aduggianti e quelli mal portanti, assumono in seguito lo scopo di migliorare costantemente la vegetazione delle rimanenti. Quindi si fa distinzione dei primi diradamenti, da quelli propriamente detti che si dicono *diradature periodiche*.

Siccome non si può migliorare la vegetazione che permettendo lo sviluppo progressivo delle cime degli alberi, si può dire che un diradamento ha per iscopo di dare spazio alle cime degli alberi d'avvenire, per conseguenza si sopprimeranno quelli che hanno la chioma troppo sviluppata e quindi aduggiante, insieme a quelli difettosi e mal portanti. Codeste diradature si fanno a periodi più o meno lunghi a seconda della qualità delle piante e del suolo, che bisogna badare di non scoprire troppo, e vale in ciò il principio delle diradature frequenti, cioè a periodi brevissimi, 5-10 anni, ma leggere.

Arrivato il momento in cui il bosco, così governato colle puliture e coi diradi, abbia raggiunto l'età più conveniente ad essere rinnovato, si procede ai così detti tagli di *rigenerazione*. L'età che le piante devono aver raggiunto per dar principio a tale operazione, deve essere stabilita *a priori*, e varia naturalmente non solo secondo la specie delle piante, ma anche secondo la qualità del terreno e dei prodotti che si vogliono conseguire e secondo lo stato economico dell'azienda. Tale epoca di maturità è assoluta o fisica, quando le piante si tagliano vicino al momento della loro fine naturale, ed allora dicesi che il bosco è rinnovato col *turno fisico*; è invece relativa quando la maturità si giudica con altri dati, fra cui:

1° le dimensioni speciali che hanno raggiunto i fusti acciò possano servire ad un uso speciale, e dicesi maturità o turno tecnico;

2° l'accrescimento medio del bosco, il quale quando culmina determina l'età della *maturità economica o della massima produzione legnosa*;

3° la massima rendita del fondo a cui corrisponde la *maturità finanziaria*, età nella quale il bosco è suscettibile di dare la massima rendita economica, giudicata tanto per la quantità della massa, quanto per la qualità e valore dei prodotti;

4° la massima rendita boschiva, e questa risulta dal confronto della rendita che il fondo ed il bosco sono suscettibili di dare a diverse età, scegliendo quella che raggiunge la massima ed a questa età corrisponde la maturità del medesimo nome.

La scelta del turno di una *fustaja* è una delle quistioni più delicate, poichè da essa dipende l'avvenire del bosco e l'andamento di tutta l'azienda. La *maturità o turno fisico* non corrisponde a nessun interesse e non s'impiega che nei parchi e per le piante di ornamento, poichè è chiaro che la pianta, quando è vicina alla sua fine naturale, non è più suscettibile d'essere impiegata con vantaggio. La *maturità tecnica* è quella adottata generalmente da noi, essendo pratica assai diffusa quella di atterrare gli alberi o altrimenti utilizzare i boschi non appena i loro prodotti hanno raggiunto le dimensioni e qualità che ne assicurano lo smercio. La *maturità economica* o della massima produzione legnosa, a rigore di termine non dovrebbe venir applicata se non quando, unitamente alla massima quantità, si ottenesse anche la migliore qualità dei prodotti. Ciò si verifica per es. nelle faggete e soprattutto nei boschi destinati esclusivamente o precipuamente alla produzione di combustibile, avvegnchè la forza calorifera del legno vada crescendo insieme alla massa legnosa e raggiunga con essa il suo

punto di culminazione. Gli scrittori di cose forestali si dividono in due campi opposti per riguardo alle due maturità boschive, cioè alla maturità tecnica ed alla massima rendita fondiaria ossia economica, nè qui è il luogo di ventilare tale questione.

Le fustaje si rinnovano:

I. *A taglio raso* ed allora si pongono a taglio contemporaneamente tutte le piante di una zona o striscia detta *tagliata*, lasciandovi tutt'al più alcune riserve destinate ad assicurare l'avvenire del bosco, la cui riproduzione può essere naturale od artificiale. La rinnovazione naturale consiste nel praticare il così detto taglio a zone alternate, ed avviene quindi coi semi prodotti dagli appezzamenti maturi laterali alla tagliata e trasportativi dal vento.

Questo modo dà buoni risultati quando:

- 1° La fruttificazione è abbondante;
- 2° I semi prodotti sono tali da poter essere portati a grandi distanze;
- 3° Il terreno è di buona qualità e sufficientemente preparato;
- 4° Non vi sia più pericolo delle gelate primaverili, nè abbiasi a temere l'aduggiamento delle malerbe.

Tali condizioni sono molto difficili a verificarsi, quindi tale sistema di rinnovazione si può applicare tutt'al più all'abete rosso, al larice, ed al pino silvestre, purchè alla tagliata non si dia una larghezza maggiore del doppio dell'altezza delle piante se abeti rossi, di 4-5 volte l'altezza se larici e pini; non senza dare al terreno immediatamente prima dell'epoca della maturità dei semi, una grossolana lavorazione, impiegando a tal uopo anche il piede del bestiame minuto, specialmente se la stagione corre asciutta. La rinnovazione artificiale è quella che s'impiega nel maggior numero dei casi, e può essere anticipata o posticipata, ossia può eseguirsi la semina o la piantagione 5-10 anni prima che il bosco sia completamente ringiovanito, ovvero non contenga più alberi vecchi. Si capisce di leggieri che in tali rinnovazioni si taglia il bosco a più riprese, ed intanto che il *sottobosco* si forma, ne viene alleggerita l'ombra delle piante vecchie colla loro graduale soppressione. Gl'inconvenienti di tale modo di rinnovazione, sono quelli della sboscazione delle piante tagliate durante il periodo del ringiovanimento; ha però il vantaggio di non esporre mai il terreno agli agenti atmosferici, e può essere quindi applicato per i boschi in montagna. La rinnovazione artificiale posticipata consiste nel seminare o piantare il terreno già nudato dal taglio antecedente; codesta rinnovazione succede o l'anno immediatamente dopo lo sgombrò, ovvero tenendo per certo numero d'anni ingombro il terreno con una coltura agraria, e ciò per correggere qualche difetto del terreno stesso per poi rimboschirlo come se si trattasse di un terreno ignudo qualunque.

II. *A taglio successivo*. — Tale metodo di rinnovazione differisce da quello a taglio raso, perchè le piante abbenchè della medesima età, non vengono tagliate contemporaneamente, ma in più riprese in un *periodo di rinnovazione* più o meno lungo a seconda delle condizioni del terreno.

Le fustaje dei luoghi montuosi debbono essere rinnovate quasi generalmente in questo modo il quale comprende tre specie di tagli cioè:

1° *Taglio di preparazione* del terreno a ricevere i semi che cadranno naturalmente dalle piante rimaste in piedi; codesto taglio deve farsi quindi per tempo acciò il terriccio del bosco possa in parte decomporre prima della caduta dei semi, e consiste nel togliere qua e là nei luoghi più fitti le piante superflue e quelle poco atte a

portar semi, osservando le medesime cure dei diradamenti. La eventuale lavorazione del terreno e lo sgombrò delle piante deve succedere immediatamente al taglio delle piante, nel quale si comprenderanno quelle deperienti e quelle soverchiamente dilatate, rispettando le più vegete, di bella forma, con piccola chioma e non troppo basse. La ragione di ciò sta in questo, che siccome il periodo di riproduzione può abbracciare 15-20 anni, fa mestieri che rimangano quelle che non aduggiano il novellame, come avverrebbe se avessero chioma bassa e molto dilatata.

2° *Taglio di sementazione* che si eseguisce quando il bosco è maturo, il terreno preparato, e si abbia in vista una abbondante fruttificazione.

Esso consiste nell'operare una forte diradatura innanzi o dopo la caduta dei semi, allo scopo di assicurare l'esistenza delle piantine che nasceranno, e meglio sarebbe praticarla dopo poichè: a) si sarebbe certi sulla misura dei semi prodotti e quindi potrebbesi meglio decidere sulla convenienza di effettuare il taglio subito, ovvero di protrarlo ad un altro anno di più copiosa fruttificazione; b) ci si potrebbe meglio regolare sul numero delle piante vecchie da conservarsi; c) si otterrebbe l'interrimento gratuito dei semi mediante il taglio, la lavorazione ed il trasporto dei legnami. Solamente siccome il taglio dovrebbe fare in primavera, non si otterrebbero legnami così durevoli come eseguendolo alla fine dell'estate e dell'autunno.

3° *Taglio di sgombrò* il quale consiste nell'allontanare le piante madri, riservate nel taglio di sementazione, abbattendole non appena il novello bosco è abbastanza robusto da non aver più bisogno della loro tutela, e sufficientemente elevato da proteggere il suolo. In questo taglio merita speciale attenzione l'atterramento, la lavorazione e l'estrazione del legname dalla tagliata al fine di pregiudicare il meno possibile il novellame.

III. *A taglio saltuario, o dirado, o scelta*, il quale differisce dai precedenti in quanto gli alberi non vi sono più distinti secondo l'età loro in appezzamenti, ma sono tutti mescolati insieme. — Questo metodo ha di comune con quello a taglio successivo di non lasciare mai scoperta la superficie del terreno boscato.

Tali boschi debbono governarsi per condurli ad una certa regolarità ed accrescerne la produzione, e non si tratta in essi di tagliare una pianta in qua ed in là, ma di levarne parecchie in uno spazio ristretto $\frac{1}{6}$ - $\frac{1}{5}$ di ha, non più per timore che i venti entrino a fare del danno, non meno perchè il novellame potrebbe esser soffocato. Codesti spazi non si tengono vicini sempre, causa i venti, e si ringiovaniscono per via naturale.

Della rinnovazione dei Cedui. — *Cedui semplici*. — La riproduzione dei cedui, operandosi mediante le gemme avventizie delle ceppaje, è affatto gratuita; e l'arte limitata qui ad eseguirne il taglio in modo da favorire la produzione di esse gemme e non abbreviare la facoltà riproduttiva delle ceppaje, nonchè a rimettere quelle deperienti.

Nella rinnovazione dei cedui fa mestieri distinguere due età: quella della prima ceduzione ed il turno propriamente detto. L'età della prima ceduzione varia a seconda delle specie legnose non solo, ma anche per il terreno, la posizione, la qualità dei prodotti che se ne attendono ed un altro numero grandissimo di circostanze da non poterla fissare precisamente, pur tuttavia ecco i limiti entro i quali si eseguisce per le seguenti specie:

Fra 50-60 anni per le Quercie, Olmi, Tiglio.
 » 40-50 » Faggio, Castagno, Carpino, Aceri, Frassino.

Fra 30-40 anni per la Betula, Ontano, Pioppo tremolo.
 » 20-30 » Pioppo bianco e nero, Salcio e Robinia.

Se la ceduazione è stata fatta alla giusta età, le ceppaje seguitano per lungo tempo ad emettere polloni e la durata del ceduo è grandissima, purché poi i tagli successivi vengano stabiliti a giusti intervalli e fatti con tutte le regole dell'arte. L'esperienza ha provato che, per ottenere dalle ceppaje la riproduzione di abbondanti polloni, non bisogna tagliarli ad età troppo avanzata; stando alle osservazioni dei migliori forestali, egli è conveniente di non prolungare il turno delle nostre specie principali al di là di 40 anni e di non portarli che eccezionalmente al disotto di 15 anni. Esso dipende dalle circostanze più o meno favorevoli alla vegetazione, cioè a dire: dal clima, dalla situazione, dall'esposizione e dal suolo.

Così, per es., la quercia che in un terreno profondo e fertile non dovrebbe esser tagliata che a 40 anni, dovrà invece tagliarsi a 20 anni ed anche al disotto in terreni sterili e poco profondi.

In generale si taglieranno ogni:

- 30-40 la Quercia, il Faggio, l'Olmo, il Frassino, l'Acero di montagna, il Carpino;
- 15-25 le stesse specie nei terreni sterili e l'Ontano, il Tiglio, la Betula, pei quali rappresenta il turno più lungo e quindi nei terreni profondi;
- 10-20 il Castagno, i Pioppi e Salei arborei;
- 5-10 la Robinia e le specie minori, come l'Avellano e Salei piccoli.

I cedui non debbono tagliarsi nè in autunno, nè in inverno, perchè l'intensità del freddo in questa ultima stagione può alterare le ceppaje. I mesi di febbrajo, marzo ed aprile sono, nei casi ordinari, le epoche più favorevoli al taglio dei cedui.

Il taglio dei polloni sulle ceppaje deve farsi con istrumenti ben taglienti per evitare la scheggiatura della scorza che copre le ceppaje medesime, impiegando l'accetta per i polloni del diametro di circa 0^m.1, la roncola per quelli minori. Si avrà cura di fare la prima ceduazione più vicino che sia possibile alla superficie del terreno e si darà in seguito alla ceppaja una forma tale che impedisca alle acque di pioggia di fermarvi.

La riproduzione dei cedui, in generale, esige che il legname sia raccolto e portato fuori interamente dal bosco prima che compajano i getti novelli. L'intera sboscazione prima che le ceppaje entrino in succhio è la più vantaggiosa, ed a questo riguardo occorre qualche volta di eseguire il taglio specialmente nei luoghi dove la primavera è eccessivamente umida.

Climi e terreni convenienti ai cedui. — In generale le regioni elevate e fredde sembrano poco propizie al modo di tenere i boschi in forma di cedui. Primieramente le specie frascate più comuni in questi climi sono poco proprie a riprodursi dalla ceppaja; in secondo luogo, l'estate, essendovi breve, non permette la lignificazione completa dei getti, molto più poi che l'atterramento non può avere luogo che a primavera molto inoltrata, a causa della grande quantità e del lungo soggiorno delle nevi. Infine le gelate tardive della primavera, che sopraggiungono anche in giugno, arrecano notevoli danni alle gemme sbocciate.

Le piante situate in terreno arido e poco profondo languiscono spesso ad una età poco avanzata, e se si persiste a mantenerle in piedi malgrado la loro stentata vegetazione, non tardano a deperire interamente. Ma quando, al contrario, si tagliano prima che si manifesti l'accennato languore, le ceppaje si riproducono

abbondantemente, e si ottiene per un certo numero di anni un accrescimento molto più produttivo che non si sarebbe ottenuto senza questa operazione. Il governo dei boschi a ceduo si presenta vantaggioso quando il pendio e la compattezza del suolo non vi si oppongono. Ne sarà quindi lo stesso in un terreno fertile, poco profondo, se si trattasse di coltivarvi delle specie le quali tendono ad affondare molto le loro radici.

Della rinnovazione dei cedui composti. — Risultando essi dalla riunione della fustaja al ceduo, saranno loro applicabili le regole esposte riguardo la rinnovazione di questi ultimi, salvo talune modificazioni dirette a stabilire un giusto equilibrio tra il ceduo e la fustaja, e consistenti principalmente nella scelta, nel numero e nella distribuzione delle madricine.

Quanto alla scelta delle madricine, ad alberi destinati a crescere ad alto fusto, generalmente parlando, si darà la preferenza alle quercie, come quelle che forniscono eccellenti prodotti ed hanno radici assai profonde, sono anche poco aduggianti a motivo delle loro chiome assai rade. Vengono quindi il castagno, l'olmo, il frassino, gli aceri, il tiglio ed anche i pini; la betula, i pioppi, i salei e la robinia, sebbene pochissimo aduggianti, danno prodotti di poco valore e vengono facilmente atterrati dal vento o schiantati dal ghiaccio e dalle nevi; il faggio, il carpino, l'abete aduggiano troppo; il pezzo ha il medesimo inconveniente di questi, oltre di che non regge ai venti; il larice, pochissimo aduggiante, non raggiunge una considerevole età alle basse elevazioni, ove prosperano i cedui, e di più si contorce allorché cresce isolato.

Quanto al numero delle madricine distinguiamo il numero assoluto e relativo. Quello esprime l'effettiva quantità di madricine che può tollerarsi sopra una data superficie e varia secondo le circostanze della scelta. Questo esprime la proporzione nella quale devono ripartirsi gli alberi componenti la madricinatura; ed a tale riguardo le madricine sogliono distinguersi in diverse classi, dove ciascuna classe comprende le piante riservate nell'anno in cui fu eseguito il taglio. Così, per es., un bosco governato a ceduo, composto con turno ventenne, potrà contenere al principio del turno, ossia dopo il taglio sopra un ettaro:

Della classe	I	N.	530	riserve di	20 anni
»	II	N.	430	»	40 »
»	III	N.	300	»	60 »
»	IV	N.	150	»	80 »
»	V	N.	20	»	100 »
N. 1430					

Dopo 20 anni insieme al ceduo si taglieranno:

N.	20	riserve di	120 anni
N.	130	»	100 »
N.	150	»	80 »
N.	130	»	60 »
N.	100	»	40 »
N. 530			

lasciandone 530 dell'epoca dei polloni, ossia di 20 anni, abbiamo lo stesso numero di prima.

TAGLIO, PREPARAZIONE E CONDOTTA DEI LEGNAMI.

Il taglio della legna minuta dei boschi cedui non presenta grandi difficoltà, e ne fu già accennato il modo, allorquando parlammo di detti boschi, poichè in essi basta aver di mira la conservazione delle ceppaje, e quindi eseguire il taglio nell'epoca opportuna dall'autunno alla primavera, ed all'età più conveniente tanto per riguardo

al bosco, quanto per riguardo al prodotto che se ne vuol ottenere. Le legna, in generale, si tagliano rasente le ceppe o rasente la capitozza, se si tratta di boschi tenuti a *scalvo*, e per evitare che sui nuovi tagli non si formi la carie, si tiene la sezione del taglio inclinata ed appuntita a becco di flauto in modo che l'acqua non vi rimanga e possa favorire lo sviluppo delle spore dei funghi che generano le diverse specie di carie. Tagliata la legna, se ne fanno delle fascine, le quali sono più o meno grosse, con una o più legature, a seconda della loro lunghezza e grossezza, ciò che varia colla qualità della legna se grossa o minuta ed a seconda dei bisogni del commercio. Le fascine si conservano o si stagionano, come si dice ordinariamente, formandone delle cataste, le quali si preferisce di farle nelle località più asciutte e riparate del bosco, ed in vicinanza delle vie di sboscage; a codeste cataste si dà ordinariamente la forma di paraboloide o di cilindro terminato da un cono, avendo cura di tenere la parte più grossa della fascina rivolta al di fuori ed in basso non solo, ma le più grosse e più pesanti si tengono all'esterno per opporre una maggiore resistenza ai venti e perchè si prosciughino più prontamente.

Quanto al legname di grossa dimensione tanto per combustibile, da carbone o da opera, bisogna considerare:

1° Il modo del taglio e dell'atterramento;

2° La forma da dare ai diversi assortimenti e prodotti a seconda delle dimensioni del legname e delle domande del commercio.

Il taglio e la confezione dei legnami è un'industria come tutte le altre e la produzione di ognuna di esse dipende in prima linea dalla qualità ed organizzazione del personale lavorante. Fa d'uopo di avere quindi non soltanto i migliori e più pratici tagliatori, ma questi è necessario che abbiano di mira il maggior interesse del proprietario sia in quanto alla qualità del prodotto, sia in quanto alla conservazione e riproduzione del bosco.

In ogni azienda boschiva ordinata sulla maggior rendita netta, l'utilizzazione del bosco dev'essere regolata dal proprietario, il quale potrà solamente fidare ai lavoratori l'atterramento e la digrossatura dei singoli fusti. È quindi manifesto che il proprietario debba pensare alla qualità degli assortimenti da ottenere e dovrà, prima d'intraprendere l'atterramento delle piante, dare ad esse una predestinazione classificando i fusti in classi e sapere quanti fusti conta ciascuna. Negli altri paesi d'Europa, in Germania specialmente che è il paese delle ben regolate aziende, l'atterramento e la digrossatura del legname viene fatto da compagnie di lavoratori, ciascuna delle quali conta un capo che tratta col proprietario il modo, il tempo, la durata ed il prezzo del lavoro ed accetta dal proprietario un capitolato d'appalto contenente tutti i patti del contratto, il quale, oltre al riassumere tutte le condizioni relative al taglio e confezione dei pezzi da mettere in commercio, porta l'indennità dovuta al proprietario in caso di danni recati all'avvenire del bosco od al suo deprezzamento, mentre ogni danno recato dal proprietario all'esecuzione del lavoro deve indennizzarsi alla compagnia medesima. Ogni compagnia poi è organizzata da un regolamento speciale riconosciuto come patto sociale, protetto dalle leggi, nel quale non solo è fissato lo stipendio od i lucri di ogni singolo componente, ma essi sono divisi in squadre dette dei *tagliatori*, dei *digrossatori* e *segantini*, con un capolare direttore per ciascuna, il quale riceve la consegna del lavoro da eseguirsi. Di tali compagnie che possano emigrare ed emigrano da un paese ad un altro in Italia

ne abbiamo appena l'esempio nelle Alpi del Cadore, per altro da noi non esistono che le compagnie dei trasporti organizzate alla moda della Germania e di cui si dirà in appresso. La ragione di ciò si è che in quasi tutta l'Italia si usa di vendere le piante in piedi, consegnando all'acquirente il bosco pel tempo necessario al taglio ed allo sbosco dei legnami, a rischio e pericolo dei quali rimane quel tratto di foresta ben limitata per contratto, nella quale deve avvenire l'utilizzazione fino all'epoca del collaudo, a cui è assegnato un tempo determinato per regolamento in dipendenza della legge forestale.

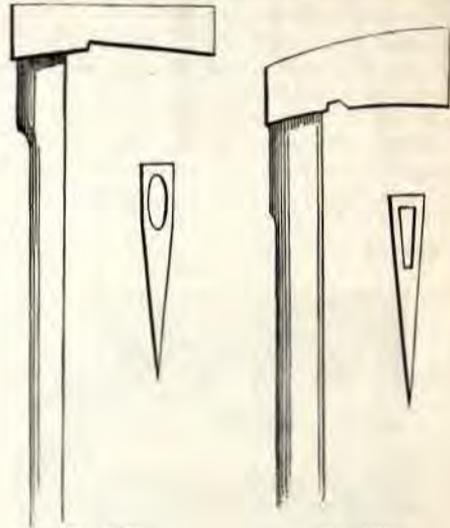


Fig. 1035.

Fig. 1036.

Gli strumenti che vengono impiegati nel taglio e digrossatura dei legnami si riducono ad attrezzi per *tagliare*, *segare*, *spaccare*, *scorzare*. Arnesi da taglio sono l'*ascia*, la *scure*, la *roncola*. L'ascia e la scure si distinguono dalla roncola perchè quelle si adoperano con due mani e servono per tagliare i fusti e legnami di grossa mole, questa per i rami e per le legne delle ceppe. La differenza fra ascia, accetta e scure, è questa che cioè quella serve per tagliare gli alberi in piedi ed i rami grossi ed il taglio si estende da ambe le estremità laterali, questa serve per scorzare e *squadrare* i fusti medesimi. Si possono distinguere tre speciali ascie: quella per l'atterramento dei fusti, la cui lamina pesa da kg. 1.40 a 1.50, applicata ad un manico della lunghezza da 0.80, che è la più comoda, fino a 1.40 adatta per i fusti molto grossi (fig. 1035 e 1036); quella per il taglio dei rami, la quale nella forma non diversifica dalla precedente se non che ha un peso maggiore di quella di kg. 0.30; quella da spacco, di cui si parlerà insieme agli altri attrezzi impiegati in tale operazione. La scure serve solamente per scorzare e squadrare i fusti, come già fu detto ed è adoperata dalla classe di lavoratori che dà ai legnami la forma necessaria per essere dati al commercio; il falegname l'adopera eziandio per adattare i legnami al lavoro della pialla o della sega. La sua forma è quella delle fig. 1037 a 1038, col manico lungo mezzo metro ad un metro, il peso della lamina è ad un bel circa uguale a quello dell'ascia; la forma della fig. 1037 è formata da due superfici in piani diversi (*a, b*), distanti la grossezza del legname da portar via; è molto usata in Germania, mentre quella della fig. 1038 si usa ordinariamente da noi. La roncola ordinaria ha la forma variabile secondo la grossezza delle legna da tagliarsi, il peso di essa aumenta colla grossezza medesima.

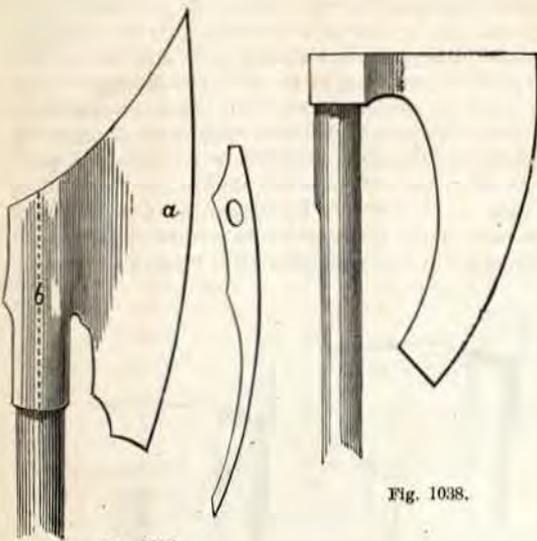


Fig. 1037.

Fig. 1038.

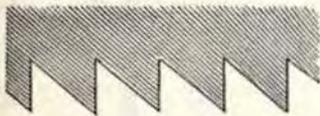


Fig. 1039.



Fig. 1040.



Fig. 1041.



Fig. 1042.

Fig. 1043.



Fig. 1044.



Fig. 1045.

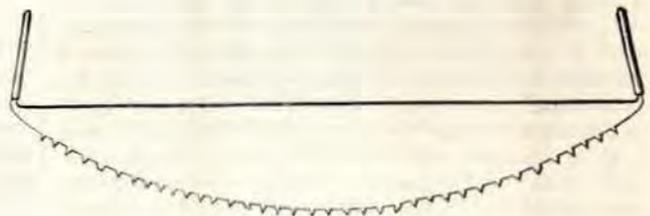


Fig. 1046.

La sega serve principalmente per tagliare i fusti e rami in direzione perpendicolare alle fibre. È dessa uno degli strumenti più importanti nell'atterramento delle piante, poichè economizza il legname, abbenchè si richieda con essa un tempo maggiore che coll'accetta o ascia. Ogni sega che lavora, oltre a dover vincere la resistenza che oppongono le fibre, deve anche trasportare il peso di se medesima e della segatura che fa ogni dente che lavora. I denti della sega agiscono rompendo la fibra legnosa e la loro azione aumenta colla mollezza e porosità del legname. Meglio si adopera e con maggior vantaggio pei legnami dolci che per quelli duri. Perchè una sega sia buona, occorre che sia fatta con una sostanza che posseda un alto grado di durezza, che la superficie dei denti e della lamina siano non troppo grosse, ben levigate e perfettamente piane, che sia provveduta di denti ben fatti, la forma dei quali è molto diversa secondo la specie della sega: in realtà però si distinguono due forme principali, denti cioè a taglio semplice e denti a doppio taglio. Le forme dei denti più in uso nelle seghe dei boscajuoli sono quelle indicate per quelle a taglio semplice dalle fig. 1039 (*triangolare*), fig. 1040 (*inglese*); nelle seghe a taglio doppio, che sono quelle preferite dai boscajuoli, i denti hanno la forma della fig. 1041

(*triangolare*) o quella delle fig. 1042 e 1043 (detta di *Wolf* o da *ceppaja*). L'armatura delle seghe suddette e la forma delle lamine è quella della fig. 1044 (sega ad arco di legno di sorbo o d'abete rosso o d'olmo, di frassino ed anche di farnia), la quale serve principalmente pei fusti atterrati, mentre le forme delle fig. 1045 e 1046 servono per atterrare i fusti. La grossezza, lunghezza, forma e peso delle seghe variano a seconda della qualità delle piante e dei boschi per cui s'impiega, fino ad arrivare alla sega a mano ed astata (fig. 1047, 1048 e 1049), le quali servono pei rami e per legname da spacco.

Nella spaccatura dei legnami per farne legna grossa da carbone e da ardere ottenuta da fusti, rami e ceppe che non possono ricevere altro uso, lo spaccalegna fa uso di cunei i quali possono essere come quelli delle fig. 1050 e 1051, coll'anima e la testa di legno cerchiata di ferro e colla punta di ferro ben duro e battuto, per lo più acciaio; ovvero tutti in ferro della forma della fig. 1052.

La scure od accetta da spaccalegna differisce da quella del boscajuolo d'atterramento per il suo peso maggiore, poichè la sua lamina pesa da chil. 2 a 3 circa; la forma è quella delle fig. 1053, 1054 e 1055, e la sgubbia viennese (fig. 1056).

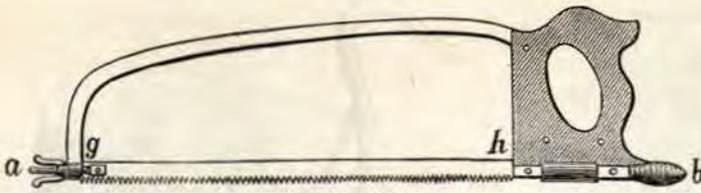


Fig. 1047.



Fig. 1050.



Fig. 1051.



Fig. 1052.

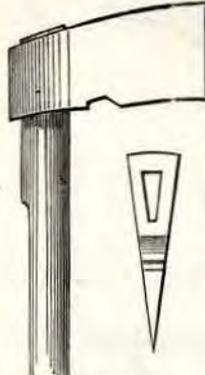


Fig. 1053.



Fig. 1048.



Fig. 1049.

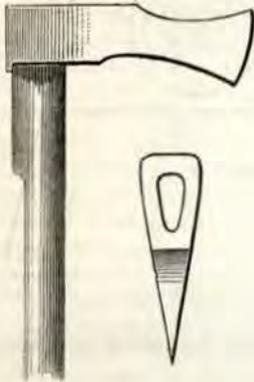


Fig. 1054.

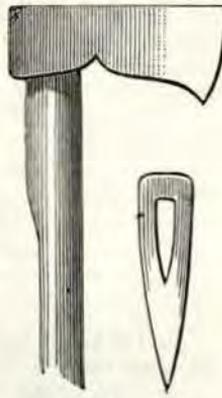


Fig. 1055.

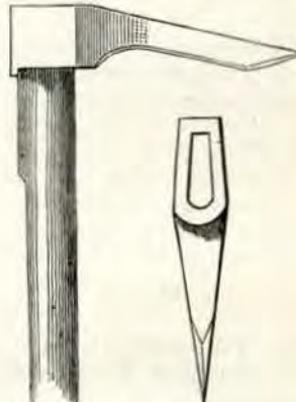


Fig. 1056.

Agli accennati attrezzi i quali servono tutti per i fusti, rami e tutte le parti degli alberi sopra terra, bisogna aggiungere la marra o scure da adoprarsi per l'estrazione e taglio delle parti sotterranee, radici, ceppaje con o senza il fusto. Gli arnesi che s'impiegano a questo scopo sono la marra o zappa (fig. 1057), la quale serve per lo smovimento della terra che copre le radici o circonda le ceppaje; il piccone o marra a punta (fig. 1058) impiegata nei sassi, terreni tenaci e per far leva e rompere le piccole radici; dopo cui viene la scure (fig. 1059) di lamina lunga e stretta del peso poco inferiore a quello dell'ascia d'atterramento. Vengono ora gli attrezzi atti allo strappo od estrazione di queste parti sotterranee, fra cui noteremo la stanga (fig. 1060), la leva del boscajuolo o la catena (fig. 1061), il diavolo da bosco (*Waldteufel*) (fig. 1062).

Del taglio degli alberi. — La stagione più conveniente per il taglio delle piante varia:

1° Secondo le qualità tecniche dei legnami, poichè codeste proprietà sono diverse per uno stesso e medesimo legname, secondo che si tagli in primavera, estate, autunno e inverno. Il legname da combustibile esige attraversare una stagione che lo prosciughi, mentre il

legname da opera non ha questo bisogno solamente, poichè si sa che nei legni frascati l'atterramento delle piante nell'inverno dà legnami di maggior durata, e viceversa per quelli resinosi, nei quali si preferisce l'estate o l'autunno.

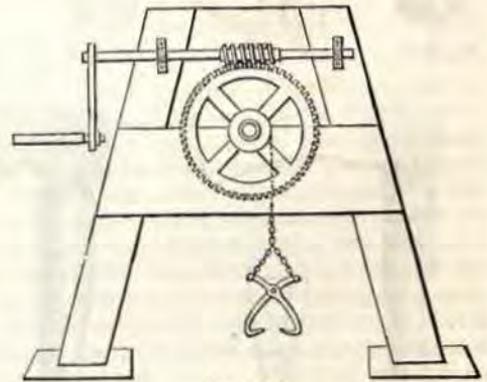
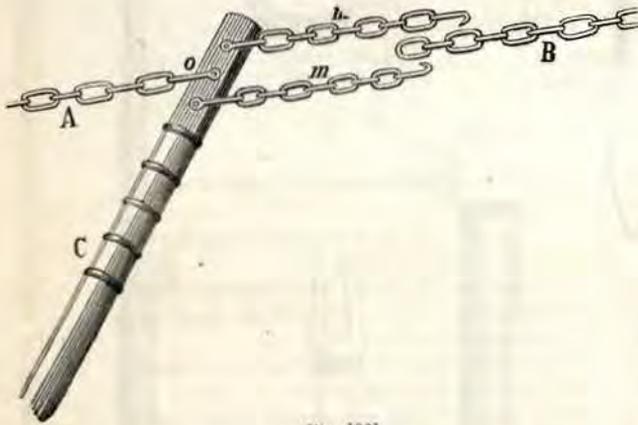
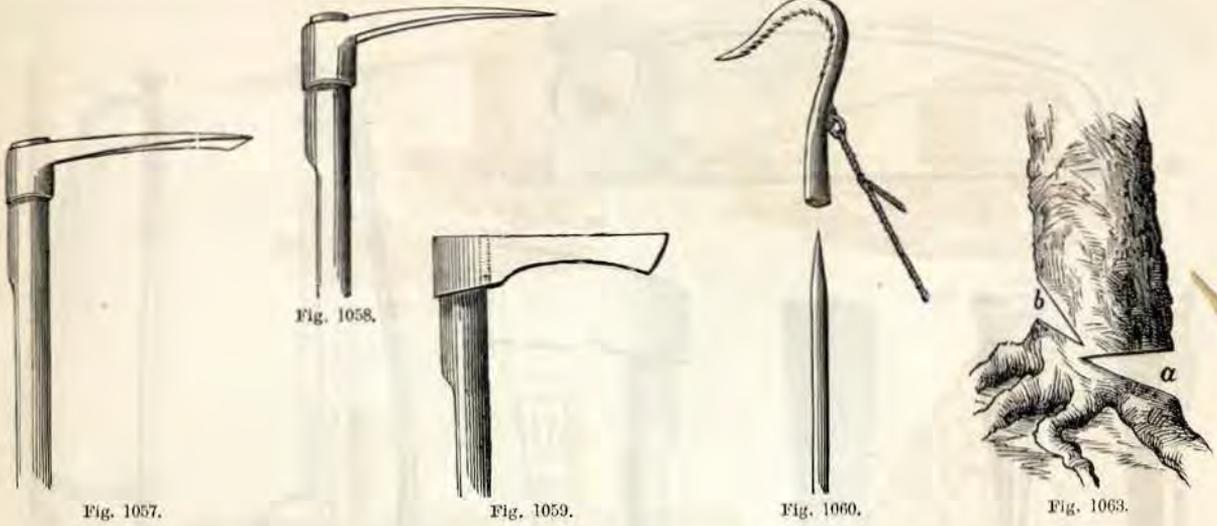
2° Secondo il costo dell'opera, il quale sarà sempre maggiore e da rigettarsi quando l'economia rurale domanda il maggior numero di braccia.

3° Secondo il clima della contrada, poichè laddove cade molta neve non potassi tagliare nel verno, così pure all'epoca dei forti geli non dovrassi tagliare.

4° Secondo la specie delle piante, ciò che si riferisce più specialmente alle frascate che ripullulano da ceppaje, in cui il taglio potrà farsi alla fine del verno ed all'epoca di una leggiera coperta di neve, e si può prolungare fino allo sbocciare delle gemme.

5° Secondo la specie delle piante, infatti gli abeti vogliono essere tagliati in succhio (primavera inoltrata ed estate) non solo ma anche vogliono essere scorzati subito, causa gl'insetti che si anniderebbero fra la scorza ed il legno e produrrebbero gravi guasti all'avvenire del bosco più che al legno atterrato.

6° Secondo il modo del trasporto, poichè è chiaro



che si trasportano meglio e più lontano i legnami poco pesanti, quindi per questo riguardo si dovrebbe tagliare nell'estate.

7° Secondo la possibilità di un migliore smercio, dipendente dall'epoca in cui si vendono meglio certe qualità di legnami.

Il taglio delle piante si opera:

1° Col mezzo della sola ascia colla quale si intacca il fusto più rasente a terra, possibilmente in due parti diametralmente opposte, dando alle due intaccature la forma della fig. 1063 *a, b*: la prima *a*, che guarda l'orizzonte od alquanto inclinata verso il basso, è quella verso la quale deve cadere; essa arriva fino alla metà del fusto ed anche più; l'altra *b* è alquanto più piccola, guarda l'alto coll'inclinazione di circa 45°, non giunge mai al mezzo dell'albero e si trova in un piano alquanto superiore alla prima.

2° Col mezzo della sola sega, colla quale si fanno egualmente due tagli opposti, uno orizzontale e l'altro inclinato, tenendoli aperti, mentre si fanno, con un piccolo cuneo di legno; è naturale che si eseguisce prima quello dalla parte verso la quale deve cadere.

3° Col mezzo della scure e sega insieme, facendo prima il taglio colla scure dalla parte verso cui deve cadere fino ad $\frac{1}{3}$ dell'intera grossezza, mentre l'altro opposto fatto colla sega si tiene aperto col solito cuneo, indi arrivato esso alla metà del fusto o poco oltre, si spinge il cuneo a colpi di mazza che ne facilita la caduta.

4° Col mezzo della roncola limitata ai soli fusti sottili, legne cedue e rami.

5° Collo svellere l'intera pianta colla sua ceppaja, ovvero togliendo prima il fusto rasente terra, indi svelendo la ceppaja. Si estrae l'intera pianta col levare la terra intorno alle radici più grosse ed aprendo quindi tutt'intorno alla pianta un fosso la cui grandezza e profondità varia colla grossezza della pianta da svellere, si vanno tagliando le radici orizzontali che via via si scoprono; si procede quindi al taglio del fittone se sono piante che lo posseggano. Nel caso contrario si procede all'atterramento del fusto con tutto il corpo della ceppaja; che se sono piante le quali posseggano il fittone, la loro estrazione diventa più difficile, poichè non si può tagliarlo interamente, ma si arriva ad intaccarlo alquanto, e quindi scalzato bene, il peso dell'albero e la forza che acquista nel cadere lo fa schiantare facilmente.

In quest'ultimo caso si fa uso della stanga della fig. 1060, la quale si applica più in alto che sia possibile, indi traendo a sè la fune che vi è attaccata con forza d'uomo e per risparmio di forza con una carrucola o col diavolo da bosco. Nell'estrazione delle sole ceppaje, dopo aver scalzate e tagliate le radici orizzontali, si procede come alle fig. 1064 e 1065, secondo i casi; quando però s'abbia a che fare con ceppaje che non posseggano fittone basta il taglio delle sole radici superficiali e quindi col diavolo di cui sopra si procede all'estrazione. Quale sia il migliore di questi metodi non è qui il luogo di parlarne,



Fig. 1064.

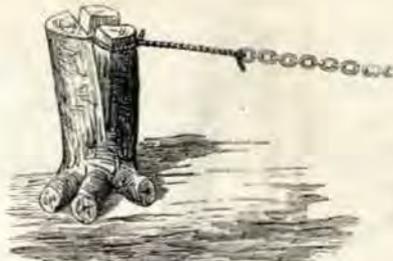


Fig. 1065.

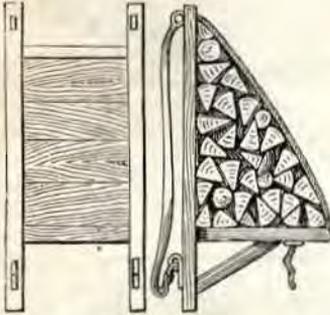


Fig. 1066.

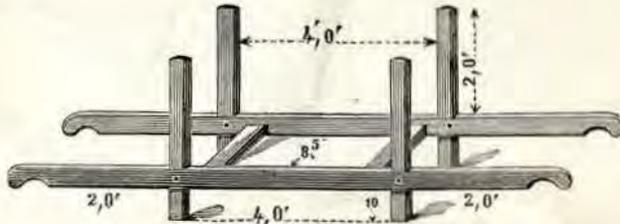


Fig. 1067.

poichè molte sono le circostanze e le ragioni che consigliano l'uno piuttosto che l'altro, e non si può che rimandare il lettore alle molte opere, specialmente tedesche, che trattano diffusamente l'utilizzazione dei boschi.

La questione della digrossatura dei legnami atterrati o divelti dipende primieramente dall'impiego cui si destinano, e secondariamente dalle esigenze del commercio. Quindi la predestinazione dell'impiego di essi si determina dalla specie, dalla forma, grossezza e stato interno del legname medesimo. Quanto alla specie si ritiene in generale che i legnami resinosi o delle specie agate siano i più proprii alle costruzioni ed industrie nelle quali si richieda legname di certe dimensioni, che fra le frasche il legname di quercia sia il migliore per le costruzioni di tutti i generi, a meno che il peso non ne formi il pregiudizio. Il miglior legname per combustibile è quello delle frasche, fra cui primo il faggio, l'ontano nero, la betula e le specie minori, con qualche eccezione per l'ontano nano, il frassino e l'acero allorchè sono allevati ad alto fusto. Per la forma in generale: quel fusto che sotto forti dimensioni in lunghezza e grossezza ed a fusto ben dritto e libero di rami è quello che può ricevere migliore applicazione. Le proprietà interne, abbenchè dipendano in gran parte dalla specie delle piante, possono oscillare però per una stessa specie di fusti in quanto che queste si riferiscono ad essere i fusti sani o senza difetti nell'interno, ciò che li fa giudicare atti alle opere di costruzione. Di tutte le piante, i fusti delle frasche mostrano molto meglio delle resinose i difetti interni. Quali difetti interni si ritengono: la cipollatura, i cretti, lo sviamento delle fibre e le screpolature specialmente.

Le esigenze e domande del commercio influiscono nel senso che non si prepareranno dei pezzi i quali non ricevano un conveniente smercio, tanto che per es. l'aumento del prezzo del combustibile può rendere minore la preparazione dei legnami da opera.

Ciascuna parte nella quale un albero può essere diviso dal boscajolo si chiama pezzo assortito. Riguardo alla forma si notano le seguenti specie:

a) Legname da costruzione, antenne e travi, topi, pali, cataste e fascine da opera.

b) Legname da combustibile, squarti, morelli, ceppi e fascine.

A ciascuno di questi assortimenti viene assegnato un valore, un luogo ed un modo di conservazione e di smercio.

Radunamento del legname. — Lo scopo principale di tale operazione si è quello di poter osservare e constatare l'avvenuta utilizzazione secondo la quantità e qualità del legname ottenuto, tanto in ciò che riguarda la conservazione del bosco quanto per ciò che ne riguarda la rendita. Quindi assortito il legname dovrassi radunare in località o piazza la quale sia di facile accesso ai compratori e che non richieda da parte del proprietario un dispendioso e difficile trasporto del legname; ma il più breve ed il più facile è quello che reca il minor danno al bosco.

Il materiale da radunare è in regola generale tutto il legname il quale può essere procurato o confezionato cogli strumenti ordinari dei boscajoli e che possa compensare le spese del raccoglimento. Appartiene quindi a questa classe tutto il legname combustibile e quello minuto da opera; che se si tratta del legname più grosso, quale fusti o sezioni di fusti, è necessario uno studio particolare per il suo trasporto e degli ordigni meglio adatti allo scopo.

Il trasporto dei legnami grossi in bosco dal luogo del taglio e digrossatura fino alla piazza di conservazione e di smercio si fa a forza d'uomo e cioè a spalla, a strascico, colla carretta o carriola, colle slitte, col rotolamento, col lanciarli, col farli cadere dalle balze, e col mezzo di funi o palorci. Il trasporto a spalla d'uomo non si applica che per le fascine ed il legname di piccola dimensione facendo uso della barella e tracolla (fig. 1066) o di quella a due uomini (fig. 1067). Lo strascico dei legnami si opera facendo uso degli attrezzi (fig. 1068, 1069,



Fig. 1068.

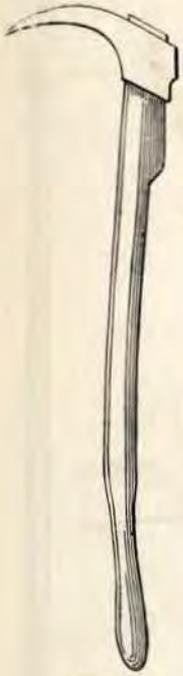


Fig. 1069.



Fig. 1070.

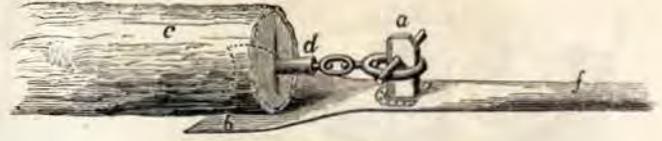


Fig. 1072.

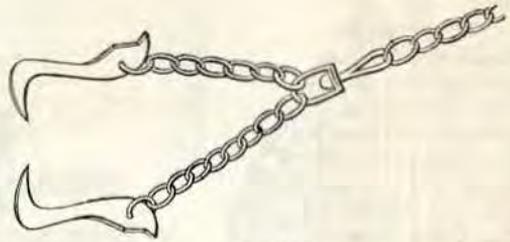


Fig. 1071.



Fig. 1073.

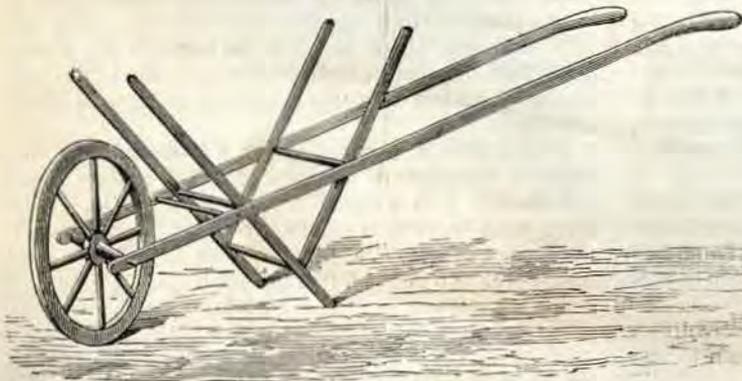


Fig. 1074.

1070, 1071) detti anghieri e catene che si applicano come indicano le fig. 1072 e 1073. La carretta s'impiega per le piccole distanze e pei legnami di non grossa mole e più specialmente per il combustibile; la forma della carriuola più usata in Germania è quella della figura 1074. La slitta riceve negli alti monti un uso molto maggiore quando trattasi di legname combustibile di certe dimensioni, e serve eziandio per distanze abbastanza grandi quando vi siano vie adatte al suo movimento. Essa si usa con vantaggio sopra strade a neve od a ghiaccio e non di rado anche su vie di terra e senza neve. Le prime si formano nell'inverno dopo un'abbondante caduta di neve o di pioggia a cui sia seguita una gelata abbastanza forte; è naturale che quelle a neve si fanno lì per lì, mentre quelle a ghiaccio hanno bisogno di una leggiera preparazione per togliere gli ostacoli che si possono opporre al movimento della slitta medesima. Le altre vie da slitte dette anche estive si sogliono fare di legno a guisa delle risine, di cui si parlerà in seguito. La slitta c. cui si è parlato sopra ha la figura 1075. è formata di tutto legno e s'impiega in località con superficie la cui leggiera inclinazione non è sufficiente per la costruzione di una risina o canale in legno, ovvero là dove la spesa di codesti canali non viene compensata dalla quantità del legname da trasportarsi. Se il legname deve tragittarsi a slitta in basso per località troppo ripide ovvero ingombre di sassi, conviene formare un'apposita via detta *via da slitta*, diminuendo la pendenza nel primo caso col mezzo di fusti, fascine o stanghe, aprendo la via e scansando i sassi nel secondo caso.

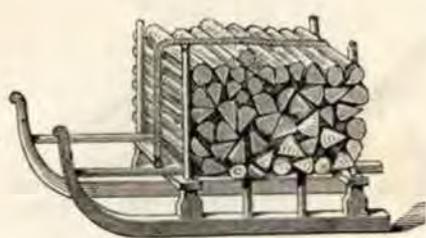


Fig. 1076.

La slitta serve molto bene per il trasporto della legna da combustibile, essa è caricata come lo indica la fig. 1076. Il boscajolo si pone a sedere sul davanti e ne guida il cammino trattendola nei tratti troppo ripidi con una specie di freno (fig. 1077). Quando sopra una stessa via debbono passare diverse slitte, si fanno partire contemporaneamente procedendo alla distanza di una ventina di passi. Ogni boscajolo che ha una slitta deve avvisare con segni particolari il suo compagno che lo segue, senza che vi sia bisogno di voltarsi indietro, questi avvisa gli altri ed in caso di disgrazia si possono tutti fermare.

Si fa uso della fune applicata al fusto quando si tratta di accompagnare fusti che si fanno rotolare o scendere per rapidi pendii ed attraversare burroni non molto profondi; che se trattasi di valli estese e profonde a cui sovrastino a picco le montagne, si fa uso della così detta ferrovia aerea a palorei come indica la fig. 1078, assicurando e disponendo i fusti come indica la fig. 1079.

Gli altri metodi, di arrotolare cioè il legname o lasciarlo cadere dalle balze, non possono ricevere che ben limitata applicazione e solamente là dove si tratta di luoghi veramente inaccessibili, nei quali la caduta del legname non possa dar origine a gravi guasti; possono applicarsi per un numero ben limitato di piante e per tratti molto brevi.

Costruzione delle vie per il trasporto dei legnami. — Codeste vie sono

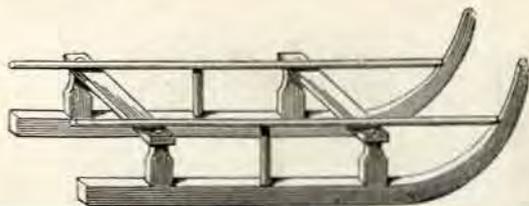


Fig. 1075.



Fig. 1077.



Fig. 1078.

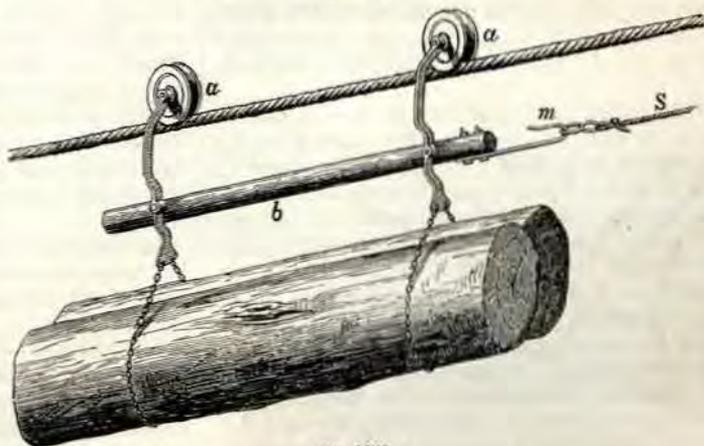


Fig. 1079.

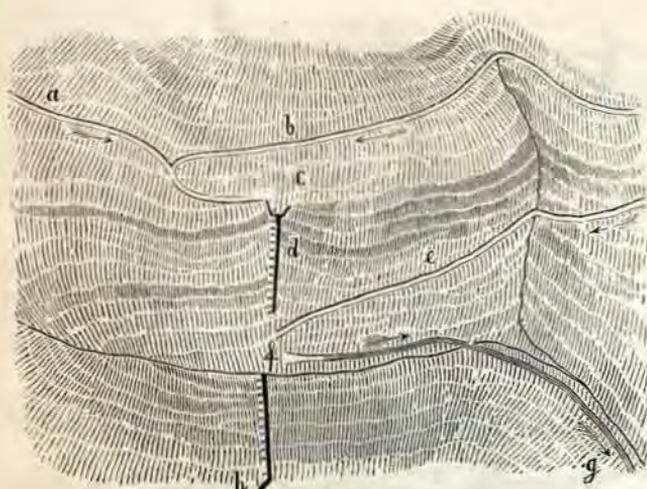


Fig. 1080.

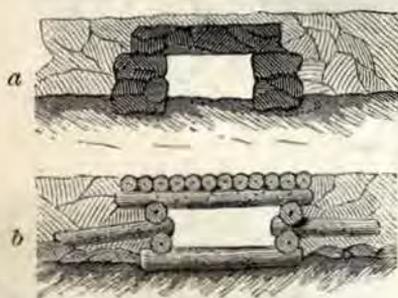


Fig. 1083.

di due specie principali, o si tratta di vie da slitte, ovvero si tratta di *risine* o condotti di legno colla pendenza necessaria allo scorrimento dei legnami di grossa mole, e la loro costruzione in ambedue i casi richiede una perfetta conoscenza dei luoghi ed un occhio molto pratico. In tutti i casi, dove abbiasi da trasportare grande quantità di legname e debba percorrersi una certa estensione di monte e dove la pendenza quasi uniforme lo permetta, si potrà sempre stabilire l'una o l'altra specie di codeste vie od entrambe, ponendo la via da slitta nelle località meno ripide, e le risine nei tratti più inaccessibili, osservando:

- 1° che le vie di qualunque specie siano le più brevi;
- 2° che il trasporto o la via non sia interrotta, allontanando e correggendo le cause che possano provocarla;
- 3° che sia tale da potervi transitare ogni specie di legname.

La fig. 1080 indica la disposizione da darsi a queste vie: *a*, *b* vie da slitte superiori le ultime a costruirsi; *c* luogo di scarico delle slitte e principio della risina *d*; *e* via media da slitta; *f* punto dove le slitte debbono essere voltate a mano e momento in cui quelle che seguono debbono fermarsi, a meno che tale piazza non sia tale da poterle contener tutte, ciò che è da preferirsi; *g* via da slitta inferiore; *h* risina per i pezzi più grossi. Si capisce di leggieri come la via prima da costruirsi è quella *g*, indi la risina *h* e così di mano in mano che il taglio e la preparazione dei legnami lo permettono. Scelte le località dove si vogliono costruire codeste vie, bisogna destinare la pendenza da darvi, la quale varia a seconda del luogo e della qualità del legname che deve passarvi.

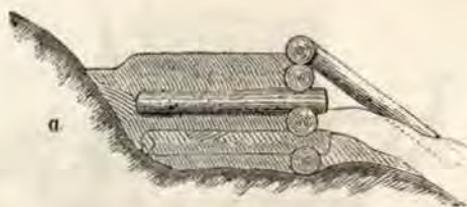


Fig. 1081.

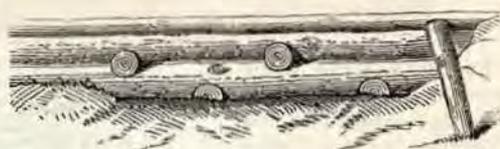


Fig. 1082.

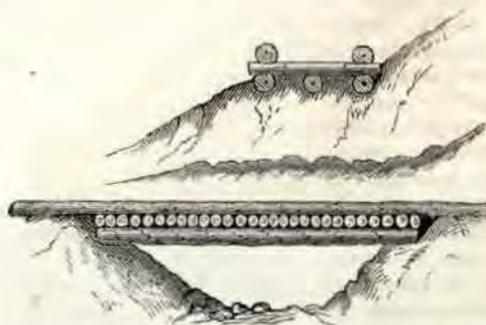


Fig. 1084.

Alle vie da slitte nelle località dove non di rado può gelare e che il legname da trasportarsi non abbia una lunghezza maggiore di m. 1.50-1.80 si dà una pendenza dal 6-8 per % nelle località scoperte, 8-10 in quelle ombrose o coperte.

Se si tratta di legnami della lunghezza da m. 2-3 o 3 1/2 dove il peso delle slitte è piccolo si può arrivare fino all'8 per %; trattandosi di legnami molto lunghi e voluminosi si dà alle vie la pendenza del 20 e più per %.

La sezione orizzontale ed il prospetto delle vie slittabili può essere rappresentata dalle figure 1081 e 1082, correggendo le depressioni o altro coi ponticelli ed a seconda dei casi con quelli della fig. 1083 *a*, *b*, la luce dei quali è da m. 1-1.25 ed anche fino a m. 6 circa come nella figura 1084. Come ben vedesi dalle figure, queste strade sono trasversalmente orizzontali e coperte nei luoghi dei ponti da tavole come alla fig. 1085.

Dalla parte che guarda la valle posseggono un cordone formato da fusti ben dritti e rotondi innestati come alla fig. 1086, il quale serve al ritegno delle slitte perchè non si rovescino e per appuntare il freno che ne trattiene la corsa.

La larghezza di queste vie varia da m. 1.50 a 3, per larghezze maggiori conviene maggiormente la costruzione d'una via carrozzabile ed il trasporto coi veicoli a tiro d'animali.

Delle risine. — Le risine sono canali semicircolari con forte pendlo, i quali sono fatti ordinariamente da sei grossi fusti innestati per il lungo come alla precedente figura e disposti come alla fig. 1087 e 1088, con uno o due sostegni laterali, e possono presentare la forma della figura 1089

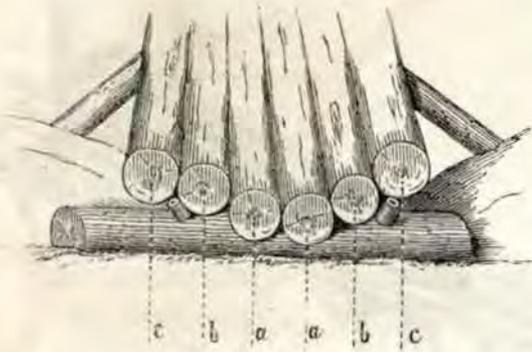


Fig. 1087.



Fig. 1088.



Fig. 1089.

quando debbano attraversare un forte burrone. Nella risina si distinguono diverse parti e cioè la risina di fondo o luogo di principio in cui si radunano i legnami che cadono o vengono portati dall'alto colle slitte, col rotolamento o collo strascico, e la si provvede d'una gabbia come alla figura 1090, *a* pianta, *b* prospetto, il *castello* o luogo dove finisce e nel quale cadono i legnami (fig. 1091), la risina di *ritenuta* o *contro-risina* che può avere i battenti della fig. 1092 posti nei luoghi di maggiore pendio e più o meno distanti a seconda del bisogno; la *contro-risina* è un pezzo di risina che presenta una contro-pendenza alla risina principale, essa si costruisce specialmente in vicinanza del castello. La pendenza di questi canali varia colla stagione e colla località; si preferiscono per questi trasporti le stagioni d'inverno e primavera perchè la neve, il ghiaccio o l'acqua facilitano lo scivolare dei legnami, nel qual caso la pendenza è quella del 6-8 per ‰. Nell'estate e colla mancanza di acqua le risine non sono vantaggiose che in alcuni casi, allora la pendenza dev'essere del doppio quando non si possa inumidire il canale, ciò che si preferisce magari col farvi correre l'acqua delle sorgenti incontrate per via.

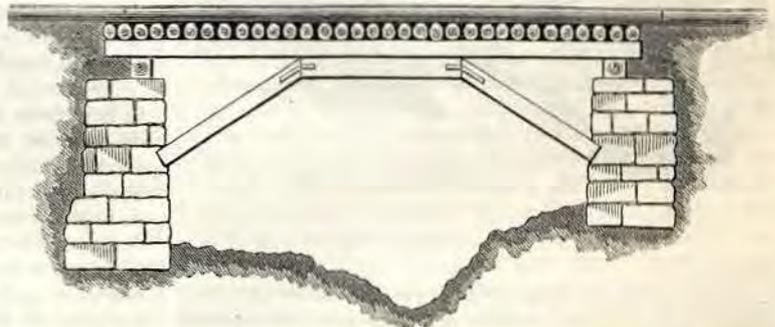


Fig. 1090.

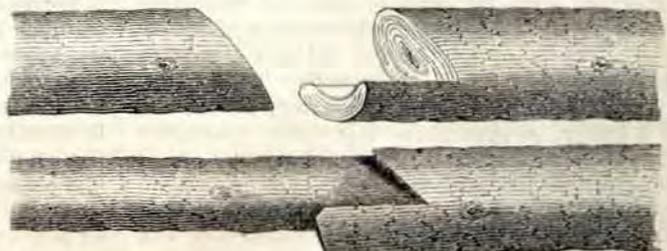


Fig. 1091.

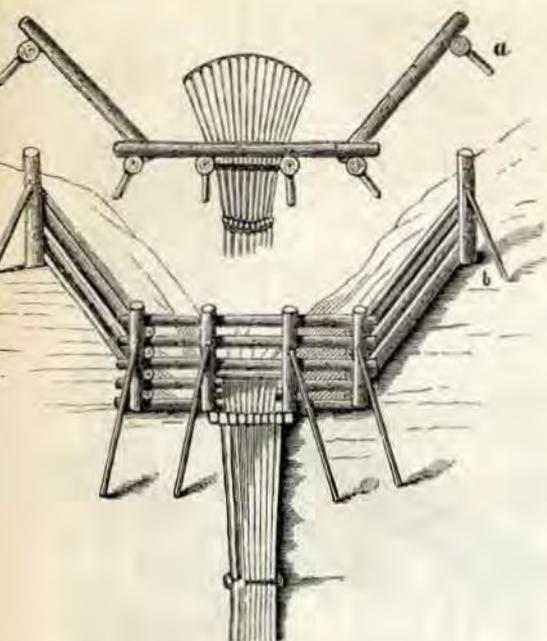


Fig. 1090.



Fig. 1092.



Fig. 1091.

Il trasporto del legname sulle risine è facilissimo, poichè in esse il legname scorre per il suo peso ed è per ciò che si applica per i grandi fusti, detti da noi *taglie* o *borre*, e si applica con vantaggio nelle montagne del Cadore.

Il trasporto del legname sulle risine viene fatto per cura di lavoranti speciali i quali pensano alla costruzione della risina e si dividono in una sezione che sta alla parte superiore e che immette il legname nel canale, un'altra sezione disposta lungo la risina spingendo o battendo con ferri, stanghe od anche col peso del loro corpo il legname che vi è dentro, un'altra parte di lavoranti finalmente aspetta al termine della risina e riceve il legname che vi transita sopra, disponendolo in cataste ai lati del castello medesimo. I lavoranti disposti lungo la risina regolano l'immissione del legname in esso e corrispondendosi con segni speciali regolano il lavoro di quelli posti al principio ed alla fine, rendendo avvisati in caso di intoppi o disgrazie per evitare danni maggiori.

Della fluitazione. — La fluitazione o trasporto del legname col mezzo dell'acqua corrente consiste in generale nell'affidare il legname, sciolto o legato, all'acqua corrente la quale possa avere od acquistare con serre chiuse o cidoli un volume tale da poterlo trasportare fino ai luoghi o piazze di commercio. Si distinguono due modi di fluitare: o si tratta di legname che si abbandona all'acqua in gruppi composti di tanti pezzi sciolti, i quali gruppi sciolti o legati diconsi mandre, ovvero trattasi di legname legato in forma di zattere, ed allora abbiamo la vera fluitazione e serve per le grandi distanze, per esempio, centinaia di chilometri.

Nel primo caso devesi osservare il torrente o fiume in cui vuolsi fluitare, indi prender nota delle operazioni da eseguirsi tanto per il miglioramento del corso ed il suo adattamento quanto per le vie d'accesso e laterali, non che di tutti i manufatti all'uopo necessari. Quando si voglia ottenere una fluitazione proficua o trattisi di distanze 20-100 chilometri e di quantità considerevoli di legname, si costruiscono canali speciali, e nel caso contrario si approfitta dei corsi naturali con tutte le loro tendenze e difetti, aspettando di buttarvi il legname quando le piene sono capaci di trasportarlo. Tutto ciò che concerne al fiume o canale si riduce alla sua direzione, forza e caduta dell'acqua, per cui: 1° la direzione del corso d'acqua dev'essere tale da poter portare il legname vicino ai luoghi di consumazione, e ciò nel caso più generale, poichè si può eccezionalmente fare uso anche di uno che non abbia questa proprietà, ma che si possa con un breve canale e facilmente immettere il legname nei luoghi di cui sopra. 2° La minore larghezza del corso in parola dipende dalla lunghezza del legname da fluitare: se è possibile deve poter muoversi liberamente; dove però si tratti di canali artificiali in cui si voglia transitare del legname ridotto in tavole od altro, il quale debba fluitare legato, allora la larghezza può anche esser minore. 3° Di eguale importanza è la profondità del corso d'acqua, la quale dev'esser tale da non far strisciare il legname sul fondo, che anzi deve

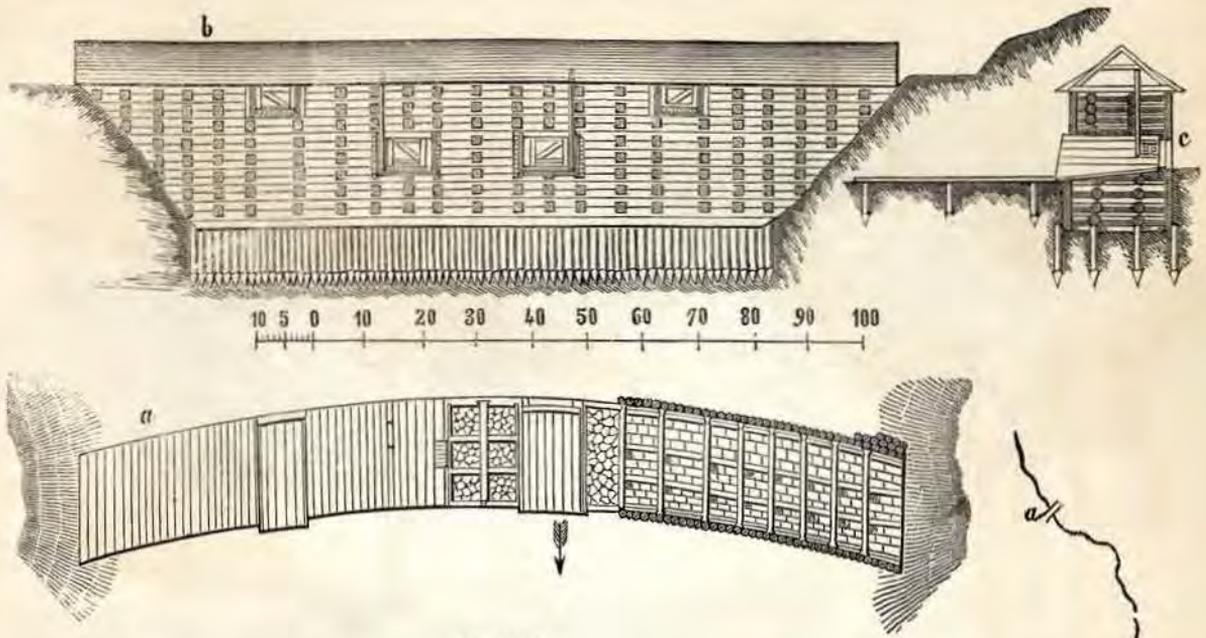


Fig. 1094.

esser tenuto completamente sospeso e galleggiante. La profondità dev'essere maggiore quando si tratti di piccola velocità e di grande distanza e viceversa, maggiore per il legname rotondo che per quello piatto o segato in tavole. 4° Per la caduta e velocità dell'acqua si danno limiti molto estesi, purchè però alquanto uniforme, per esempio: si preferisce quella di $\frac{1}{2}$ - $1 \frac{1}{2}$ per $\frac{0}{10}$ tanto perchè la velocità è abbastanza grande quanto perchè è molto facile che il corso ne sia uniforme. 5° Finalmente si può guardare alla possibilità di aumentare il volume dell'acqua collegando le sorgenti e ruscelli vicini, ovvero radunare molti di essi in una cisterna, pescaja o lago col mezzo di serre od altri manufatti da cui far partire un canale che dal lago porti il legname alla sua destinazione.

Ad ogni modo o trattasi di un corso in cui l'acqua naturale è tanta quanta occorre per fluitarvi il legname in tutte le stagioni dell'anno, od almeno nella stagione opportuna, ovvero si tratta di dover aumentare il volume dell'acqua con serre o chiuse, o di fondare una pescaja e quindi il canale artificiale.

La figura 1093 mostra un torrente naturale adattato alla fluitazione mediante la *chiusa volante* *a*, quella *fissa* *b*, il cancello *c*, la *pescaja* *d*, ed il cancello *e*. Le chiuse possono essere di legno e di pietra legate e coperte con creta, le migliori però sono quelle di pietra legate con cemento. Queste ultime però appartengono più al campo dell'idraulica e servono a scopi d'irrigazione e d'industrie di tutt'altra indole e quindi ci dispensiamo dal parlarne affatto. Le chiuse fatte con terra devono essere coperte dalla parte che guarda la corrente con piote erbose od argilla e limaccio; nel mezzo devono essere formate d'argilla ben battuta e dalla parte inferiore debbono essere coperte con sassi d'una grossezza sufficiente alla stabilità.

Le serre o chiuse in legno non differiscono nella forma dalle precedenti; in esse il materiale che ne forma la parte principale ossia lo scheletro, è il legno, mentre la parte che riempie e la riveste sono la terra e le pietre. La fig. 1094 rappresenta una di queste chiuse, e cioè: *a* la pianta, *b* il prospetto, *c* la sezione, nella

scala di piedi bavaresi (1), aumentando la convessità coll'aumentare della forza dell'acqua e del lavoro. Le chiuse in legno posseggono il corpo del canale o gora fatto di legno, la parete anteriore ugualmente come pure le cassette, rivestite all'esterno colla scarpa di terra rivestita di piote erbose, posseggono inoltre una o due porte principali ed a volte anche una *sorpresa* o *trabocchetto*. Le pareti degli argini in unione alla chiusa per maggiore solidità e durata vengono o formati di terra battuta e ben inerbata, ovvero rivestiti di muro; avendo cura di tenerli puliti dalle piante legnose che colle loro radici potrebbero cagionare qualche guasto.

A seconda della quantità dell'acqua e la qualità del legname da transitare si regola il numero, la grandezza delle aperture o serracinesche. Codeste aperture si distinguono a seconda della loro posizione ed importanza in *principate*, *elevata* e di *fondo*: la prima si può fare a *colpo* od a *trazione*: la più in uso è quella a colpo e si impiega quando abbiasi bisogno di una gran massa di acqua che agisca istantaneamente per sollevare i legnami che si trovano al disotto; sono costruite solidamente in legno d'uno spessore di centim. 12 a 20 secondo la quantità dell'acqua. Si apre girandola su di un forte cardine cilindrico in ferro od in legno forte collegato colla parete della

(1) Il piede bavarese corrisponde a m. 0,318.

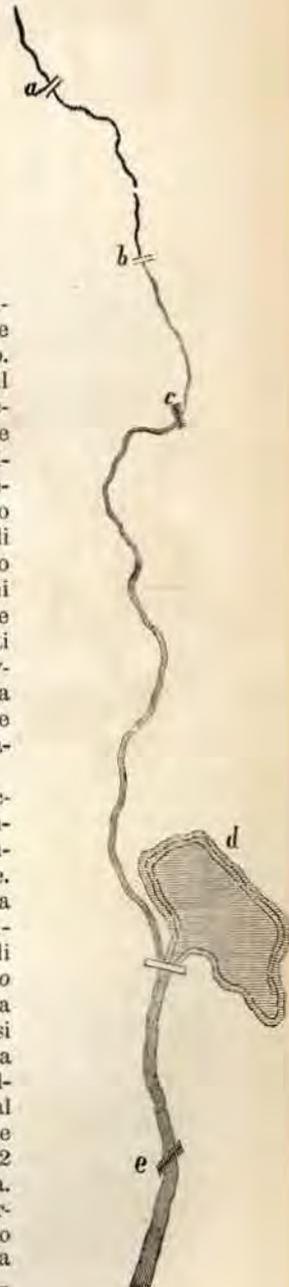


Fig. 1093.

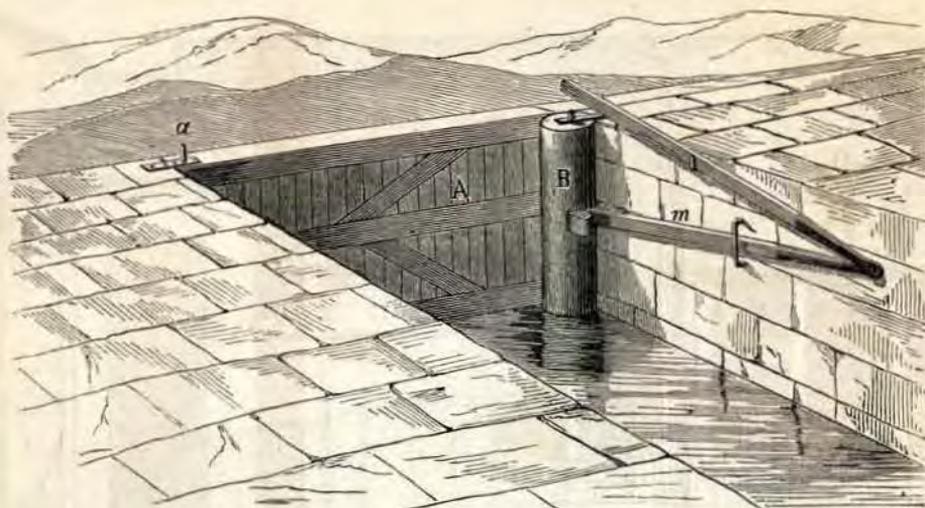


Fig. 1095.

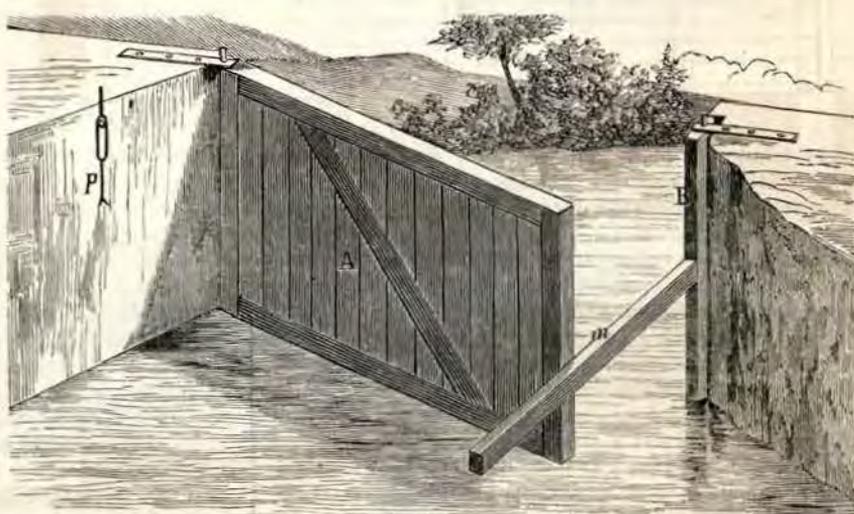
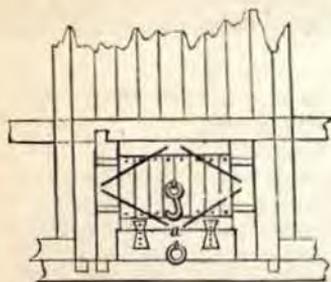


Fig. 1096.

chiusa che guarda la corrente coi tirare istantaneamente una stanga di legno mediante una leva, nei modi indicati dalle figure 1095, 1096, ovvero automaticamente quando l'acqua raggiunge un'altezza determinata; essa è fornita della botola (fig. 1096) dalla quale passa l'acqua quando la serracinesca o porta principale è chiusa.

Quando però non si abbia bisogno o non si possa utilizzare una grande quantità d'acqua la quale agisca d'un tratto, ma occorra invece che ne venga una quantità uguale per un certo tempo, allora si munisce la chiusa della così detta serracinesca a trazione, la quale oltre a permettere l'uscita d'una certa quantità d'acqua permette pure di aumentarla o diminuirla a seconda dei bisogni. Le serracinesche aperte a trazione (fig. 1097, 1098) non si possono che aprire lentamente e con ciò si regola la quantità dell'acqua d'uscita.

Esse sono costruite in legno bene inchiavardato con ferro e possono avere uno spessore di centim. 5-10 scorrenti in due scanalature laterali e tenute alte sia col mezzo di una catena, di una leva o con intacchi nelle scanalature stesse. La loro dimensione si rileva dalle figure 1099 e 1100, pianta e prospetto, in iscala di piedi bavaresi.

Per impedire che una grande quantità d'acqua nei momenti delle forti piene possa dal cordone superiore della chiusa rovesciarsi sulla sua base a danno della medesima, si provvedono le chiusa della così detta serracinesca di testa posta alla parte superiore della chiusa, la quale oltre al tenersi aperta quando si adopera l'acqua per la sollevazione e trasporto dei legnami, serve altresì per scaricare l'eccesso d'acqua che potrebbe colla sua pressione danneggiare la chiusa e nello scaricarsi dal disopra produrre dei guasti alla base della chiusa stessa. Codeste parti si aprono automaticamente a colpo mediante un nottolino o altro congegno adatto, e quindi non differiscono se non per la posizione e grandezza della serracinesca principale.

Per operare poi l'intero scarico dell'acqua che trovasi avanti la chiusa specialmente per operarvi qualche riparo od altro, si fa uso della porta di fondo o di scarico a trazione costruita nel punto più basso della chiusa non solo, ma tale che permetta l'uscita dell'acqua nel canale di scolo o naturale che trovasi a valle.

La grandezza ed il numero delle suddescritte aperture nel corso della chiusa dipendono, specialmente se fornite di riparo o controforte, non solamente dalla quantità

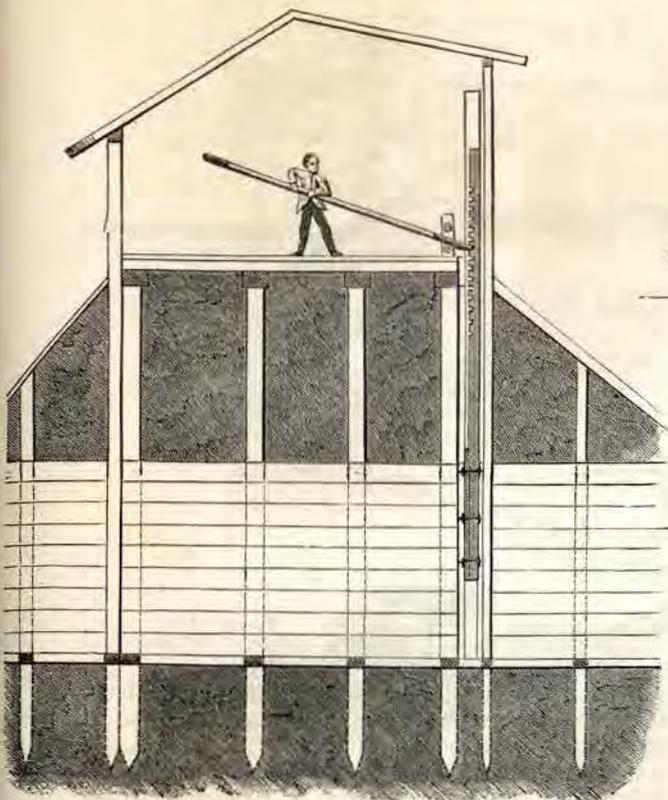


Fig. 1097.

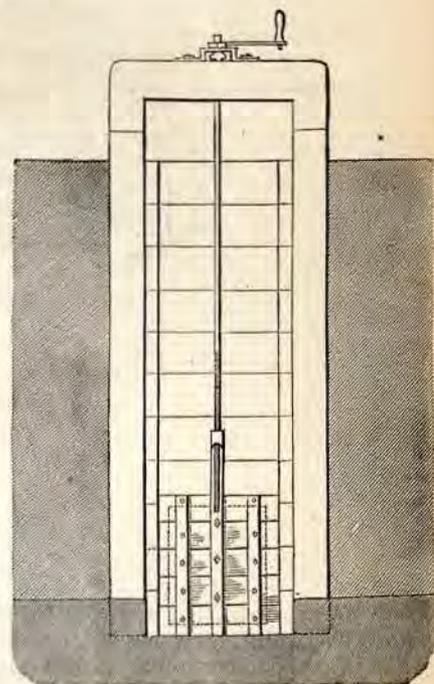
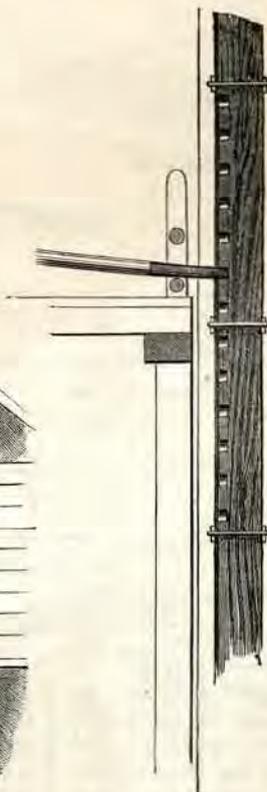


Fig. 1098.

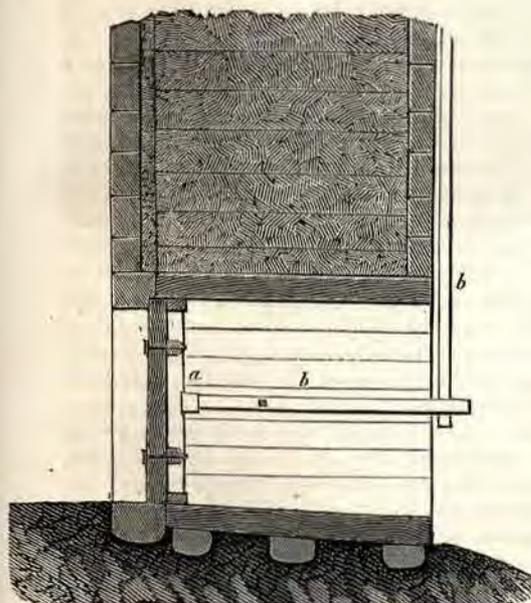


Fig. 1099.

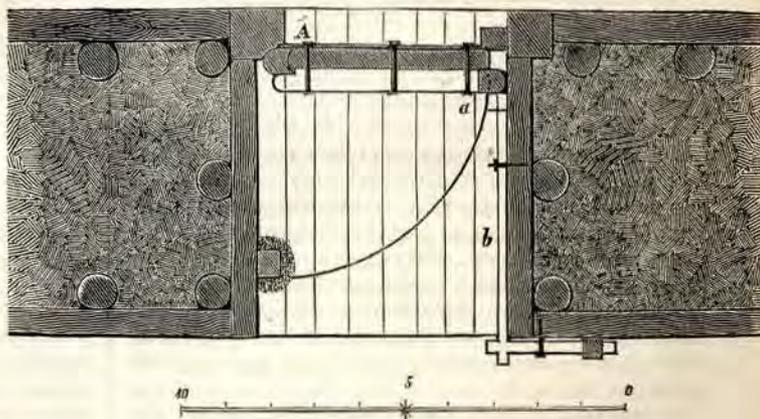


Fig. 1100.

dell'acqua necessaria alla fluitazione del legname, ma dalla qualità del torrente o fiume nel quale è posta la chiusa, dalla portata del corso e dalla quantità dell'acqua che in ogni caso debbono scaricare; in generale si fanno con una luce che varia da 6-12 piedi quadrati, a seconda dei casi si provvedono di una forte rete metallica per trattenere tutto ciò che potesse ingombrare le aperture medesime.

Nei piccoli torrenti delle alte montagne piuttosto che ricorrere ad una delle accennate chiusi si possono costruire delle semplici cateratte, chiaviche, di cui la figura 1101 mostra la pianta *a*, il prospetto *b*, la sezione *c*, la quale è fatta in pietre ed in legno, munita di due aperture a trazione in legno, i sostegni e banchina sono in pietra ed in legname come vedesi dalla pianta *a*.

Il costo per la costruzione di una chiusa in legno e

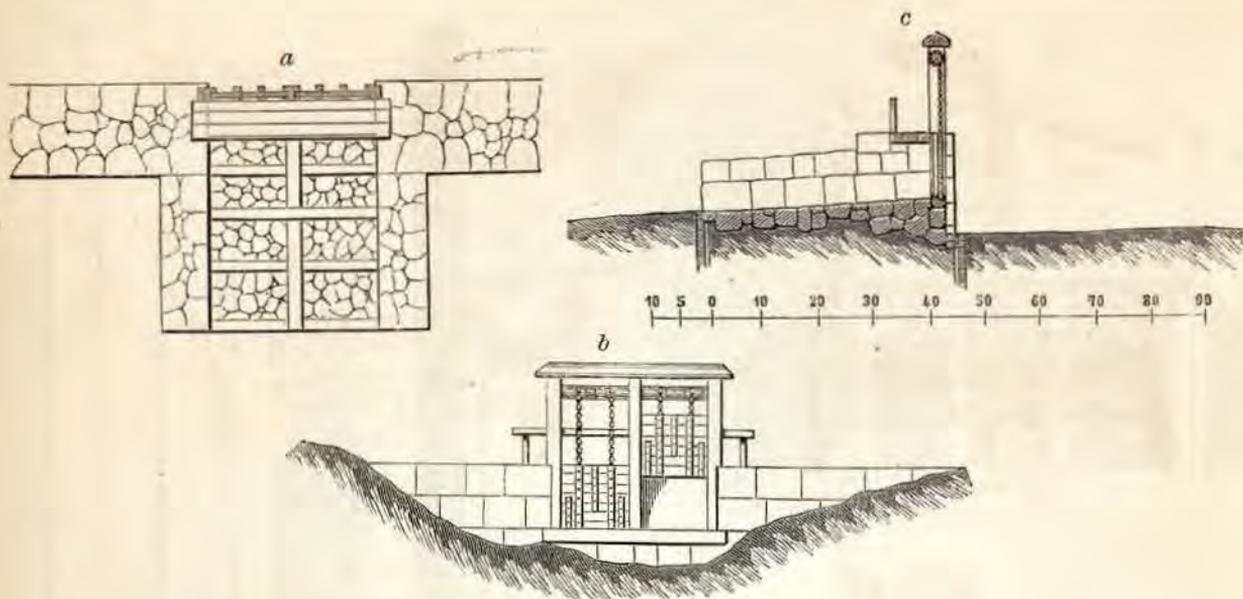


Fig. 1101.

terra varia dagli 800-1000 franchi per le grandi i cui fondamenti arrivano fino a 9-10 metri di profondità, la cui lunghezza può variare dai 10-15 metri e la larghezza alla base dai 28-40 metri ed alla cima o testa dai 5-15 metri. Tali chiuse possono bastare a tutte le ordinarie fluitazioni tanto per legname grosso quanto per quello minuto, di cui possono trasportarne fino a 2000 m. c. all'anno. Quelle adimensioni più piccole possono costruirsi con 2 o 3000 lire, e trasportano da 300 a 1000 m. c. di legname; si possono costruire dei cidoli di dimensioni più piccole e con molto minore spesa, ma questi non potranno essere atti che nei torrentelli delle alte montagne e per il legname ridotto in pezzi piccoli o da combustibile.

Regolarizzazione dei corsi d'acqua per la fluitazione. — Siccome la buona riuscita del trasporto del legname coll'acqua corrente dipende più che dalla quantità dell'acqua, dalla sua velocità ed uniformità nella sua altezza, così i torrenti e fiumi hanno tutti bisogno di essere corretti non solo nella direzione ma anche nel letto e nelle ripe od argini. Le correzioni e regolarizzazioni in parola consistono parte nell'approfondire e pulire il letto delle acque, coll'estrarre ed allontanare le grosse pietre e blocchi di rocce, parte nella diminuzione del piovante o caduta delle acque medesime e del trasporto dei sassi, parte nel rassodare le ripe e nell'allargamento delle curve per il passaggio dei legnami d'una certa lunghezza.

La riduzione di un torrente o fiume alla grandezza necessaria per una regolare fluitazione richiede non solamente la correzione e regolarizzazione, ma deve risultare da un giudizio esatto delle spese occorrenti all'uopo, da cui giudicarsi la convenienza o meno di tale destinazione; ragione per cui prima d'intraprendere qualunque specie di correzione è necessaria la planimetria ed altimetria del corso d'acqua e delle sue adjacenze, indi un'esatta perizia di tutti i lavori occorrenti; mentre d'altra parte si terrà conto del vantaggio che se ne può ritrarre, ossia della qualità, quantità, tempo e costo della fluitazione del legname, confrontato cogli stessi elementi del medesimo trasporto per vie di terra.

È naturale che colla limitazione della larghezza del corso e della sua profondità, colla stessa quantità di acqua e la stessa pendenza la forza dell'acqua aumenta o diminuisce, quindi si può *a priori* stabilire un limite di velocità massimo e minimo. Per un corso ristretto occorrono costruzioni forti per trattenerne le ripe e per vincere la forte pressione che una grande quantità d'acqua esercita sulle serre chiuse o briglie e per tutte le altre opere di correzione.

Nelle costruzioni bisogna tener conto dell'altezza e del grasso e magro delle acque verificatesi in un periodo di 10 anni almeno, si cominceranno all'epoca delle inferiori magre, per poi continuarle di mano in mano che ne cresce il pelo, molto più poi se fra i materiali di collegamento s'impiega la calce idraulica con o senza cemento.

La velocità dell'acqua corrente è la sola forza agente nel trasporto dei legnami, quindi i letti dei corsi a ciò destinati dovranno essere approfonditi, elevati o resi uniformi fino al punto da ottenere coll'acqua una forza uguale a quella occorrente per tener sollevati i legnami; la forza di gravità poi è quella che trascina e porta in basso questi con quella.

Siccome poi la velocità del corso è diversa, 1° col variare della qualità del letto, se cioè di sabbia, di sassi o di rocce; 2° coll'altezza diversa dell'acqua delle ripe e della larghezza del fiume; 3° il materiale che può trascinare l'acqua è diverso se trattasi di grandi acquazioni o no, e quindi trasporterà sassi o terra: ne viene che bisogna ridurre in guisa stabile le ripe, il letto e la larghezza di modo che la velocità sia uniforme. Inoltre nelle piene magre e grasse deve l'acqua coprire la stessa superficie, nel caso contrario nelle grandi piene si avrà che il filone dell'acqua avrà una velocità molto diversa da quella che si trova ai lati, e su di un letto che per non essere sempre sott'acqua, sarà divenuto non uniforme.

Gli argini o ripe richiedono in generale ripari dalla parte concava del corso, perchè costì si verifica la maggiore velocità del corso, mentre dalla parte opposta possono essere costruite più leggermente, essendo minore la resistenza da opporre.

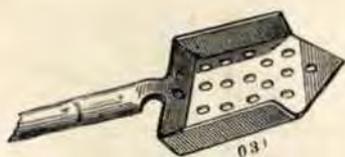


Fig. 1102.



Fig. 1103 a.

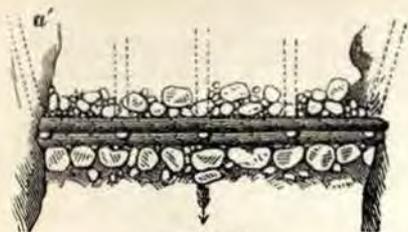


Fig. 1103 a'.

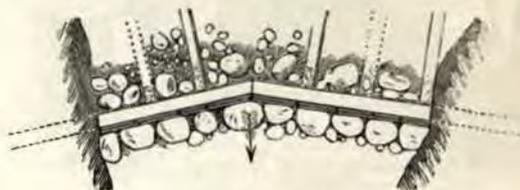


Fig. 1103 b.

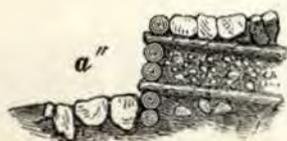


Fig. 1103 c.



Fig. 1103 b'.

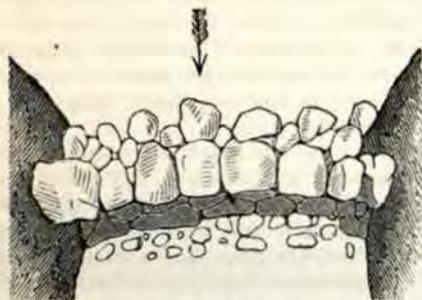


Fig. 1104 a.



Fig. 1104 b.

Nei luoghi dove si presentano delle irregolarità o dove sia necessario di costruire dei ripari alle sponde, questi debbono sorpassare in altezza il livello del pelo grasso, in modo che il legname che viene trasportato possa fermarsi e rinculando coll'acqua così trattenuta, vada poi a trovarsi nell'acqua tranquilla e possa di lì esser guidato altrove.

Il letto del corso si corregge: 1° allontanando le grosse pietre; 2° gli scogli debbono essere tolti od arrotondati; 3° le rocce od ostacoli che possono dividere la corrente in due debbono esser allontanati; 4° col togliere tutto ciò che si oppone al cammino dei legnami e non a quello dell'acqua.

Per tali operazioni e per pulire un torrente o fiume il quale abbia servito per un certo tempo e serva alla fluitazione, nel fondo dal materiale che le acque vi possano aver trascinato, affinché la sua velocità non venga a cambiare, si adopera la pala in ferro della forma (figura 1102).

Nel caso che il corso d'acqua abbia una velocità troppo grande, o che la possa acquistare in seguito all'appianamento o pulitura del letto o per un'altra causa qualunque, occorre di costruire delle *traverse* o *briglie*, le

quali non sono altro che manufatti appoggiati alle due sponde e che o perpendicolari, o inclinati ad angolo si oppongono alla libera caduta delle acque, ne diminuiscono la velocità, e mentre tolgono il pericolo delle corrosioni laterali, concorrono ad appianarle colmando il letto medesimo. Tali manufatti possono essere costruiti in legno, terra, o sassi e la figura 1103 ne fa vedere la forma, in cui *a*) è il prospetto davanti od a valle colla pianta *a'* e la sezione *a''*; *b*) la pianta *b'* prospetto a valle; la figura 1104 è una briglia fatta con sassi a muro a secco, *a* pianta, *b* il prospetto: la fig. 1105 ne mostra una di pietra in cui le parti di prospetto sono fatte di bozze collegate con buona calce o cemento di cui *a* è il prospetto, *b* la sezione. Di questi manufatti si suole farne diversi per un medesimo torrente ed a seconda del bisogno, alla distanza di 10-20-30-40-50 metri.

I ripari che ordinariamente si costruiscono per le sponde, sono i pennelli, i pennoni, i muri e simili che si appoggiano sopra corrente alla sponda che si vuol riparare. I più semplici ed economici da potersi costruire nei torrenti e fiumi di montagna destinati o non alla fluitazione, sono quelli della figura 1106, diversamente



Fig. 1105 a.



Fig. 1105 b.

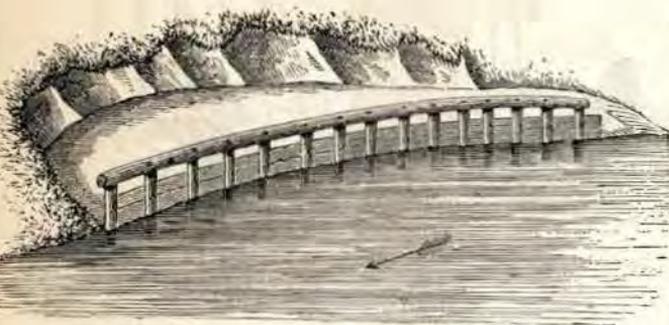


Fig. 1106.

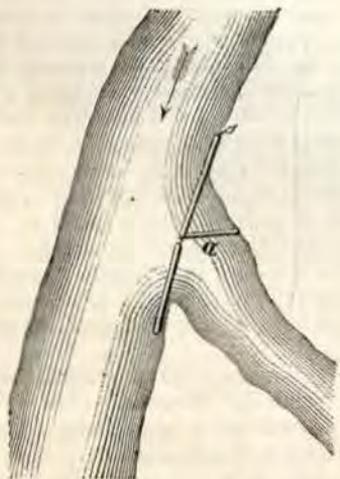


Fig. 1107.

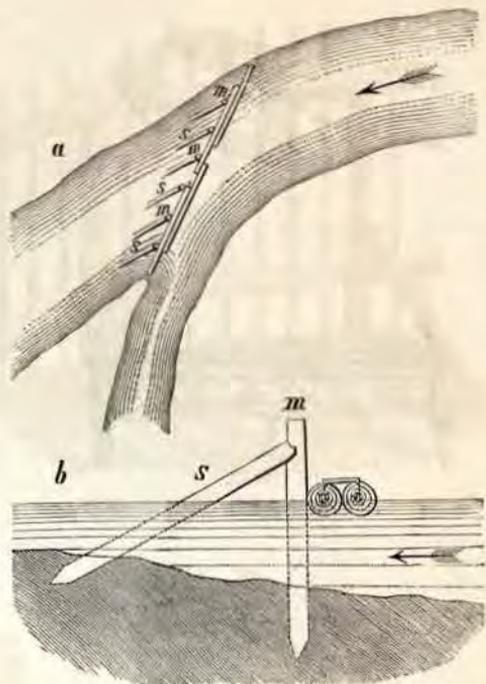


Fig. 1108.

inclinati sull'asse della corrente a seconda dei bisogni e della velocità dell'acqua. I pennelli, fascinate, gabbioni e muri si costruiscono colle cautele generali indicate dall'idraulica, e non meritano menzione speciale.

Ciò che bisogna ora osservare a proposito dell'argomento, sono i ripari della fluitazione delle mandre e del modo d'immettere le medesime nel canale o corso artificiale o naturale, che, partendo dal principale, serve a portarle alla sua terrestre destinazione, e finalmente parlare del mezzo, onde trattenerle ed esportarle all'asciutto. L'entrata delle mandre nei canali non destinati alla fluitazione e che sono affluenti del corso fluitante naturale, s'impedisce col riparo volante (fig. 1107) formato di un certo numero di fusti di abete ben lunghi e lisci, collegati insieme con una catenella di due o tre anelli posti alcuni per traverso ed altri per il lungo, i quali, sospesi nell'acqua o fissi oltre che alle sponde anche al fondo battono senza cedere nelle mandre che passano, e le obbligano a seguire il corso principale. Trattandosi invece d'immettere nel canale inferiore il legname fluitante, allora il riparo volante acquista la posizione e la forma della fig. 1108, assicurato in questo caso secondo *b*, allora le mandre non potendo seguire per esso il corso principale, prendono la via libera del piccolo torrente lambendo il suaccennato riparo. È evidente che la distanza che passa fra *m* ed *s* dev'essere inferiore alla minor dimensione della mandra, acciò questa non possa in nessun modo farsi strada fra i medesimi.

Mezzi di trattenerne le mandre o legname fluitante. — La mandra o legname che fluita, allorchè è arrivato nel punto più vicino e più comodo per esser posto nell'aja o piazzale di conservazione o di commercio, deve trattenersi, e ciò si ottiene con diversi mezzi, fra cui:

1° I cancelli della figura 1109, posti verticalmente e leggermente inclinati sulla faccia della corrente, quindi presentanti al filone od asse del fiume il vertice dell'angolo che fanno le loro faccie; fatti per i piccoli canali

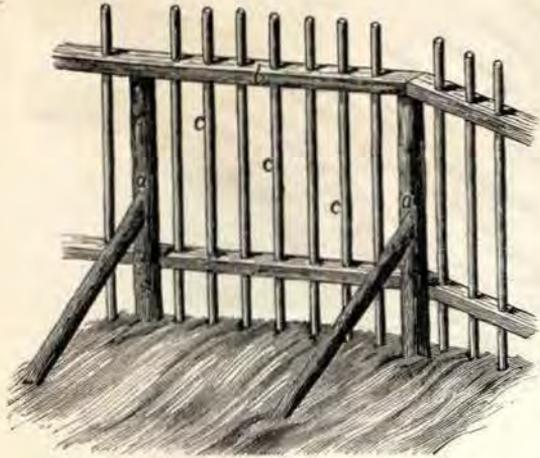


Fig. 1109.

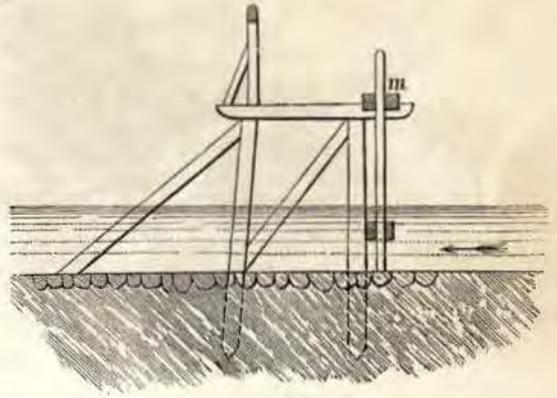


Fig. 1111.

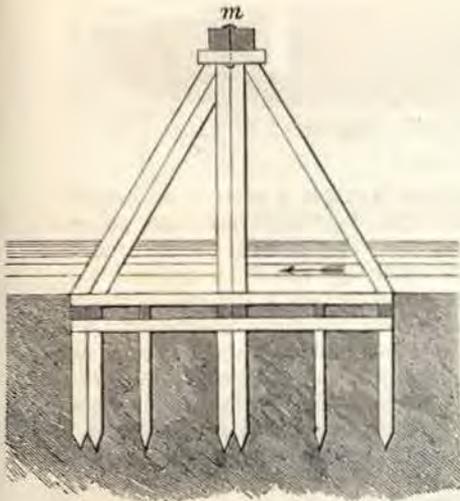


Fig. 1110.

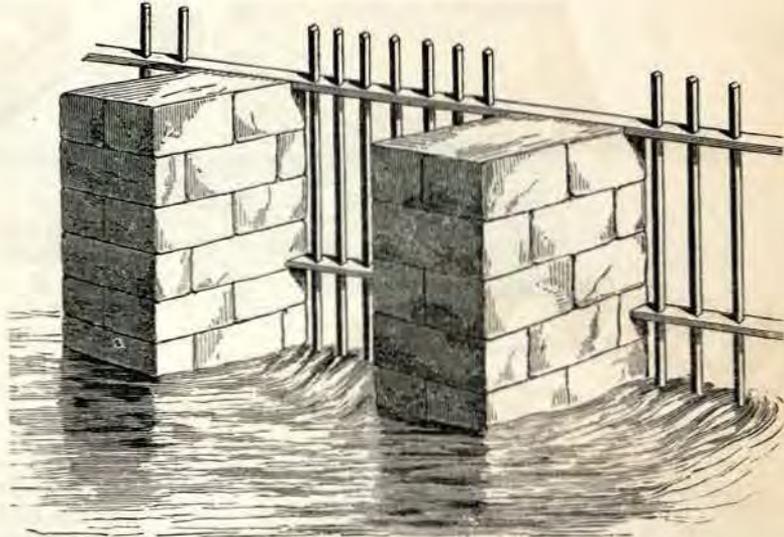


Fig. 1112.

dove la spinta dell'acqua e dei legnami (minuto) è piccola, nel caso contrario ad ogni colonna o palo principale, si assicurano nel modo delle figure 1110, 1111 e 1112;

2° Coi cancelli obliqui assicurati e posti come indicano le figure 1113, 1114, 1115 e 1116, la distanza delle stanze non dev'essere inferiore a quella di prima, ed occorre che, come quelli, siano fatti di fusti di abete o larice ben rotondi e lisci, acciò il legname possa strisciare facilmente.

3° Colle gabbie di cui alla figura 1117, le quali servono per il legname minuto che si fluita nei piccoli torrenti.

Secondo la forza dell'acqua fluente, della quantità, dimensione e qualità delle mandre, e secondo la località in cui deve fermarsi il legname, si dà ai cancelli di raccolta diversa forma e disposizione.

In generale si preferisce di fermare il legname, e si stabilisce la piazza destinata a conservarlo nei luoghi dove il corso d'acqua coll'allargare il suo letto diminuisce la sua forza, e si sceglie di questi quello più vicino e più comodo alle piazze di smercio. Qualche volta invece di un solo cancello, se ne fanno più, uno dietro all'altro (fig. 1118, 1119, 1120), destinati gli uni a trat-

tenere il legname grosso, gli altri quello più minuto non senza qualche gabbione che permette al corso di colmarsi diminuendo quindi la sua forza. Dietro alle cancellate può esservi una chiusa o serra che permetta il radunarsi di molt'acqua e ritardi la velocità del corso, specialmente se trattasi di grandi fluitazioni: in queste chiuse verrà aperta la porta di fondo, quando il legname sia giunto.

Quanto alla stagione dell'anno in cui si preferisce fare la fluitazione, è quella nella quale il legname può scendere impiegando il minor tempo possibile, ossia è quella che corrisponde all'epoca delle piene ordinarie che provengono più specialmente dallo squaglio delle nevi, per cui la stagione più adatta per questa operazione è la primavera, perchè le pescaje aventi le chiuse e serre si riempiono prima e coll'apertura della botola o serracinesca principale si ottiene acqua abbastanza per sollevare e trasportare il legname posto immediatamente sotto.

Il legname sciolto che abbiamo detto fluitarsi in mandre, è costituito da pezzi di fusto segati (blocchi), il legname combustibile più grosso, come eziandio i tavoloni e le stanghe. I fusti si scorzano e si liberano dai

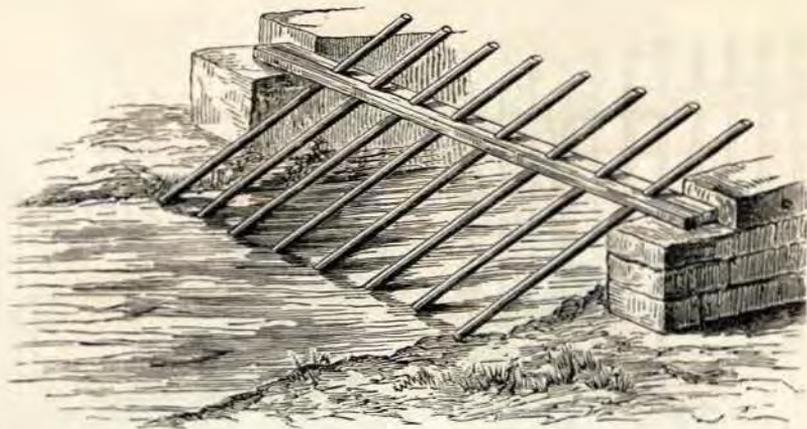


Fig. 1113.

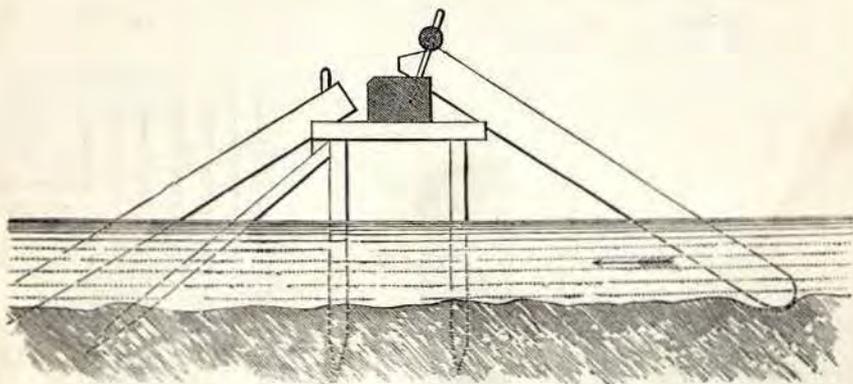


Fig. 1114.

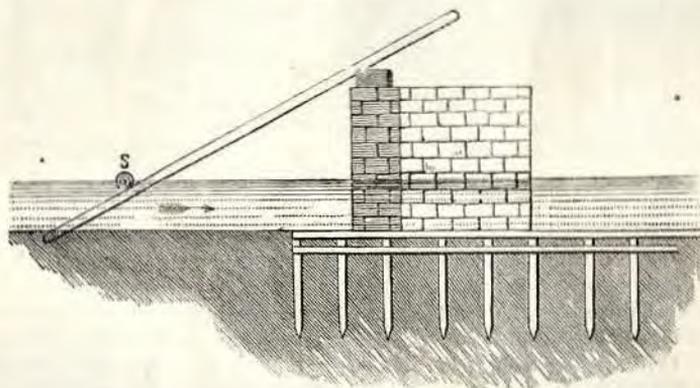


Fig. 1115.

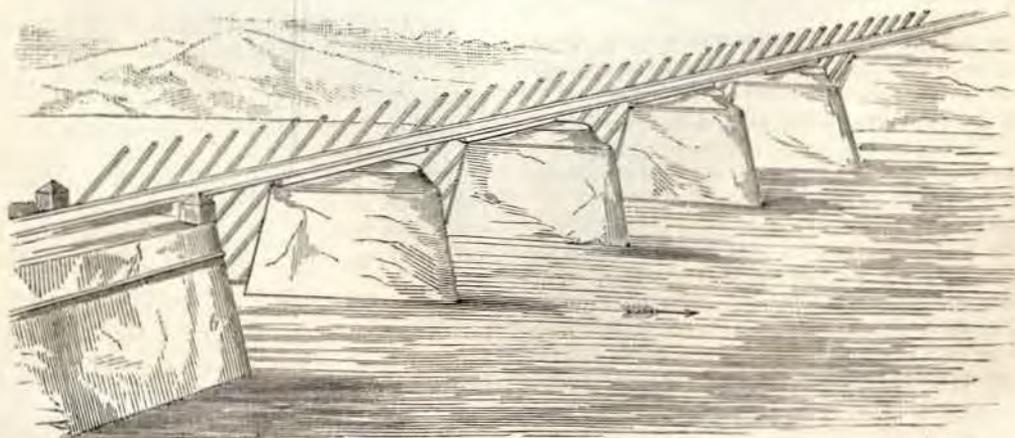


Fig. 1116.

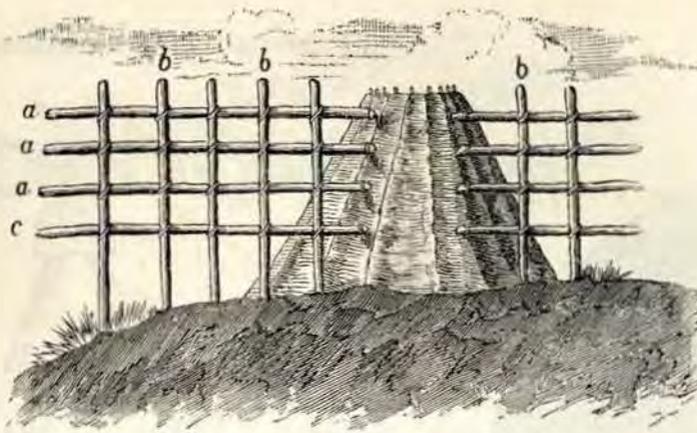


Fig. 1117.

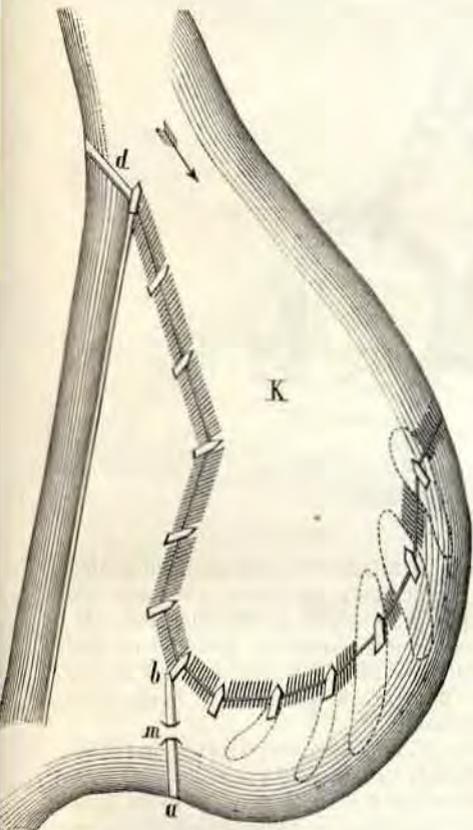


Fig. 1118.

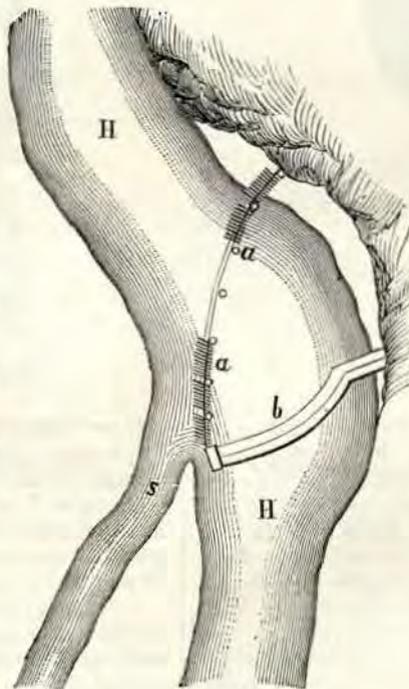


Fig. 1119.



Fig. 1120.

nodi e da altre scabrosità, quello combustibile viene alquanto ridotto, in modo o da presentare delle faccie piane, ovvero riducesi più rotondo possibile. Alle mandre si dà la forma della figura 1121, limitata da un cordone costituito di fusti o pezzi squadri, i quali si uniscono insieme col mezzo delle catene (fig. 1122 od 1123). Ognuno di questi gruppi o mandre possono avere la lunghezza di 10-18 metri coi fusti del cordone squadri, legati fra loro colle catene di cui sopra, a cui si dà la lunghezza di m. 1-1.50; codeste mandre però appartengono più alla fluitazione nelle così dette zattere e fatta su mari o laghi che a quella su fiumi o torrenti, sui quali si fluita o il legname totalmente libero ovvero in gruppi di dimensioni molto più piccole.

Prima di gettare il legname nelle vie fluitabili, bisogna acquistare un'esatta conoscenza delle condizioni del corso d'acqua, di tutti i manufatti e costruzioni inerti non solo, ma avvisare tutti i rivieraschi e proprietari o conduttori di mulini o di altri opificii, in cui si faccia uso della stess'acqua corrente, e prendere con essi i necessari accordi. Si procura di scegliere sempre belle giornate e momenti in cui l'acqua sia abbastanza chiara per potervi scorger dentro il legname sospeso.

Il legname viene portato nell'inverno od al principio della primavera al torrente fluitabile, e vi si butta dentro sotto una chiusa o serra, e costì si lascia fino all'apertura della serracinesca, ossia fino a che il canale a monte della chiusa sia pieno d'acqua, avendo cura però di sca-

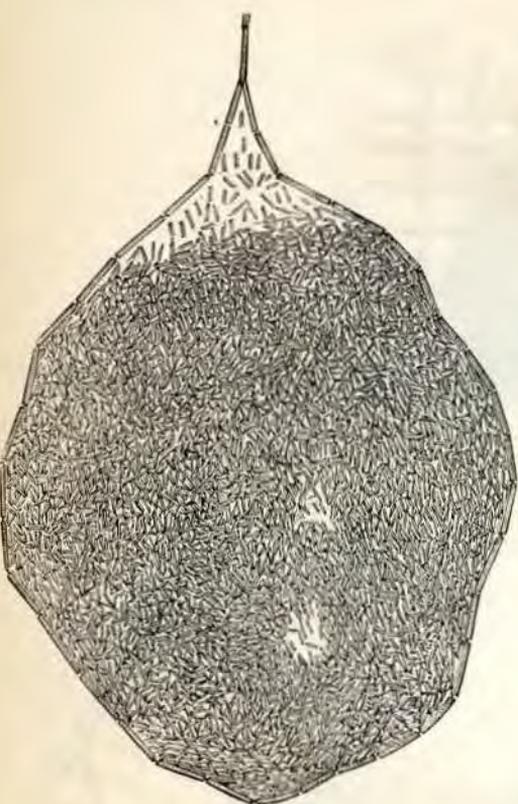


Fig. 1121.

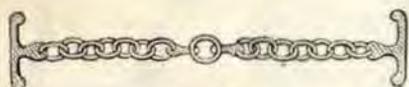


Fig. 1122.



Fig. 1123.



Fig. 1124.



Fig. 1125.

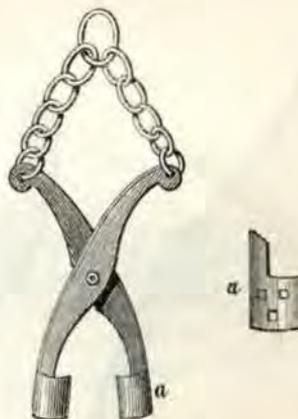


Fig. 1126.

ricare l'eccesso dell'acqua o quella che scorre durante il tempo che si prepara la fluitazione, dalle altre porte o serracinesche, che non versano l'acqua sul legname radunato. Nel caso che non vi siano queste uscite per l'acqua fluente, si porta il legname nella parte di letto o in quella località più o meno vicina alla chiusa, che rimanga asciutto sempre quando la serracinesca principale non sia aperta. Si dà uscita all'acqua dalla serracinesca destinata a versarla sul legname, ossia si dà principio alla fluitazione: 1° quando quasi tutto il legname è preparato; 2° i cancelli per la raccolta e fermata del medesimo sono posti; 3° tutti i rivieraschi sono avvisati dell'ora dell'apertura; 4° la piazza destinata a riceverlo è pronta e preparati sono gli istrumenti e gli operai destinati all'estrazione. Una parte degli operai appena incomincia la caduta dell'acqua spinge avanti il legname che trovasi nei punti dove la velocità e la forza dell'acqua sono minori, per poter giungere in tempo ad averlo posto nel corpo della corrente quando questa avrà acquistata la massima forza e volume. Alcuni uomini posti in vicinanza della chiusa, sulla chiusa stessa e lateralmente al fiume o torrente, sono armati di lunghe stanghe o anghieri accennati avanti, e spingono con essi i pezzi che minacciano arenarsi collo spingerli verso il mezzo, ed altri posti sulle cancellate d'arresto attendono il legname medesimo, ed aprono le serracinesche poste dietro i cancelli per dar libera uscita all'acqua e

ridurre il legname quasi all'asciutto; essi regolano inoltre l'apertura della serracinesca medesima a seconda dei segnali che ricevono. Alla chiusa ed alla cancellata devono porsi i fluitatori più esercitati, poichè sono essi che dominano collo sguardo la fluitazione dall'alto, e possono regolare l'apertura a tempo ed a luogo delle serracinesche medesime.

Avvenuto il passaggio del legname, si avvisa chi di ragione, e si procede alla verifica e stima dei danni prodotti dalla fluitazione medesima, mentre al luogo d'arresto si dà mano all'estrazione e collocamento del legname sulle piazze a ciò destinate. Oltre a ciò conviene tener conto del legname rimasto per via, per il quale potrebbe occorrere una fluitazione suppletoria fatta in modo da perdere il minor tempo e col minor dispendio, poichè tante volte, causa la piccola quantità del legname rimasto per via, si preferisce aspettare l'autunno o qualche acquazzone nella stagione estiva.

L'estrazione del legname dalle pescaje o luoghi d'arrivo avanti alle briglie o cancellate si eseguisce col mezzo del *cavalletto* (fig. 1124) o colla leva ferrata (fig. 1125), armati colle tanaglie della figura 1126, ed una volta sollevati con codesti attrezzi si spingono o si buttano nel piazzale destinato per le cataste o biche, come si vedrà in appresso.

Fluitazione del legname in zattere. — La *zattera* si distingue dalla *mandra* in ciò che con essa il legname

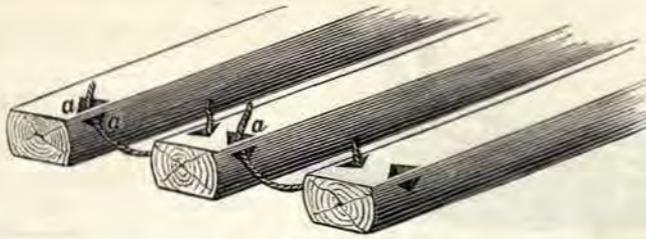


Fig. 1127.

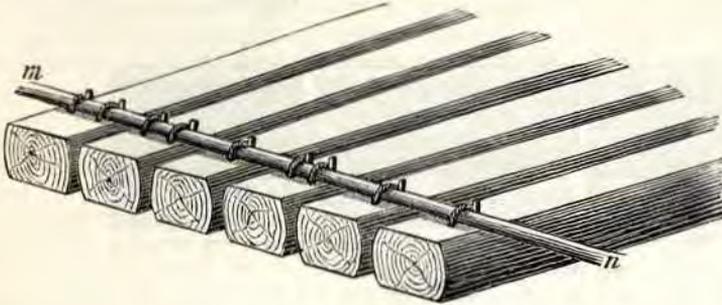


Fig. 1128 a.

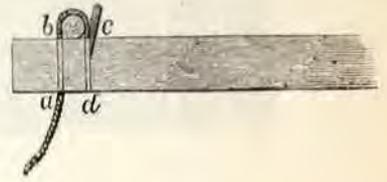


Fig. 1128 b.

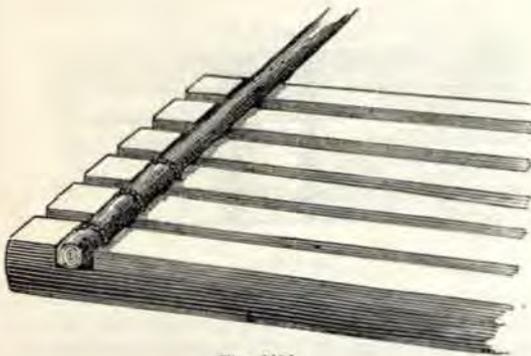


Fig. 1129.



Fig. 1130.

non viene fluitato o sciolto in singoli pezzi, ma bensì legato e tenuto saldo in grandi blocchi nella forma più conveniente al suo galleggiamento. Per la fluitazione delle zattere si richiede un fiume, lago, o mare ossia un bacino d'acqua piuttosto tranquillo od almeno con piccolissima velocità, per cui qui non occorre che l'acqua raggiunga l'altezza della fluitazione sciolta, poichè quando essa raggiunga quella di 0.50-0.70 è sufficiente per far galleggiare e trasportare le zattere; basta però che il letto ne sia uniforme.

Abbenchè tale proprietà non l'abbiano che i fiumi nei luoghi piani o poco distanti dalla foce, e che la stessa proprietà non sia per eccellenza posseduta che dai laghi e mari, pure tale fluitazione non si limita solamente costì ma può essere portata anche sulle montagne e nei corsi elevati. Però in codeste ultime località, dove il letto è ingombro di grossi massi od altro, fa bisogno che l'acqua raggiunga un'altezza maggiore di quella che per la fluitazione del legname sciolto, dovendo arrivare al disopra di codesti massi di 50-70 centim.

La zattera non è altro che un insieme di legname legato in diversi modi a seconda dei suoi assortimenti, se si tratta cioè di fusti interi squadriati o non, o se si tratta di legname segato in tavole, e forma un tutto che può galleggiare facilmente. Qualunque assortimento di legname può fluitarsi in zattera.

Presentemente tale fluitazione quasi si limita ai soli fusti ed alle tavole; il trasporto del combustibile e dei legnami in squarti od altro, abbenchè un tempo si fluitasse in questo modo, presentemente si è abbandonato e lo si fluita solamente sciolto od in mandre ovvero s'impiegano i battelli e le barche.

Il legname da fluitarsi viene parte legato colle funi e parte col mezzo di pali o stanghe, e si legano i fusti da fluitarsi in zattere colle funi nel modo che indica la figura 1127; col mezzo della stanga o bindello come indica la figura 1128 a e b ovvero come nella figura 1129; che se poi si tratta di fusti non squadriati o antenne, allora si procede al collegamento come indica la fig. 1130: qualche volta, quando specialmente si tratta di fusti irregolari, si legano mediante la catena come alla fig. 1131. Il legno segato in tavole si riunisce insieme nei modi indicati dalle figure 1132, 1133, 1134, la prima delle quali mostra una zattera, la seconda ne mostra un gruppo riunite insieme, la terza finalmente il modo col quale si formano. Siccome per altro le zattere hanno un peso diverso a seconda della forma, della qualità del legname, così un corso di zattere si divide in quelle davanti che sono più leggere, mentre le più pesanti si mettono in coda; a ciò deve badarsi maggiormente quando siffatta fluitazione si pratichi in corsi d'acqua che posseggano una certa velocità.



Fig. 1131.



Fig. 1132.

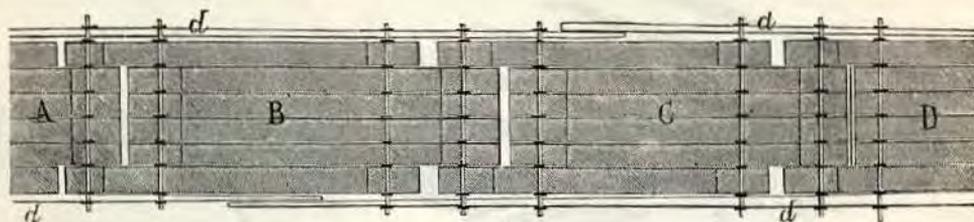


Fig. 1133.

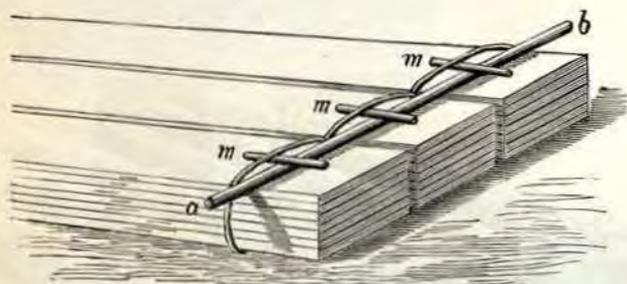


Fig. 1134.

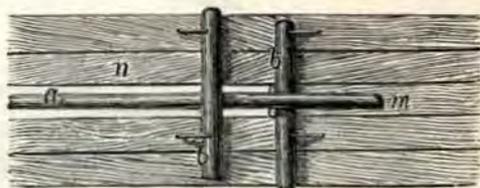


Fig. 1136 a.

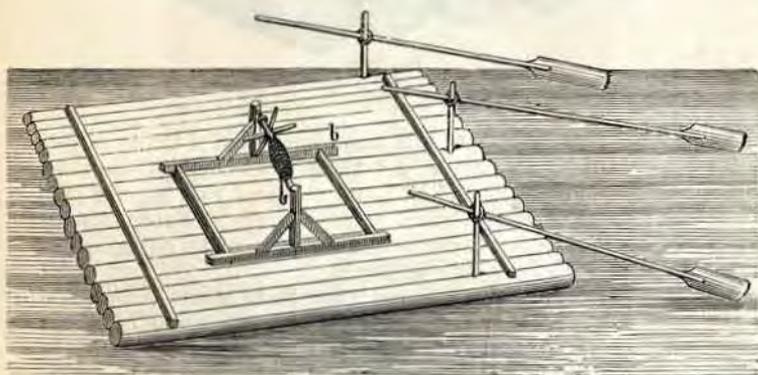


Fig. 1135.

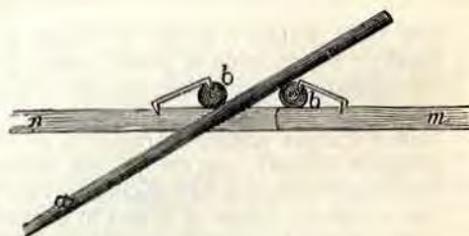


Fig. 1136 b.

Condotta delle zattere. — Il sistema di condotta è diverso secondo che si tratti di acque tranquille (mari, laghi) ovvero correnti (fiumi, canali). Nel primo caso servono i remi così come se si trattasse di condurre una barca, come indica la fig. 1135, maneggiati dai zatterai stessi seduti sulla zattera; a questa zattera o sono unite le altre come indica la fig. 1133, ovvero sono attaccate colle funi che si arrotolano al cavalletto o molinello *b*. Ordinariamente ciascuna zattera può avere la larghezza di 8-10 m. con una lunghezza di m. 20-22; le funi che si arrotolano sul mulinello possono arrivare fino alla lunghezza di 60 chil. e sono due che disposte longitudinalmente alle zattere le abbracciano nel senso della lun-

ghezza e possono scorrere, essendo inflate in anelli di ferro, Orbene, svolgendo le funi le zattere si allontanano l'una dall'altra, avvicinandole nel caso opposto a seconda dello stato di tranquillità dell'acqua.

Che se si tratti invece della fluitazione dello stesso genere su acque correnti, allora occorre di armare la zattera di un mezzo di ritegno per poterla fermare o spostare, ciò che si ottiene colla stanga della fig. 1136 a, b che si appunta sul fondo o sulle sponde.

Discussione dei diversi metodi di trasporto. — Tutti gli esposti metodi di trasporto acquistano proprietà e condizioni diverse a seconda della loro applicabilità. Per molti boschi non si può parlare di scelta dell'uno od

altro di codesti metodi, poichè le condizioni stesse dei luoghi obbligano all'impiego di questo o quello, specialmente se si tratta di alti monti, mentre che in generale i boschi delle colline e dei luoghi piani possono permettere diversi mezzi ed allora trattasi di dare la preferenza all'uno od all'altro. Nello scegliere l'uno o l'altro di codesti mezzi sono da considerarsi:

1° Le condizioni locali della posizione, cioè della giacitura e del clima, come pure lo stato della popolazione e le condizioni economiche del paese; dando la preferenza ai trasporti di terra nei luoghi facilmente accessibili, di inverno mite, di abbondanza di braccia e dove non sono a temersi danni di smottamenti, di frane e simili. L'impiego dell'acqua si preferisce dove se ne dispone di una grande quantità; a questo riguardo giova notare che gli alti monti offrono maggiore possibilità per la fluitazione ad acqua corrente che le colline e gli altipiani.

2° Il costo del trasporto, pel quale sarà sempre da preferirsi quello di minore spesa quando non possano derivarne danni ed inconvenienti tali da consigliarne un altro. Il valore principale delle spese di trasporto è sostanzialmente rappresentato dal costo delle opere occorrenti in quella data specie di trasporto o dalle spese della loro manutenzione. Quale però dei metodi di trasporto sia il più conveniente ed il più o meno costoso non può stabilirsi in tesi assoluta, dipendendo esso dalle condizioni della località.

3° La quantità del legname che si perde, la quale dipende essenzialmente dalle condizioni topografiche del luogo, dal metodo di trasporto e dalla lunghezza della via di trasporto medesima, poichè nel trasporto a spalla d'uomo o colle slitte può appena parlarsi di perdita, mentre nelle risine e nella fluitazione si ha la massima perdita; difatti con codesti si calcola di perdere il 10 p. % per le piccole distanze 80-100 chilom., ma si arriva e si passa il 20 per %, per le grandi distanze.

Piazza dei legnami, o magazzini, o mercato delle legna sono quei luoghi dove si conserva il legname in cataste per stagionarlo e poi per darlo al commercio per la consumazione e l'uso. Si danno casi non rari nei quali occorre di conservare il legname fluitato nell'acqua stessa, e casi, più generali, nei quali il legname si conserva all'asciutto, all'aria od al coperto.

Le proprietà di cui necessariamente deve godere una buona piazza per il legname sono: *a*) vicinanza immediata delle vie di trasporto, acqua o terra; *b*) deve da un lato almeno essere aperta totalmente alla libera circolazione dell'aria; *c*) il suolo della medesima dev'essere di sabbia o ghiaja fino alla profondità di mezzo metro almeno, ovvero essere in pietra; *d*) il piano dev'esserne alto per lo meno 2 o 3 m. dal livello delle maggiori piene, in caso contrario si tiene su cavalletti.

La figura 1137 fa vedere la disposizione da darsi ed il luogo da scegliersi per il piazzale del legname nel caso della fluitazione, dove *a* e *b* sono due corsi naturali impiegati al trasporto per acqua; *c* e *c'* sono due canali artificiali per immettere il legname in una o due piazze destinate per la conservazione del legname fluitato. I canali destinati al ritegno dei legnami hanno un livello superiore al fiume e tale che in essi possa entrare l'acqua ed il legname nel momento delle piene e della fluitazione; l'accesso dell'acqua in essi si fa mediante chiusa quando occorre e si muniscono di briglie e cateratte per il trattamento del legname e lo scolo delle acque.

Appena il legno è arrivato alla briglia dev'essere levato nei modi indicati più sopra, nel caso però che per lo scolo dell'acqua esso rimanga all'asciutto ossia venga dall'acqua stessa portato nell'aja con un allagamento

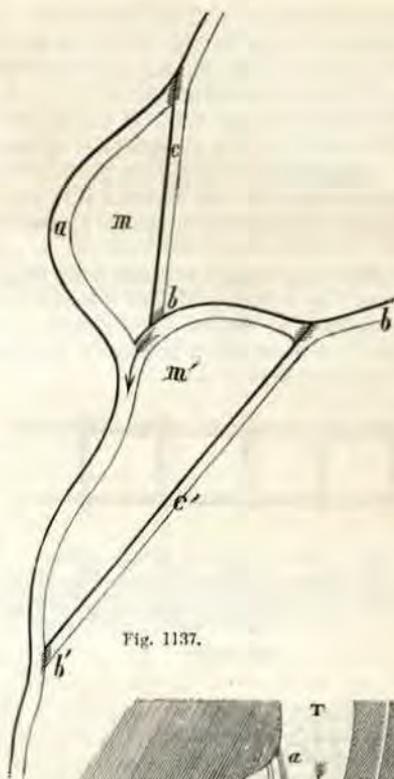


Fig. 1137.

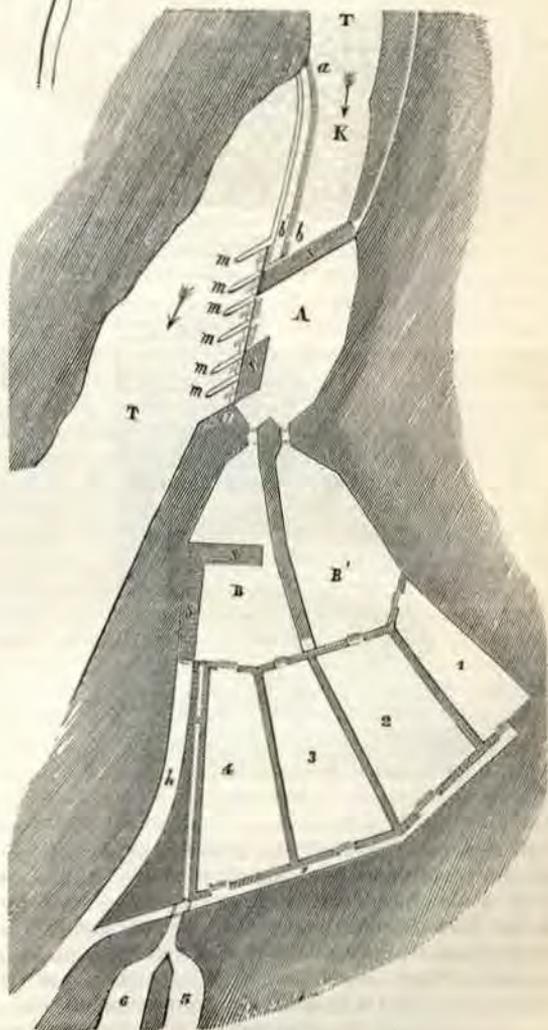


Fig. 1138.

temporaneo come indica la fig. 1138, dove TT è il corso fluitante, il quale colla cancellata *ab* ed il muro di pendenza *a'b'* alto poco più del pelo magro, e gli scaricatori *mm* muniti di briglia e cateratta, fanno sì che il legname venuto da K rimanga in A. L'uscita dell'acqua è resa maggiore colle serre *s*, le cui cateratte si aprono automaticamente quando la piena raggiunge troppa elevazione. Il legname entra nei due serbatoi BB' per mezzo delle serracinesche all'imboccatura che si aprono quando il legname ne è arrivato a contatto, muniti del canale *h* per lo scolo delle acque e degli sfiatatoi colla briglia che immettono in *y*. Con tale disposizione il legname grosso od il primo arrivato si depona nelle piazze 1, 2, 3, 4, mentre il canale *s* è destinato a portare il legname minuto o rimasto nelle piazze 5 e 6.

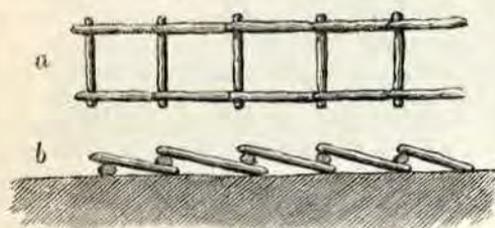


Fig. 1139.

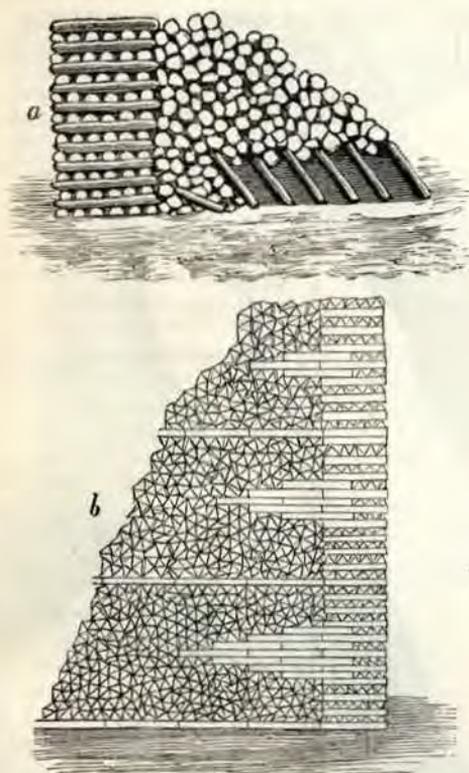


Fig. 1140.

Si capisce di leggieri che a questo modo il legname rimane perfettamente all'asciutto quando si vuole, e non si ha che da procedere alla formazione delle cataste; e nei luoghi dove si fluita la massima parte del legname, tale disposizione è sempre da preferirsi specialmente quando la mano d'opera costa molto. Il legname che si trova all'asciutto sopra il piazzale di conservazione ha bisogno di essere radunato ed accatastato in diversi modi, secondo che si tratti di legname da combustibile o da opera. Per

quello combustibile è necessario che si asciughi e nel minor tempo possibile, ragione per cui, radunato che sia, se trattasi di legna da spacco, si riduce in pezzi indi si procede alla formazione della catasta, osservando l'economia di spazio colla maggior ventilazione. A tal uopo il suolo delle cataste suol farsi come indica la fig. 1139 *ab*, ed alla catasta si dà la forma della fig. 1140 *a, b* e *c*, a seconda delle sue dimensioni e qualità; notando sopra apposito registro l'epoca della formazione, la misura esatta, la specie ed il valore approssimativo.

La conservazione del legname da opera avviene raramente fatta per opera del proprietario del bosco, ma quasi sempre dall'acquirente della tagliata, a meno che non si tratti di legname minuto, come pali e simili. Il miglior modo di conservazione del legname in fusti è quello di tenerli sott'acqua; in caso non si possa, bisogna tenerli lontani dall'alternativa dell'umido e dell'asciutto e quindi sollevati da terra e possibilmente all'ombra in luogo fresco, ventilato e protetto dalla pioggia. Quello segato in tavole si tiene disteso all'aria per qualche giorno appena è levato di sotto la sega, indi si accatasta dando a certi mucchi la forma di rettangolo o di triangolo e tenendo le tavole discoste le une dalle altre col mezzo di pezzetti di legno in modo che l'aria possa sempre circolarvi.

TAVOLA di cubazione dei tronchi di albero della circonferenza media da metri 0,24 a metri 3, espressa per un metro di lunghezza (1).

Circonferenza media	Diametro	Cubicità	Circonferenza media	Diametro	Cubicità
0,24	0,076	0,0046	0,90	0,286	0,0645
0,26	0,083	0,0054	0,92	0,293	0,0674
0,28	0,089	0,0062	0,94	0,299	0,0703
0,30	0,095	0,0072	0,96	0,306	0,0733
0,32	0,102	0,0081	0,98	0,312	0,0764
0,34	0,108	0,0092	1,00	0,318	0,0796
0,36	0,115	0,0103	1,02	0,325	0,0828
0,38	0,121	0,0115	1,04	0,331	0,0861
0,40	0,127	0,0127	1,06	0,337	0,0894
0,42	0,134	0,0140	1,08	0,344	0,0928
0,44	0,140	0,0154	1,10	0,350	0,0963
0,46	0,146	0,0168	1,12	0,357	0,0998
0,48	0,153	0,0183	1,14	0,363	0,1034
0,50	0,159	0,0199	1,16	0,369	0,1071
0,52	0,166	0,0215	1,18	0,376	0,1108
0,54	0,172	0,0232	1,20	0,382	0,1146
0,56	0,178	0,0250	1,22	0,388	0,1184
0,58	0,185	0,0268	1,24	0,395	0,1224
0,60	0,191	0,0286	1,26	0,401	0,1263
0,62	0,197	0,0306	1,28	0,407	0,1304
0,64	0,204	0,0326	1,30	0,414	0,1345
0,66	0,210	0,0347	1,32	0,420	0,1387
0,68	0,216	0,0368	1,34	0,427	0,1429
0,70	0,223	0,0390	1,36	0,433	0,1472
0,72	0,229	0,0413	1,38	0,439	0,1515
0,74	0,236	0,0436	1,40	0,446	0,1560
0,76	0,242	0,0460	1,42	0,452	0,1605
0,78	0,248	0,0484	1,44	0,458	0,1650
0,80	0,255	0,0509	1,46	0,465	0,1696
0,82	0,261	0,0535	1,48	0,471	0,1743
0,84	0,267	0,0562	1,50	0,477	0,1790
0,86	0,274	0,0589	1,52	0,484	0,1839
0,88	0,280	0,0616	1,54	0,490	0,1887

(1) Per circonferenza media s'intende la circonferenza misurata alla metà dell'altezza e non la media delle circonferenze delle due basi.

Circonferezza media	Diametro	Cubicità	Circonferezza media	Diametro	Cubicità
1,56	0,497	0,1937	2,30	0,732	0,4210
1,58	0,503	0,1987	2,32	0,739	0,4283
1,60	0,509	0,2037	2,34	0,745	0,4357
1,62	0,516	0,2088	2,36	0,751	0,4432
1,64	0,522	0,2140	2,38	0,758	0,4508
1,66	0,528	0,2193	2,40	0,764	0,4584
1,68	0,535	0,2246	2,42	0,770	0,4660
1,70	0,541	0,2300	2,44	0,777	0,4738
1,72	0,547	0,2354	2,46	0,783	0,4816
1,74	0,554	0,2409	2,48	0,789	0,4894
1,76	0,560	0,2465	2,50	0,796	0,4974
1,78	0,567	0,2521	2,52	0,802	0,5053
1,80	0,573	0,2578	2,54	0,809	0,5134
1,82	0,579	0,2636	2,56	0,815	0,5215
1,84	0,586	0,2694	2,58	0,821	0,5297
1,86	0,592	0,2753	2,60	0,828	0,5379
1,88	0,598	0,2813	2,62	0,834	0,5463
1,90	0,605	0,2873	2,64	0,840	0,5546
1,92	0,611	0,2934	2,66	0,847	0,5631
1,94	0,618	0,2995	2,68	0,853	0,5716
1,96	0,624	0,3057	2,70	0,859	0,5801
1,98	0,630	0,3120	2,72	0,866	0,5887
2,00	0,636	0,3183	2,74	0,872	0,5974
2,02	0,643	0,3247	2,76	0,879	0,6062
2,04	0,649	0,3312	2,78	0,885	0,6150
2,06	0,656	0,3377	2,80	0,891	0,6239
2,08	0,662	0,3443	2,82	0,898	0,6328
2,10	0,668	0,3509	2,84	0,904	0,6418
2,12	0,675	0,3577	2,86	0,910	0,6509
2,14	0,681	0,3644	2,88	0,917	0,6600
2,16	0,688	0,3713	2,90	0,923	0,6692
2,18	0,694	0,3782	2,92	0,929	0,6785
2,20	0,700	0,3852	2,94	0,936	0,6878
2,22	0,707	0,3922	2,96	0,942	0,6972
2,24	0,713	0,3993	2,98	0,949	0,7067
2,26	0,719	0,4064	3,00	0,955	0,7162
2,28	0,726	0,4137			

BIBLIOGRAFIA. — Bagneris, *Manuel de sylviculture* Paris 1873, 1 vol. in-8°. — Baudrillart, *Instruction sur la culture des bois*, Paris, Levraut, 1805, 1 vol. in-8°. — Baur, *Der Wald und seine Bodendecke*. — Béranger, *Giornale di Economia forestale*, 1 vol., Firenze, tipografia Tofani, 1872, in-8° gr. — Borggreve, *Haide und Wald*, Berlino 1875, 1 vol. in-8°. — Burekhardt, *Säen und Pflanzen*, 3ª Auflage. — Coita, *Traité de culture forestière*, Paris, Roret, 1836. — Demontzey, *Etude sur les travaux de reboisement et gazonnement des montagnes*, Paris, Nut., 1878, 1 vol. in-4° con atlante. — Duhamel du Monceau, *Des semis et des plantations des arbres, et de leur culture*, Paris, Desainte, 1870. — Gayer, *Waldbau*, 1878-80. — Lorents e Paralle, *Cours élémentaire de culture des bois*. — Manteuffel, *Die Hügelpflanzung der Laub und Nadelholzer*. — Fornaini, *Saggio sopra la utilità di ben governare e preservare le foreste*, Firenze 1825. — Grunert, *Die forstlichen Hilfswissenschaften*, Hannover 1876, 1 vol. in-8°, 2ª ediz. — Hartig, *Lehrbuch für Förster*. — Hundeshagen, *Encyclopädie der Forstwissenschaft*, Tübingen 1842, 3 vol. — Matthieu, *Météorologie comparée agricole et forestière*, 1878, 1 op. in-4°. — Meguscher, *Il governo dei boschi combinato colla tutela dei monti*, Trento 1837, 2 vol. in-8°. — Sartorelli, *Osservazioni sopra i mezzi di conservare i boschi mediante la regolarità dei tagli*, Milano 1826. — Favero, *Sul rimboschimento delle montagne*, Venezia 1849. — Béranger, *Idea di legge fore-*

stale, Venezia 1863. — Salini, *Il pino domestico*, Ascoli Piceno 1867. — Papius, *Die Holzwirtschaft*, Meriuz 1827, 1 vol. in-8°. — Pfeil, *Die Forstwirtschaft nach rein praktischer Ansicht*, Leipzig 1857, 1 vol. in-8°, 5ª ediz. — Siemoni, *Manuale teorico-pratico d'arte forestale*, Firenze, Barbera, 1872, 1 vol. in-8°, 2ª ediz. — Roda, *Nozioni principali sull'albericoltura*, Torino 1869, 1 vol. in-8°. — Soderini, *Trattato degli arborei*, pubb. da Sarchiani, Milano 1851, 1 vol. in-8°. — Baur, *Ueber die Berechnung der zu leistenden Entschädigung für die Abtretung von Walde zu öffentlichen zwecken*, Wien, Braumüller, 1869, 1 vol. in-8°; *Die Holzmesskunst*, Wien, Braumüller, 1875, 1 vol. in-8° 2ª edizione. — Behm, *Massentafeln zur Bestimmung des Gehaltes an stehenden Bäumen*, Berlin 1872, 1 volume in-8°. — Borggreve, *Die Forstreinertragslehre*, Bolm 1878, 1 vol. in-8°. — Halle, *Traité de cubage des bois*, Paris 1812, 1 vol. in-8°. — Heyer, *Die Waldertragsregelungen*, Giessen, Ricker, 1846, 1 vol. in-8°; *Manuale di stima forestale*, traduzione di P. Nico, Napoli, A. Marana, 1876, 1 vol. in-8°. — Judeich, *Die Forsteinrichtung*, Desolen Schönfeld, 1880, 1 vol. in-8°, 3ª ediz. — König, *Die Forstmatematik*, Gotha 1846, 1 vol. in-8°, 3ª ediz. — Kunze, *Lehrbuch der Holzmesskunst*, Berlin, Wiegandt, 1873, 2 vol. in-8°. — Nanquette, *Cours d'aménagement des forêts*, Paris, Bouchard-Huzard, 1800, 1 vol. in-8°; *Exploitation, débit et estimation des bois*, Nancy, Grimbat, 1869, 1 vol. in-8°. — Piccioli, *Elementi di tassazione ed assestamento forestale*, Firenze 1881, 1 vol. in-8°, 2ª ediz. — Pressler, *Das Gesetz der Stammbildung*, Leipzig, Arnold, 1865, 1 vol. in-8°; *Die forstliche Finanzrechnung*, Dresden, Fetat, 1868, 1 vol. in-8°; *Zur Forstzuvachskunde*, Dresden, W. Türk, 1868, 1 vol. in-8°; *Zur Forstbetriebs-Einrichtung*, Wien, Hölzel, 1 op. in-8°, 2ª ediz.; *Forstliche Ertrags zwachs und bonitierungstafeln*, Tharand, 1878, 1 vol. in-8°. — Tassy, *Etudes sur l'aménagement des forêts*, Paris 1872, 1 vol. in-8°, 2ª ediz. — Baudrillart, *Expériences physiques sur les rapports de combustibilité des bois*. — Duhamel du Monceau, *Du transport, de la conservation et de la force des bois*, Paris 1835, 1 vol. in-4°, 2ª ediz. — Gayer, *Die Forstbenutzung*, Berlin, Wiegandt, 1876, 1 volume in-8°, 4ª ediz. — Bernhardt, *Die Waldwirtschaft und der Waldschutz*, Berlin, Springer, 1869, 1 vol. in-8°. — Hess, *Der Forstschutz*, Leipzig, B. G. Teubner, 1878, 1 vol. in-8°. — Rabbeno, *Le foreste in Italia. Leggi attuali, testo, commento, dottrina e giurisprudenza*, Torino, Eredi Botta, 1877, 1 vol. in-8°. — Béranger, *Dell'antica storia e giurisprudenza forestale in Italia*, Treviso, 1863, 1 vol. in-8°; *Saggio storico della legislazione forestale veneta dal secolo VII al XIX*, Venezia, 1862, 1 vol. in-8°. — Favero, *La Selva del Montello nel Trevigiano*, Milano 1875, 1 volume in-8°. — Ginanni, *Istoria civile e naturale delle Pinete Ravennate*, Roma, 1774, 1 vol. in-4°. — Matthieu, *Cours de zoologie forestière*, Nancy, 1847, 3 vol. in-8°. — Nördlinger, *Nachträge zu Ratzburgs Forstinsekten*, Stuttgart 1856, 1 op. in-8°. — Ratzburg, *Die Waldverderber und ihre Feinde*, 7ª Auflage herausg. von Dr. J. Judeich, Berlin, Nicolaj, 1876, 1 volume in-8°. — Taschenberg, *Forstwirtschaftliche Insektenkunde*, Leipzig, E. Kummer, 1874, 1 vol. in-8°. — Nördlinger, *Deutsche Forstbotanik*, Stuttgart, T. Cotta, 1874, 2 vol. in-8°.

FORNELLI DA CUCINA. — Fr. *Fourneaux de cuisine*Ingl. *Kitchen stove*. Ted. *Herde*. Spagn. *Hornillos*.

FORNELLI PER LEGNA E CARBONI. — Nell'infanzia della società gli uomini non avevano bisogno di fornelli da cucina perchè cucinavano la carne, adoperando un metodo molto semplice; essi infilzavano i pezzi di carne che volevano far cuocere in un'asta di ferro, detto spiedo, e li esponevano all'azione diretta della fiamma del fuoco acceso in mezzo ai campi; oppure, posta la carne sopra apposite griglie, la esponevano sopra carboni ardenti; ed Omero, così fedele nei dettagli industriali che ci ha trasmessi, i quali sono molto utili a studiarsi per l'istoria delle arti, non parla che di vivande arrostiti tanto descrivendo gli accampamenti davanti alle mura di Troja, quanto descrivendo la vita che si conduceva nei palazzi di Nestore, Menelao, ecc. Ancora oggidì la maggior parte delle nazioni dell'Oceano Pacifico ed i popoli selvaggi dell'America fanno cuocere le loro vivande mettendole dentro ad appositi forni scavati nella terra e sopra a delle ceneri calde, oppure sopra a della pietra focaja preventivamente riscaldata.

I fornelli da cucina sono restati i medesimi durante moltissimi secoli, e consistevano in un focolare riempito di carboni ardenti posto dapprima all'aria libera, poi collocato nelle abitazioni; ma sempre senza camino, solo che praticavano nel soffitto delle case un'apertura per l'uscita del fumo. Da questi focolari si passò poi ai camini con grandi cappe, come si vedono nei vecchi castelli d'Europa, e sotto a queste cappe si facevano arrostitire le carni allo spiedo esponendole all'azione della fiamma, e si facevano cuocere i cibi dentro a pentole.

CAMINI. — Questi camini, salvo le modificazioni subite relativamente alle dimensioni, sono ancora quelli che più comunemente si usano al giorno d'oggi per far cuocere le vivande dentro a pentole adoperando per combustibile la legna.

Questi camini, attesa la loro speciale applicazione, debbono essere costrutti in modo speciale. Si ottiene il massimo effetto utile dal combustibile in questi fornelli quanto più il calore è concentrato attorno alle pentole che sono esposte al fuoco e quanto meno calore viene irradiato, per cui, a differenza dei camini che si adoperano per riscaldare gli appartamenti, i quali hanno i fianchi inclinati in modo da riflettere la maggior quantità di calore possibile, e sono anche poco incassati nel muro, questi si costruiscono colle pareti laterali normali alla parete di fondo, ed affine di aumentare la profondità si fanno colle spalle sporgenti dal muro. Una condizione alla quale deve soddisfare un camino da cucina è quella d'essere comodo per chi ha la cura di preparare i cibi; per cui è bene che il pavimento del focolare non sia a livello del pavimento della cucina, ma bensì rialzato da questo dai 50 ai 60 centimetri. Quanto alla sua posizione, il camino da cucina deve essere situato in modo, per rispetto alle finestre, che il cuoco mentre è volto al focolare riceva la luce dalla sinistra.

I camini che in generale si costruiscono al giorno d'oggi hanno larghezza da 1.20 ad 1.40 e profondità da 0.60 a 0.90. Due pareti verticali poste normalmente al muro di fondo portano una specie di architrave al disopra del quale avvi una cappa che aggetta anch'essa dal muro. La costruzione di questa cappa è semplicissima. Consiste di un'armatura di ferro, alla cui base vi è una barra, piegata secondo i tre lati che costituiscono la base della cappa, le cui estremità sono incastrate nel muro. Due altre barre, inclinate secondo i due spigoli inclinati e sporgenti della cappa, e talvolta altre orizzontali piegate, come la prima, alla base, secondo le figure che ri-

sulterebbero dalle sezioni orizzontali della mezza piramide della cappa fatte a diverse altezze, completano quest'armatura, i cui compartimenti vengono riempiti di materiali, cioè di mattoni, o di mezzane, messe per coltello, murate con malta di calce e incatenate col mezzo di imbracature di filo di ferro. La cappa viene poi intonacata all'esterno, e talvolta anche all'interno, per rendere più liscia la sua superficie anche da questa parte, e consolidare meglio la costruzione. Si semplifica la costruzione della cappa coll'impiegarvi delle vecchie reti di filo di ferro, anche di maglie ineguali e rotte. Col riunire opportunamente i telai di ferro di queste reti, tolte dalla demolizione di vecchi edifici, ad un'armatura anche leggera di ferro, e col ricoprire le reti colla malta di calce, si ottiene una cappa sufficientemente solida e leggera, senza impiegare mattoni, o mezzane. La parte posteriore del focolare del camino di cucina dev'essere ricoperta da una lastra di pietra arenaria, o di ferraccio, o da un tambellone di terra cotta, formata a squadra col focolare; similmente il piano del focolare dev'essere ricoperto o da una lastra, o da un pavimento, per preservare dall'azione del fuoco le costrutture che circondano il focolare.



Fig. 1141.

Sulla superficie interna della cappa si deposita della fuliggine, inoltre vi si condensano i vapori che si svolgono dal focolare; l'acqua condensata, sudicia di fuliggine, si raccoglie lungo il bordo inferiore della cappa e da questa si distacca in gocce, che sporcano le persone e le cose che si trovano sotto. È opportuno di provvedere il bordo inferiore di un piccolo canale, o di lamina di ferro, o di latta, e intorno del quale venga raccolta quest'acqua sporca e sia smaltita, ai lati del focolare, mercè due canaletti che la versino in qualche tubo di scarico. Gli angoli interni del focolare debbono essere arrotondati. L'apertura del focolare conviene che abbia il sommo foggato secondo un arco, come quella di una porta arcuata, perchè in questa guisa è lasciata la massima altezza nel mezzo della apertura del focolare, e verso i lati si restringe l'apertura medesima, per modo che meno facilmente il fumo può escire ai lati del focolare, dove la corrente prodotta dalla gola del camino è, o assai debole, o nulla. Questa è la miglior maniera di disporre gli ordinarii camini da cucina.

Una modificazione che si potrebbe fare con qualche vantaggio a questi camini sarebbe quella rappresentata dalla fig. 1141. Il focolare potrebbe essere situato sopra di un banco di muratura alto almeno 0.70 e non più di 0.80, largo circa 0.70 e lungo anche 2.00. Nella faccia

del muro, di sopra di questo banco, dovrebbero porre, in corrispondenza della mezzaria del banco, il foro che mettesse il fumo dentro la gola del camino; di dinanzi a questo foro, e di sopra del banco si dovrebbe porre la cappa, costruita con lastre di ferro, e divisa in parecchie zone sovrapposte, congegnate in guisa che una potesse insinuarsi nell'altra, come i tubi di un cannocchiale, per cui si potesse far discendere la cappa fino sul banco, allungandola, e inalzarla ad una certa altezza accorciandola.

Queste cappe offrono molti vantaggi; nelle giornate di grandi piogge, o di vento, si può aumentare assai la chiamata del fumo nella gola del camino, coll'abbassare la cappa: egualmente nell'accendere il fuoco, si attiva meglio la combustione; in generale l'apertura del focolare si riduce a quella superficie che secondo la combustione è più conveniente, inalzandosi soltanto la cappa temporaneamente, quando occorre per le operazioni da farsi sopra il focolare; coll'abbassare finalmente la cappa si diminuisce la probabilità degli incendi. Per facilitare il movimento delle diverse parti converrebbe di provvedere di contrappesi le parti mobili.

PICCOLI FORNELLI MOBILI. — Comunemente nelle cucine, oltre il camino, si fa uso anche di un fornello. Di questi ve ne sono dei portatili e dei fissi. I portatili possono essere di terra cotta, o di ferraccio, alcuni di questi fornelli di terra cotta hanno forma circolare e sono tutto in un pezzo. A metà circa della loro altezza si trova la graticola, la quale fa corpo col fornello; sopra di questa graticola si pone la bragia, o carbone di legna, e quindi il recipiente che contiene il cibo da cucinare; nella parte sottostante alla graticola si raccolgono le ceneri, ed una apertura praticata nella parete verticale al di sotto della graticola, mentre serve a metter via la cenere, serve anche per dar passaggio all'aria che deve alimentare la combustione. Alcuni di questi fornelli portatili di terra cotta, che sovente è di Castellamonte, hanno la forma di un tronco di piramide rovesciata. Affine di rendere questi fornelli più durevoli, alcuni li circondano all'orlo superiore con una piccola lamina di ferro. Di questa forma se ne fanno anche dei doppi e se ne fanno pure di ferraccio; questi ultimi in generale si fanno colla griglia mobile.

FORNELLI FISSI. — Dei fornelli fissi se ne fanno di diverse fogge. Il più semplice è quello rappresentato nella fig. 1142, e consiste in un banco di muratura, il quale viene costruito talvolta, come si usa in Lombardia, dentro la strombatura di una finestra, perchè riceva molta luce.

Questo banco è generalmente largo 0.60 ed alto 1.00, ed è costruito con mattoni ordinari scegliendo i più ben cotti ed i più resistenti. Sarebbe però bene che almeno la parte che si trova più a contatto col fuoco fosse fatta con mattoni refrattari. Nel banco si lasciano parecchie cavità (V. fig. 1142), una inferiore, piuttosto ampia, aperta sulla faccia anteriore del fornello, la quale serve a riporvi una piccola provvista di carbone di legna, essendo questo il combustibile che quasi esclusivamente si adopera in questi fornelli oltre la bragia che si prepara nei camini per l'uso giornaliero del fornello; sopra a questa cavità sono lasciate nel corpo del fornello parecchie altre cavità parallelepipede rettangolari dirette

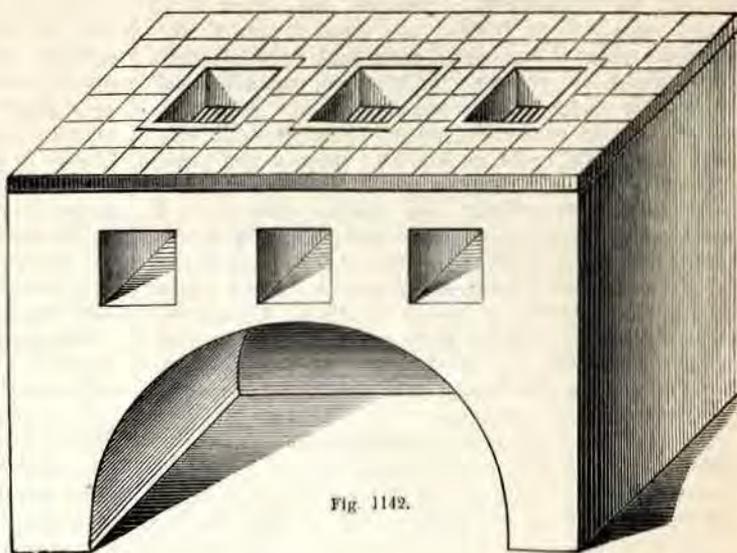


Fig. 1142.

normalmente alla faccia anteriore del fornello e aperte sopra questa medesima faccia colla loro base quadrata, col lato di circa 0.20. Queste cavità servono per raccogliere la cenere di ogni focolare e per l'introduzione dell'aria che deve alimentare la combustione.

Ad ognuna di queste cavità nella faccia superiore del fornello corrisponde un focolare, il quale è un foro quadrato, od anche tondo, che trapassa dalla cavità fino al piano superiore del banco. Questi fori costituiscono quelle parti del fornello che si chiamano propriamente *buche*. Ogni buca del fornello è divisa dalla corrispondente cavità della cenere per via di alcune sbarre di ferro orizzontali, parallele, discoste di circa 0.01 una dall'altra, che costituiscono quelle parti del fornello le quali sono chiamate *gratelle*, e sulle quali stanno i carboni e la brage. Meglio è insinuare nelle buche praticate nel corpo del fornello, delle specie di casse di ferraccio a tronco di piramide, più strette al fondo che alla sommità; prive di coperchio, di cui il fondo consiste di una gratella, coll'uso delle quali si ottengono fornelli assai più solidi e durevoli. Il bordo superiore della cassa dev'essere provvisto di un orlo piatto, col quale si adagia la cassa di sopra al piano del fornello.

Se nella cassa la gratella del fondo è mobile, è reso molto più facile ripulire la cavità dalla cenere. La tavola superiore del fornello è coperta con una specie di pavimento impiantito di mattoni ben cotti, od anche con quadrelle a superficie smaltata. Il banco di muratura deve essere incatenato almeno alla sommità con una fasciatura fatta con una banda di ferro, che lo cinga tutto all'ingiro. Sopra e sotto delle aperture del fornello della cavità della cenere, che devono riescire tutte in una medesima schiera orizzontale, vengono in alcuni casi assicurate, a una piccola distanza dalla faccia anteriore del fornello, due barre di ferro grosso circa 15 mm. e tonde, che servono come guide, sulle quali, mercè certe maglie che vi sono infilate, alle quali sono attaccate delle porte di ferro, si fanno scorrere queste medesime porte in maniera da poter chiudere più o meno, o completamente, le aperture della cavità della cenere, e moderare opportunamente l'introduzione dell'aria di sotto ad ogni gratella.

Questi fornelli sono però assai insalubri. Piuttosto che di collocarli nei vani delle finestre sarebbe meglio di metterli in vicinanza delle finestre, ma contro di un muro, come s'usa in Toscana, allo scopo di poterli ricoprire col mezzo di una cappa, colla quale i prodotti della combustione ed i grassi nocivi, invece di espandersi nell'aria della cucina, defluiscono da una gola di camino. Nondimeno, in gran parte ancora i prodotti della combustione non s'alzerebbero sino alla cappa e non passerebbero nelle gole di camino per le disposizioni dei focolari nei fornelli ordinari, non essendo questi chiusi in una nicchia, alla quale sia sovrapposta la cappa. Le correnti d'aria che si generano attorno ai focolari, e le perturbazioni prodotte nell'aria, dal muoversi e dal girare delle persone attorno al fornello, facilitano l'espandersi nell'ambiente dei prodotti della combustione. Il fornello ordinario potrebbe, e dovrebbe essere, perfezionato allo scopo di ovviare, meglio che colla semplice cappa, all'inconveniente dianzi accennato.

Uno dei mezzi piuttosto efficaci e, relativamente all'effetto ottenuto, non molto costoso è quello che fu proposto da Harel, il quale merita di essere preso in considerazione. Questo mezzo consiste nell'introdurre dentro le buche dei fornelli una cassa di ferraccio, a un di presso della forma delle ordinarie; ma provvisto, in una delle faccie laterali e di sopra della gratella, di un foro circolare, o di una fessura, come vedesi nelle fig. 1143 e 1144.



Fig. 1143.



Fig. 1144.

In corrispondenza di questo foro, o di questa fessura, nel corpo del fornello e da ogni buca, si deve far diramare un piccolo canaletto; e tutti questi condotti, o tubi, devono metter capo ad una gola da camino, posta nel muro in vicinanza del fornello. Con questa disposizione, l'alimentazione coll'aria della brage del fornello può essere fatta col mantenere chiusa la porta delle bocche delle cavità per la cenere, e l'aria per la combustione, arrivata sulla brage dalla sommità della buca, esce insieme coi prodotti della combustione dalla fessura laterale e per via del tubo passa nella gola del camino. In questo modo i prodotti della combustione non si diffondono nella cucina.

FORNELLI ECONOMICI. — I fornelli comuni, anche perfezionati, consumano molto combustibile a motivo del gran numero di piccoli focolari ed a motivo della grande quantità di calore trasmessa al corpo del fornello e dispersa dalle pareti delle buche. I fornelli chiamati dalla pratica cucine economiche sono sempre preferibili ai fornelli ordinari pel duplice vantaggio che offrono a petto di questi, di utilizzare meglio il calore del combustibile bruciato e di rendere minima la diffusione nella cucina dei gas nocivi.

È nel Nord dell'Europa che sono noti i procedimenti della cottura degli alimenti in grande; là si fanno degli apparecchi che servono contemporaneamente alla cucina ed al riscaldamento. L'uso della torba e soprattutto del carbone hanno fatto cercare delle disposizioni più fortunate; e soprattutto in seguito al disturbo del loro fumo hanno dato luogo ai focolari chiusi, senza dei quali non si hanno buoni fornelli da cucina e buoni apparecchi di riscaldamento.

Chi ha portato i lumi della scienza in questa industria sino a farla capire a muratori ignoranti è Rumford.

Nel medesimo tempo che egli istituiva in Baviera dei vasti stabilimenti per ricoverare i poveri e vi stabiliva pel primo un lavoro utile e giustamente retribuito per tutte le condizioni, egli analizzava scientificamente i principii stessi dell'alimentazione, e scopriva anche dei nuovi procedimenti, ai quali egli aggiungeva una serie egualmente nuova d'istrumenti di preparazione, tanto per gli ospizi e le caserme, quanto per le piccole famiglie. Questo fu il pensiero dominante della sua vita: egli vi prodigò il suo tempo, i suoi consigli, la sua sorveglianza, la sua attività, il suo esempio, e procurò per tutti questi piccoli apparecchi la concorrenza dei costruttori.

I procedimenti completi importati da lui stesso in Francia servono ancora nella Casa di carità a preparare delle minestre economiche.

È soprattutto in Inghilterra che, guidato da rigorose esperienze, Rumford ha applicato il carbon fossile, di cui egli aveva saputo apprezzare i vantaggi.

La riduzione dei focolari a piccole capacità, lo stabilimento sopra un solo focolare di più pentole di dimensioni moderate e di caldaie ad acqua, sotto le quali egli utilizzava il calore perduto del fumo; la scoperta di procedimenti completi per far arrostire le vivande dentro a forni di ferro, senza gusto sgradevole, per mezzo dell'introduzione di una leggera corrente d'aria; delle idee fortunate ed ampie sopra i principii di cucina e soprattutto la preparazione delle minestre; tali sono le basi del suo sistema di costruzione culinaria, che ha risolto il doppio problema di una economia molto grande di combustibile e di un uso semplice e facile.

Rumford dava un focolare separato a ciascuna serie di marmitte, a ciascun forno ad arrostire, qualche volta a ciascuna marmitta. Oggigiorno si ha concentrato in un piccolo spazio e si ha riuniti sopra un solo fornello ed in un solo focolare la preparazione di minestre di legumi, la cottura delle vivande, la preparazione dei rosti e delle pietanze cotte alla griglia, quelle della piccola cucina, ed il riscaldamento dei piatti di servizio.

STUFE E FORNELLI. — Le più piccole di queste cucine sono quelle che ordinariamente sono adoperate dalle famiglie operaje per il riscaldamento degli ambienti nella stagione invernale. Esse sono o di ferraccio o di terra di Castellamonte e sulla parete orizzontale superiore sono praticati due o più fori circolari nei quali si introducono le pentole nelle quali si vuole far cuocere le vivande. Quando non si ha bisogno di cucinare si chiudono questi fori con appositi coperchi.

L'uso di questi fornelli ha però l'inconveniente di portare nelle camere d'abitazione una grande umidità in causa dei vapori che necessariamente si sollevano dalle pentole e che non essendo attirati da alcun camino si spandono nelle camere.

Le migliori poi fra questo genere di stufe a doppio uso sono quelle di terra refrattaria, perché se alimentate con carbone non presentano l'inconveniente della porosità che ha la ghisa quando è portata ad una temperatura molto elevata e non si spandono quindi nella camera i gas acido carbonico ed ossido di carbonio tanto nocivi alla salute. Hanno poi un altro vantaggio sopra le altre, cioè che quando sono riscaldate impiegano un tempo maggiore a cedere alla camera il calore acquistato, per cui presentano una grande economia di combustibile.

Queste cucine tanto di terra quanto di ferraccio sono in generale alimentate con legna e sovente con torba e colle formelle fatte coi residui delle concerie.

CUCINE ECONOMICHE DI GHISA. — In commercio si trovano presentemente moltissimi modelli di queste cucine tanto per i bisogni dei più piccoli appartamenti quanto per

quelli delle più grandi locande, e costano da lire 100 a lire 500 ed anche più secondo la loro grandezza. Le cucine economiche sono o completamente di ferro o di ferraccio. Col costruire un focolare chiuso e coperto superiormente con una piastra di ferraccio messa nella tavola del fornello, e con un condotto di circolazione dei prodotti della combustione, che giri intorno alle buche ed alle cavità interne, si ottiene uno dei più semplici fornelli economici, nel quale si hanno delle buche e dei forni a diverse temperature. La piastra di ferraccio che ricopre il focolare, chiamata *piastra di Germania* si riscalda, e quando è piuttosto grande ha delle sensibili differenze di temperatura alla sua superficie, in maniera che un cuoco esperto, coll'ordinare sopra questa piastra le padelle, i tegami, le casseruole, secondo che per ciascuno di questi arnesi occorre un determinato grado di temperatura, raggiunge il suo scopo più facilmente, e quello che più importa, con molta sicurezza. Le piastre di Germania che si trovano in contatto diretto col fuoco devono essere piuttosto grosse; la loro spessore dovrebbe essere di circa m. 0.02.

Talvolta tutta la tavola superiore del fornello consiste di una sola lastra di ferraccio, nel qual caso bisogna che la piastra sia molto grossa, perchè altrimenti si spezzerrebbe assai facilmente. Nella fig. 1146 si dà la pianta di un fornello economico di muratura, il quale serve per nove caldaje marcate 1, 1 nello spaccato (fig. 1145). Ad ogni caldaja corrisponde un focolare speciale, ed i prodotti della combustione dopo aver circolato nei condotti 22 attorno alla caldaja per via dei condotti 33 circolano nel centro del fornello, e passano nel camino 5, attorno al quale sta un grande vaso di rame per l'acqua calda 66. Le chiavi 7 servono per chiudere quei condotti 3 nei cui focolari non si accende il fuoco. I condotti 88 messi a' piedi del fornello sono destinati alla ventilazione della cucina; l'aria è richiamata in questi dal camino per via del condotto verticale 9. Anche la grande cappa di sopra comunica col camino, per cui i vapori sono immediatamente smaltiti.

Quantunque le costrutture delle cucine economiche sieno diverse, nondimeno il principio fondamentale della

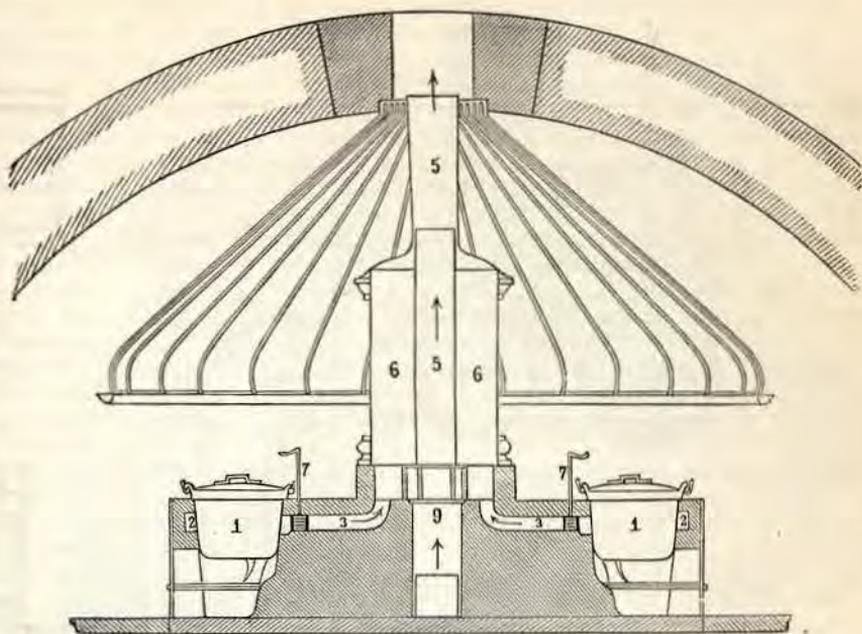


Fig. 1145.

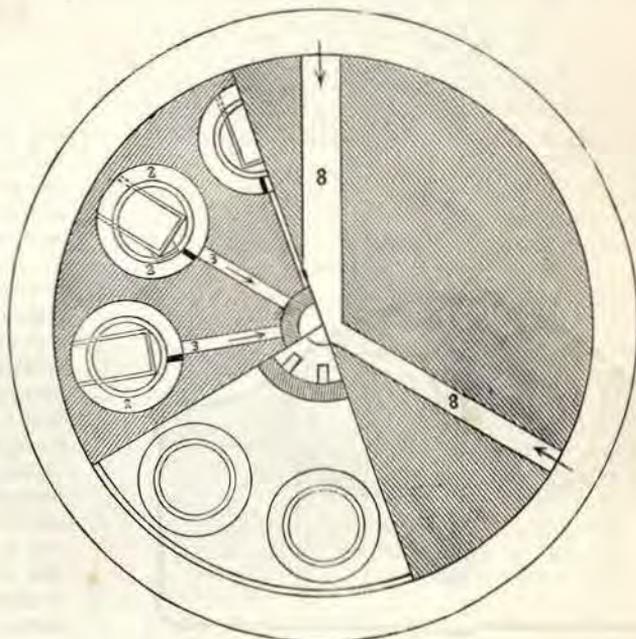


Fig. 1146.

loro disposizione è sempre il medesimo. Ordinariamente i focolari sono aperti alla sommità, col mezzo di un'apertura circolare praticata nella tavola del fornello. Questa apertura può essere impicciolata, ponendovi, secondo il bisogno, uno, due o più anelli di ferraccio in modo che ci si adatti la pentola, colla quale si chiude esattamente l'apertura. Un coperchio serve per chiudere quest'apertura quando sopra di essa non devono mettersi pentole, ed in questo caso il coperchio, che è di ferraccio, può essere adoperato come una lastra di Germania. Nel corpo del fornello stanno di frequente delle cavità riscaldate, che servono come forni; le caldaje comunicano con una superiore cisternetta di acqua

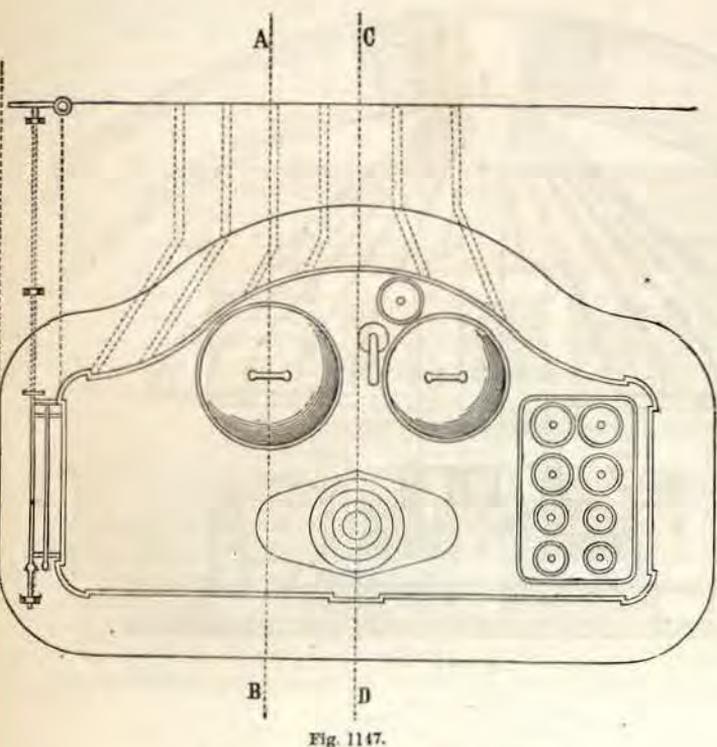


Fig. 1147.

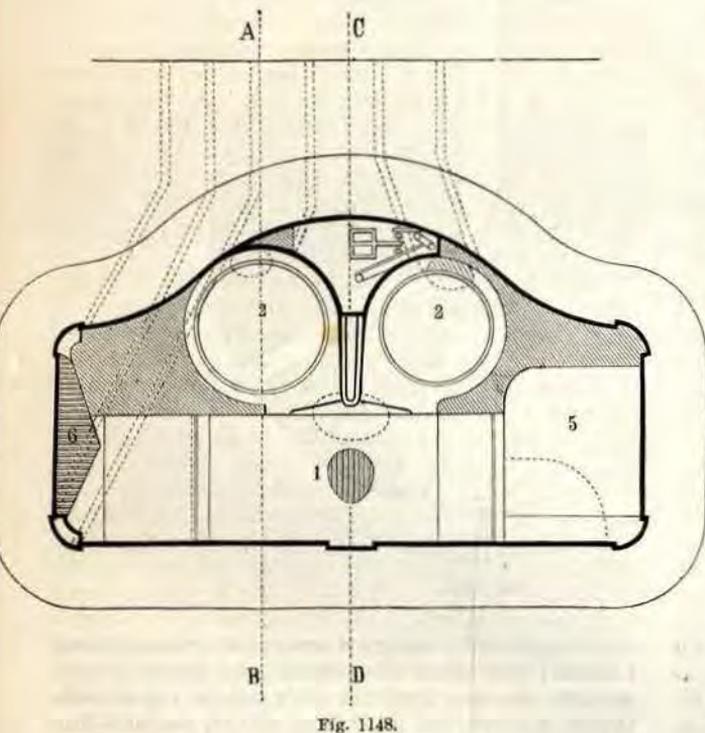


Fig. 1148.

pura, per via di un tubo munito di una chiave, e così si riempiono facilmente.

Bisogna che questi fornelli abbiano certi requisiti speciali, che non hanno tutti quelli che si trovano in commercio. Innanzi tutto è indispensabile che sia possibile di adoperarli in una volta e nel focolare e nelle bocche e nei forni. Accade talvolta che alcuni di questi fornelli hanno l'inconveniente che quando la piastra superiore

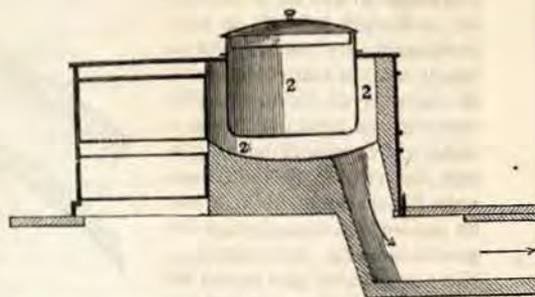


Fig. 1149.

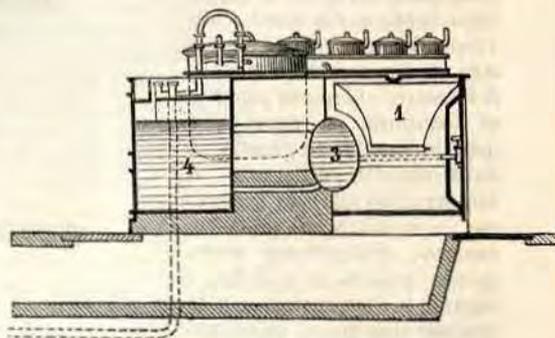


Fig. 1150.

del focolare ha una temperatura conveniente i forni sono poco caldi, e viceversa, quando la temperatura dei forni è circa 180° la piastra e le buche dei fornelli sono così poco calde da essere inservibili. I focolari di questi fornelli dovrebbero essere rivestiti con mattoni refrattari, se sono circondati soltanto da lastre di ferraccio difficilmente il fornello acquista una temperatura non troppo elevata in tutte quelle parti che si trovano in vicinanza del focolare; di più, la durata delle pareti del focolare riesce piuttosto breve perchè queste lastre si arroventano e si consumano; finalmente coll'arroventarsi della ferraccia, torna assai nocivo alla salute l'uso del fornello. Se la stanza non è ventilata energicamente si deve sempre ricoprire questi fornelli con una cappa nella quale sieno chiamati i vapori che si svolgono dalle cucinature, per smaltirli dentro una opportuna gola di camino. Ogni forno serrato nell'interno del fornello dovrebbe essere provvisto sempre di una cappa speciale e di un tubo di chiamata verso il camino, destinato a mandare nel camino ventilatore gli odori che si producono nel forno. Nei fornelli grandi, quando dal focolare si diramano parecchi condotti di circolazione dei prodotti della combustione, ognuno di questi condotti dovrebbe essere provvisto di una chiave, in maniera che, secondo l'uso, si possa

intercettare la circolazione in quei condotti che sono destinati al riscaldamento di quelle parti del fornello che non devono essere adoperate. Le grate e le gratelle dei focolari debbono essere mobili, allo scopo di facilitare la spazzatura del focolare. Anche i condotti di circolazione devono avere, di tratto in tratto, delle aperture ben chiuse, che coll'aprirle rendano facile la nettatura e le riparazioni nell'interno del fornello.

Sono preferibili quei fornelli che hanno la grata da potersi mettere a diverse altezze, in maniera da aumentare o diminuire convenientemente la capacità del focolare in rapporto della quantità di combustibile che si vuole bruciare. La cenere, di sotto al focolare, deve essere raccolta in una cassetta di ferraccio, o di ferro, da potersi estrarre facilmente, e questa cassetta deve essere piuttosto grande per poter contenere almeno tutta la cenere di una settimana. Il condotto del fumo deve essere munito di chiave per cui si possa moderare la combustione. Le caldaie di rame fisse nel fornello per l'acqua calda non devono avere sul fondo il tubo di estrazione dell'acqua da adoperarsi, ma questo tubo deve essere messo a quella altezza, nella caldaia, alla quale arrivano i condotti che servono al suo riscaldamento, in modo che in questa parte della caldaia la quale è esposta al fuoco rimanga sempre dell'acqua mentre che il fornello s'adopera. Soltanto quando sta

spento il fuoco nel fornello si potranno mutare completamente queste caldaie col mezzo di un'altra chiave, posta nel fondo delle medesime. Occorre finalmente sia molto solida la struttura di questi fornelli perchè riesca durevole, e che questa sia circondata, sopra ogni lato, con pareti di piastrelle di terra cotta invetriate, o di majolica, discostate un po' dal corpo del fornello, in guisa che non si riscaldino troppo.

Nelle figure 1147 e 1148 si hanno la proiezione orizzontale e la sezione fatta con un piano orizzontale a metà altezza circa di una cucina economica piuttosto grande, di cui nella figura 1149 si dà lo spaccato sulla linea A B, e nella figura 1150 quello sulla linea C D. I disegni di questa cucina sono nella scala di 25 mm. per metro. Questa cucina ha sette forni, di cui quattro servono per gli arrosti, uno per pasticci e due per differenti usi; ha una stufa di temperatura moderata; ha una caldaia per l'acqua calda, interna, che può dare 135 litri di acqua bollente ogni ora; ha due pentole, capaci l'una di 135 litri, l'altra di 175 litri, le quali si possono riscaldare o in una volta insieme o separatamente; ha un grande bagno maria, con otto piccole pentole; finalmente possiede di sopra un'ampia tavola o piastra di Germania per il riscaldamento dei vasi da cucina che ha una superficie di mq. 3. Tutto il fornello nelle sue diverse parti è riscaldato da un solo focolare 1 la cui superficie a imbuto è molto estesa; le fiamme si dirigono da questo attorno alle due caldaie 2; dietro al focolare c'è il bollitore 3 dell'acqua calda che comunica col serbatoio 4. A lato, su di un fianco del fornello in 5 vi è il bagno maria e sul fianco opposto ci sta, in 6, il girarrosto, il cui fornello ha una forma iperbolica, colla quale si dice che si ottengono maravigliosi effetti, a motivo del concentramento del calore sopra l'oggetto da arrostirsi. Lo spiedo è fatto girare per mezzo di un congegno meccanico il quale vien mosso dalla corrente del fumo che passa nella gola del camino del medesimo fornello: disposizione che si trova ancora negli schizzi di Leonardo da Vinci,

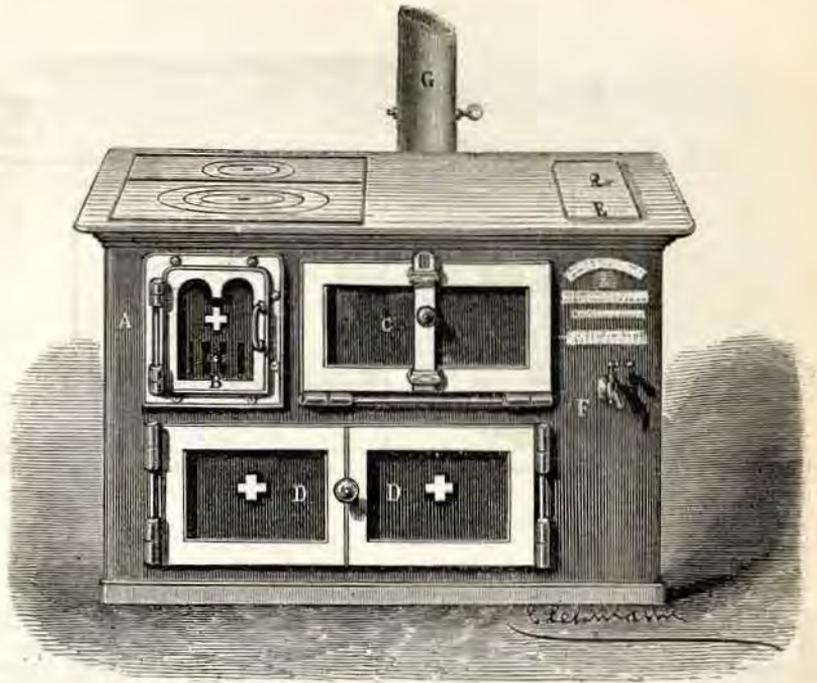


Fig. 1151.

dove appunto si vede che, con un'elice posta nella gola di un camino di cucina, si ottiene facilmente di mettere in moto lo schidione. Questo fornello economico può servire per cuocere il pranzo di oltre 200 persone con un consumo di carbone tanto piccolo da non importare una spesa maggiore di lire 3. Questo fornello costa lire 3000. Dal focolare si diramano parecchi condotti, ciascheduno destinato a portare i prodotti della combustione attorno a una parte speciale del fornello e ciascheduno provvisto di una chiave, per cui si possono riscaldare soltanto quelle parti che si vogliono adoperare.

VARIE CATEGORIE DI CUCINE ECONOMICHE. — Cucine portatili. — Le cucine economiche si distinguono in diverse categorie a seconda della loro forma e delle loro dimensioni. Così si hanno le cucine dette portatili le quali si distinguono dalle cucine fisse dal modo con cui sono costruite e si acquistano specialmente da gente che non avendo casa propria o domicilio stabile sono obbligati di quando in quando a cambiare alloggio. Affine di poter essere trasportate facilmente senza deterioramento, queste cucine non devono essere di dimensioni troppo grandi e non devono oltrepassare un certo peso. Si costruiscono abitualmente colla lunghezza variabile fra m. 0. 60 e 1. 10 e colla larghezza da m. 0.45 a 0.70. Una di queste cucine è rappresentata dalla fig. 1151. Per mettere a posto queste cucine non fa d'uopo alcuna opera nel loro interno, basta mettere il tubo G che serve di condotto del fumo in comunicazione col camino. Le parti interne che sono molto esposte al fuoco sono rivestite di materie refrattarie e la lastra superiore o lastra di Germania è munita di parecchi fori nei quali si pongono le marmitte o casseruole fino a tanto che abbiano raggiunta l'ebollizione, indi si spingono a parte sulla lastra di ghisa, ove continuano a bollire in virtù della elevata temperatura che ha la piastra di ghisa.

Questa cucina consta di un focolare A a graticola col rispettivo cenerajo B il quale riscalda tutta la cucina; di un forno per arrostire C il quale è riscaldato tutto

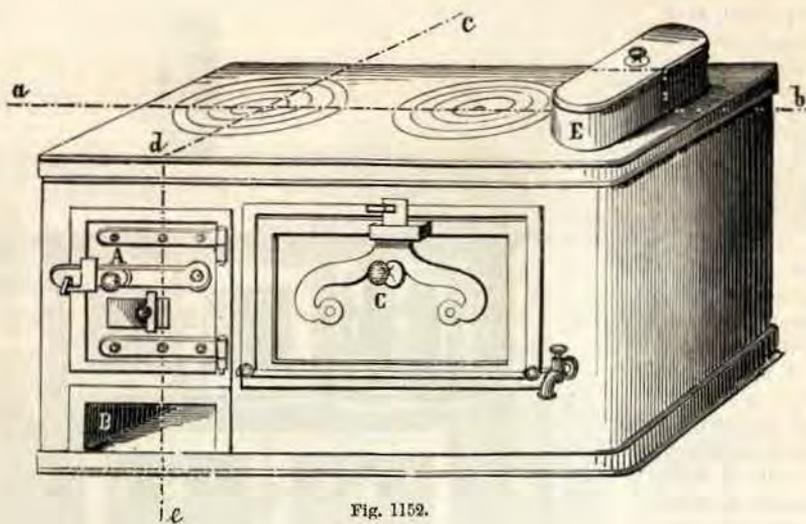


Fig. 1152.

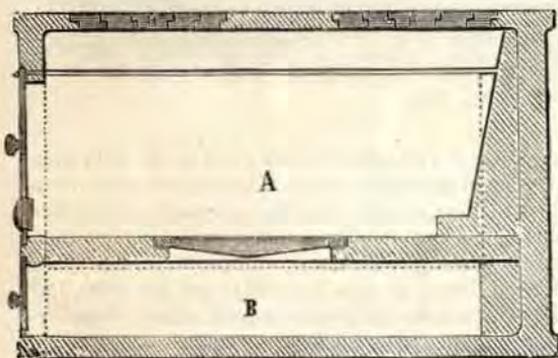


Fig. 1153.

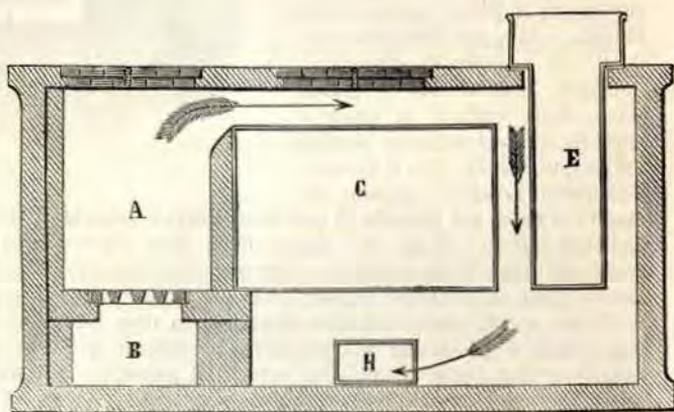


Fig. 1154.

all'ingiro; di un scaldapiatti D il quale è riscaldato soltanto nella parte superiore, e di una vasca E in rame stagnata la quale serve per mantenere l'acqua calda occorrente al servizio. Essendo queste cucine molto semplici di forma e di costruzione economica, il loro prezzo d'acquisto è molto modesto e varia da L. 90 a L. 180. In queste si adopera di preferenza il carbone di coke, ma possono anche essere alimentate col carbone di legna.

La fig. 1152 rappresenta un'altra cucina economica trasportabile, di cui la fig. 1154 rappresenta una sezione fatta con un piano verticale passante per la linea *ab*, e la fig. 1153 rappresenta una sezione fatta con un piano verticale determinato dalle linee *cd*, *de*.

In A avvi il focolare munito di graticola; in B avvi il cenerajo; in C avvi il forno per arrostitire, ed in E avvi la vasca di rame per l'acqua calda. Questo modello, a differenza di quello precedentemente descritto, è privo dello scaldapiatti.

I prodotti della combustione che si fa in A riscaldano molto intensamente la parte della piastra di Germania che si trova direttamente al disopra del focolare, ed un po' meno la parte della medesima che si trova più distante da questo. Questi prodotti seguendo la direzione indicata dalle frecce nella fig. 1154 passano con direzione orizzontale fra la piastra superiore di ghisa e la cassa costituente il forno, scendono in basso passando fra la cassa del forno e la vasca dell'acqua, indi per il condotto H vanno nel ca-

mino. Si comprende quindi come il forno C possa avere una temperatura abbastanza elevata, venendo riscaldato secondo quattro delle sei pareti che lo costituiscono.

Cucine per famiglie. — La fig. 1155 rappresenta un modello delle cucine denominate per famiglia. Se ne fanno di varie grandezze e sono di costruzione più robusta e più eleganti di forme e con dimensioni variabili fra m. 0.90 e m. 1.30 di lunghezza, fra m. 0.60 e m. 0.80 di larghezza. Queste non sono destinate ad essere trasportate di sovente, per cui vengono impiantate e murate sul luogo, la quale operazione richiede parecchie giornate di lavoro.

Esse hanno le medesime disposizioni che le cucine portatili ora descritte, ma sono eseguite con maggiore perfezione. La circolazione dei prodotti della combustione è più estesa, poichè oltre il forno per gli arrostiti C viene anche riscaldato su tutti i lati il forno D il quale può servire per la cottura della pasticceria, per essiccare frutta, verdura, ecc. Entrambi questi forni sono mobili, il che facilita molto la pulitura ed il restauro interno dei condotti del fumo. Le vasche per il riscaldamento dell'acqua servono anche per far cuocere vivande al bagno maria, essendo munite ad una certa profondità di una graticola stagnata sulla quale si pongono i recipienti. Affine di utilizzare totalmente i prodotti della combustione i quali dopo essere passati fra il forno C parete superiore e la piastra superiore di ghisa, fra il forno C parete laterale e la vasca dell'acqua, fra il forno C

parete inferiore ed il forno D parete superiore vanno al camino passando sotto il forno D, si pone sul muro nel quale è praticato il camino uno scaldapiatti G il quale è molto utile specialmente nella stagione invernale. Una spranga di ferro sostenuta da piccoli sopporti gira tutto attorno a questa cucina e serve per appendervi i cucchiali, le forchette e gli altri utensili di cucina che il cuoco deve sempre avere sottomano per rivoltare le vivande, per togliere e mettere brodo nelle casseruole, ecc.

Spesso a questi modelli di cucine si applicano delle caldaje interne, comunicanti con una riserva d'acqua posta nei piani superiori, le quali agendo come termosifoni, servono al riscaldamento dell'acqua usata per bagni, telette, ecc.

Il combustibile da preferirsi per queste cucine è il buon carbon fossile (Cardiff), ma si adopera anche il coke o la legna. Il costo di queste cucine può variare da L. 220 e L. 470 secondo il grado di eleganza e finitezza di lavoro.

Ad eccezione delle lastre sovrapposte alla graticola, della graticola stessa (la quale è costituita da sei a otto sbarre rimpiazzabili una ad una), tutto il resto di questo fornello da cucina può durare più di venti anni, quando però si abbia cura di mantenerlo sempre pulito tanto internamente che esternamente.

Queste cucine presentano un grandissimo vantaggio per l'economia di combustibile, potendosi quasi totalmente utilizzare il calore da esse sviluppato, per la grande pulizia, per il risparmio di tempo, potendosi su un solo apparecchio preparare tutti i cibi che si devono talvolta imbandire in pranzi di lusso.

Cucina all'inglese. — La fig. 1156 rappresenta il prospetto di una cucina inglese fatta per una casa signorile, e racchiude tutte le disposizioni che rendono comodo, perfetto e generale il servizio di una cucina, non essendo anche priva di eleganza. Il focolare, fatto come quello delle altre cucine già descritte, invece di essere posto di fianco, è posto al centro in A, ed in B avvi il cenerajo. La fiamma si ripartisce tanto a sinistra quanto a destra per modo che si può considerare questa cucina formata da due di piccolo modello accoppiate e servite da un solo focolare.

I prodotti della combustione, oltre al riscaldare tutta la superficie destinata all'ebollizione delle cazzuole e delle marmitte, riscaldano i due forni CC per arrostitire, i due forni, detti anche stufe DD, che servono per la cottura delle paste ed il bagno maria F. Arrivati i prodotti della combustione al fondo delle stufe, risalgono, lambendo per ultimo gli scaldapiatti L situati al disopra della cucina.

Una caldaja convenientemente disposta nel corpo della cucina è messa in comunicazione col recipiente esterno G per mezzo di due tubi, dei quali uno è innestato nella

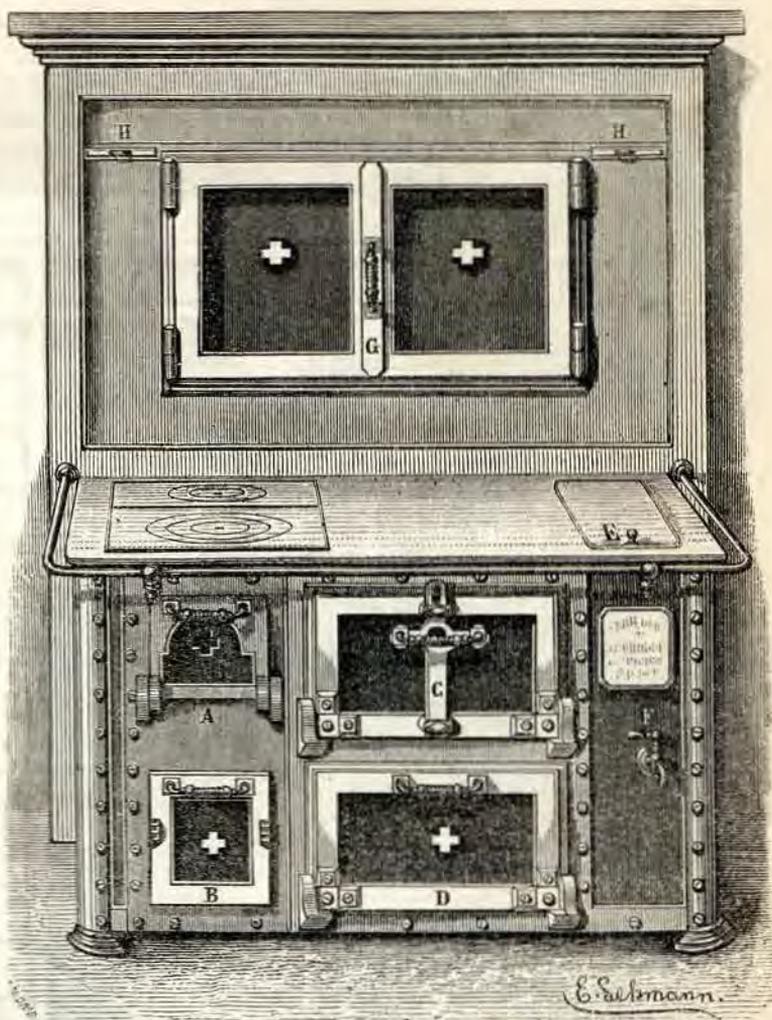


Fig. 1155.

parte inferiore e l'altro nella parte superiore del medesimo, per modo che si provvede la cucina di circa 50 litri d'acqua calda all'ora. Nella parte destra si vede una graticola J la quale serve per cuocere i cibi ai ferri, ed una griglia verticale H per far cuocere la carne allo spiedo. I gas, il fumo prodotto da questi due fuochi alimentati con carbone di legna, ed i vapori emanati dalle vivande vengono aspirati dal camino generale della cucina.

Le opere in muratura sono rivestite di quadrelle di porcellana le quali danno alla cucina eleganza e pulizia, e formano una nicchia dentro alla quale penetra per $\frac{2}{5}$ la cucina. Questo modello è uno di quelli nei quali sono felicemente combinate tutte le disposizioni che si possono desiderare e dà buoni risultati sotto ogni rapporto. Per meglio utilizzare il calore sviluppato dai due fornelli a carbone di legna per le graticole J e H si usa di applicare dietro alle medesime un'altra caldaja (a sistema termosifone) la quale mediante due tubi, uno di ascesa l'altro di discesa, comunica e scalda l'acqua di un serbatoio collocato in alto della casa, dalla quale l'acqua si distribuisce a tutta la casa per uso di bagni, latrine, telette, lavanderia, giardini d'inverno, ecc.

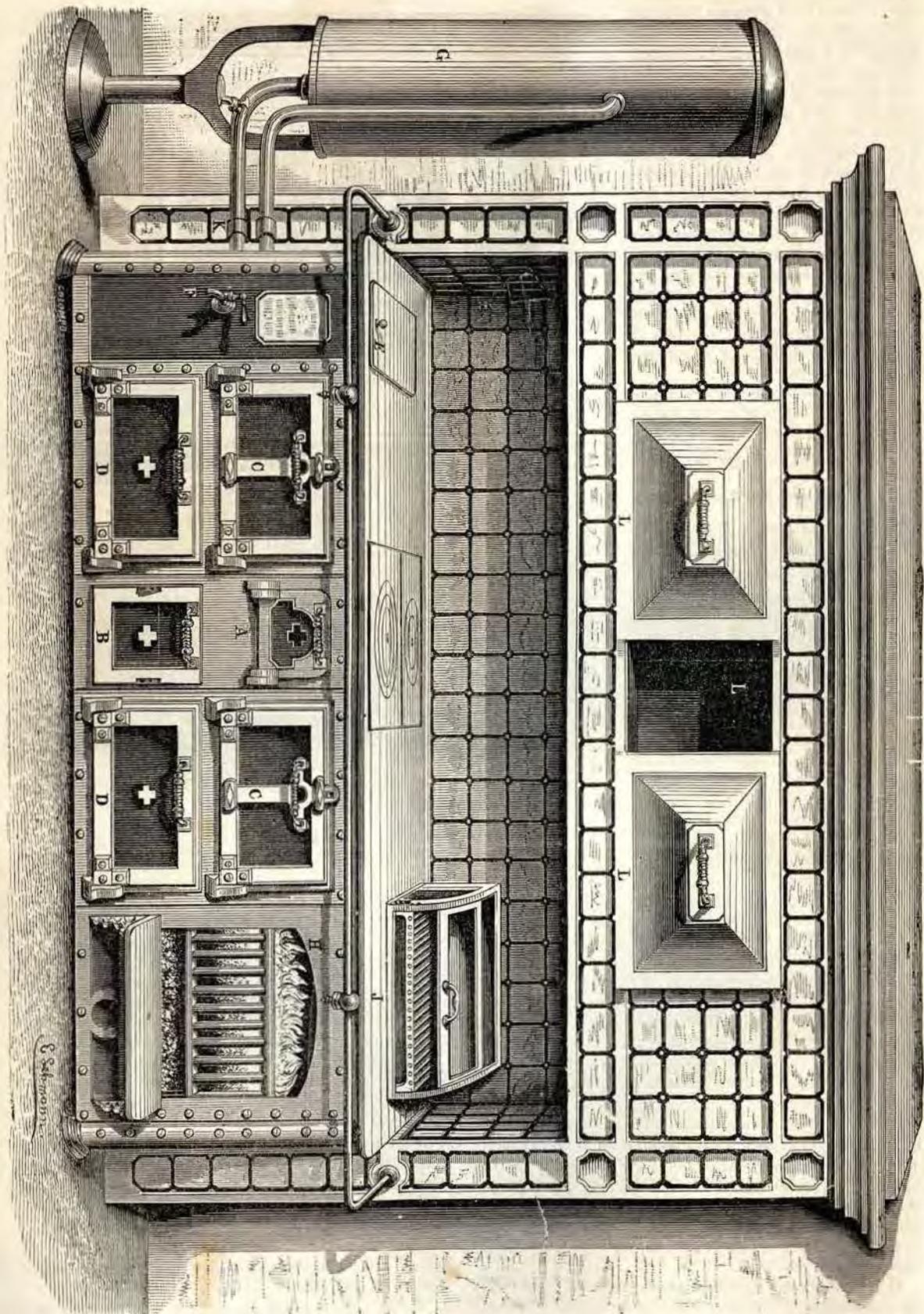


Fig. 1186.

Si può anche rinunciare a questa comodità dell'acqua calda e combinare la detta caldaia con un termosifone affine di riscaldare qualche ambiente, come per es. lo scalone. Queste disposizioni sono molto diffuse nelle case signorili inglesi.

Fornello per Beefsteak. — Negli alberghi, nelle case signorili e specialmente nei ristoranti, dove si preparano grande quantità di cibi ai ferri, si fa uso specialmente del fornello rappresentato colla fig. 1157 il quale è di puro tipo inglese e deve essere alimentato con solo carbone di legna. Questo fornello è munito di un coperchio il quale in virtù dei contrappesi ad esso applicati può essere mantenuto a qualunque grado di apertura. La graticola fatta con verghe di ferro a sezione circolare può essere posta a distanza più o meno grande dalla fiamma, essendo l'apparecchio munito di vari corsi sovrapposti. I gas di combustione ed i carboni escono per un tubo posto nella parte posteriore. Nella cassetta che si vede aperta si raccolgono le ceneri, e si utilizza il vano inferiore per deposito di carbone. Di questi apparecchi se ne costruiscono di varie dimensioni.

Fornelli da cucina per alberghi di 2° e 3° rango e per ristoranti e case signorili. — La fig. 1158 rappresenta il tipo di fornello da cucina più adatto per questi alberghi signorili, e ristoranti. Questo tipo è molto semplice ed è poco dissimile dal fornello di famiglia più sopra descritto. Esso ha un solo focolare in A col rispettivo cenerajo in B; un forno in C ed una stufa per pasticceria in D. Non è difficile immaginarsi il tipo doppio che ha pure un fuoco solo e che come la cucina all'inglese ha una stufa ed un forno per ogni parte.

Negli alberghi di 1° ordine cui vi è grande affluenza di gente e che le vivande da preparare sono molto svariate si combinano assieme due tipi doppi, ottenendosi così due focolari, quattro forni come C e quattro stufe come D, oltre a quattro scaldapiatti che occupano ciascuno lo spazio sotto ai bagni maria, i quali appunto per questo sono di forma piatta e non entrano nel corpo della cucina stessa.

Il servizio quasi continuo al quale sono soggette le cucine di questo genere esige una costruzione bene studiata e robusta. Bisogna porre una speciale attenzione nella costruzione dei focolari. Nei fornelli da cucina finora descritti il focolare era munito di una porticina posta nella parete anteriore la quale serviva per alimentarla; ma essendosi osservato che queste vanno presto deteriorandosi, abbisognando quindi di frequenti riparazioni, e che inoltre lasciano continuamente cadere del carbone acceso sul suolo della cucina, cosa che ricade a danno della pulizia, si è pensato di sopprimerle e di caricare il fornello esclusivamente per il buco della lastra superiore.



Fig. 1157.

Oltre al bagno maria vi dovrebbe sempre essere in questo genere di fornelli da cucina l'apparecchio a termosifone per riscaldamento dell'acqua occorrente al servizio generale dell'albergo, o della casa signorile, o del ristorante. Specialmente nelle cucine per gli alberghi di primo ordine s'usa sempre di introdurre una o più caldaie messe in comunicazione con uno o più serbatoi d'acqua collocati all'ultimo piano, dai quali si fanno le distribuzioni d'acqua calda nei piani sottostanti.

Le lamie applicate ai forni da arrostitire ed alle stufe debbono avere spessore da 2 a 8 millim. e le parti della piastra di Germania che si trovano in prossimità del focolare vengono eseguite in pezzi di piccole dimensioni, ma di spessore variabile fra 20 e 40 mill. Il costruttore deve poi procurare di rivestire bene, per quanto è possibile, le pareti esterne, oppure di costruire delle pareti doppie affine di stabilire uno strato d'aria stagnante, la quale servendo da isolatore impedisca che in parte si trasmetta il calore.

Se non si prendono queste precauzioni le cucine presto si rovinano, ed il personale di servizio soffre molto pel gran caldo, il quale in certe stagioni diventa persino insopportabile.

La durabilità di queste cucine dipende in gran parte

dalla cura che ad esse ha il cuoco. Un cuoco intelligente, che sa condurre bene un fornello, è di un valore incalcolabile per un grande albergo. Oltre l'economia che egli fa in combustibile, si ha il vantaggio che l'apparecchio bene custodito può essere molto duraturo.

FORNELLI DA CUCINA PER CAFFÈ. — Questo tipo di fornelli (figura 1159) è molto simile ai precedenti e da quelli solo differisce per le maggiori dimensioni del bagnomaria E e per l'aggiunta degli scaldatze G G G collocati sotto a questo. Di fianco al rubinetto dell'acqua calda vi ha, a differenza degli altri, un rubinetto di acqua fredda.

CUCINE PER STABILIMENTI PUBBLICI E PRIVATI. — La fig. 1160 rappresenta un tipo di queste cucine, il quale quantunque sia di piccole dimensioni, contiene però tutte le disposizioni necessarie per la spiegazione del tipo stesso.

In questo genere di cucine si distinguono due parti: la parte minore non è altro che un tipo di fornello per albergo con focolare, forno per arrosti, stufa per pasticceria e bagno maria, e serve per la preparazione dei

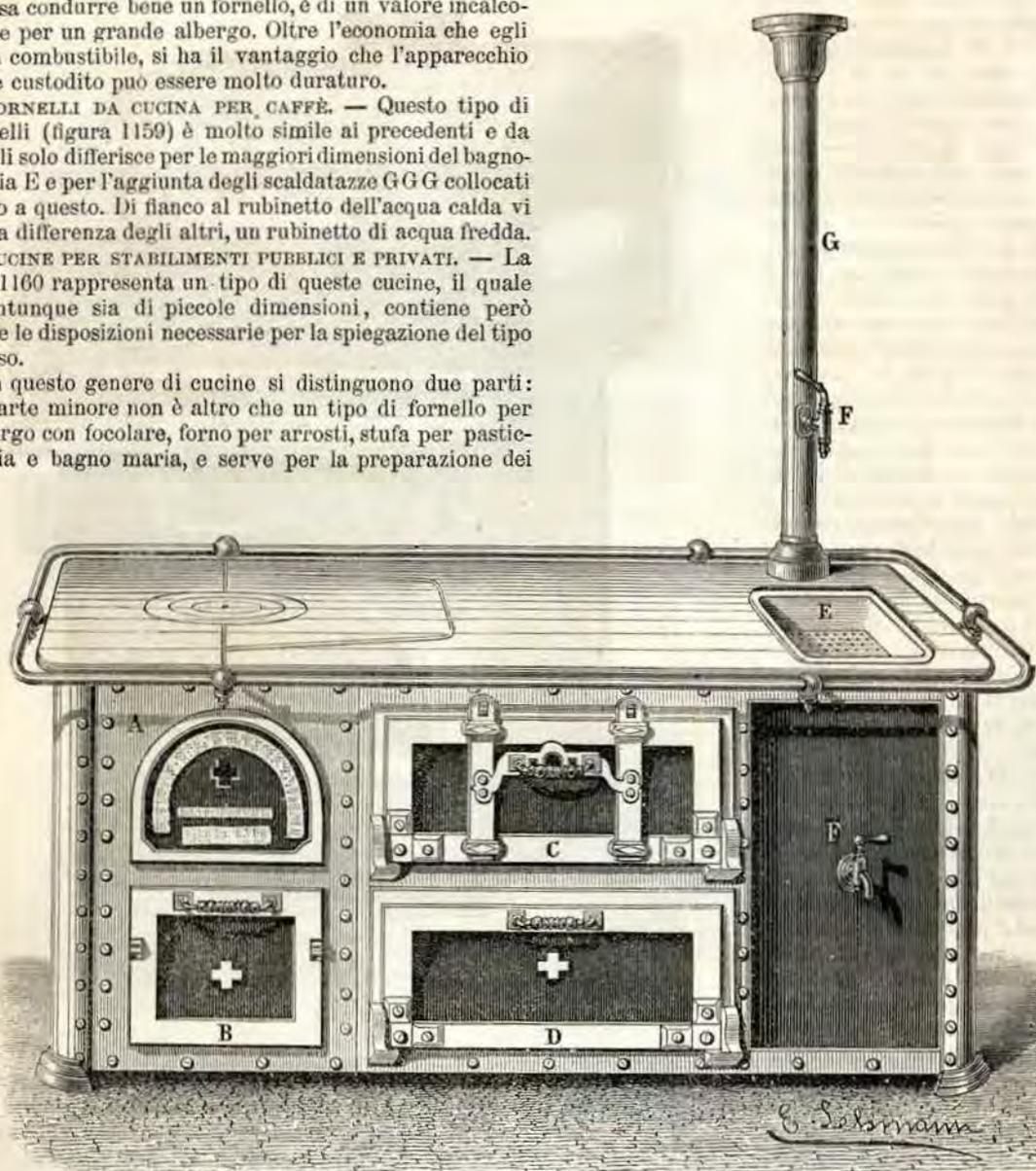


Fig. 1158.

piccoli piatti, del caffè, ecc.; la parte maggiore contiene grandi caldaje destinate alla cottura delle minestre, alla preparazione del brodo, ecc., e queste caldaje vengono riscaldate con focolari speciali.

Le cucine per stabilimenti possono essere distinte: 1° in cucine per stabilimenti con popolazione ammalata o sotto dieta; 2° in cucine per stabilimenti con popolazione sana. Appartengono alla prima categoria gli ospedali, i manicomiali, le case di salute, ecc.; appartengono alla seconda gli stabilimenti carcerari, le caserme militari, i collegi, gli ospizi, gli stabilimenti per minestre per i poveri, ecc.

Le cucine della prima categoria si distinguono da quelle della seconda per il fatto che la parte che serve per i piccoli piatti ha un'estensione molto maggiore che non quelle della seconda, mentre è nelle prime molto minore il numero e la capacità delle caldaje grandi.

Nelle cucine per case penali, carceri giudiziarie, ecc., la parte adatta per la preparazione dei piccoli piatti non serve che per il corpo delle guardie, per gli ammalati casuali che vi possano essere fra i detenuti.

Quanto alla costruzione, alle disposizioni singolari (forni, stufe, bagni maria), vale quanto si è detto relativamente alle cucine per alberghi.

Nell'applicazione delle caldaje interne per il riscaldamento dell'acqua si usa innestare nella colonna G, che fa parte della tubazione che mette in comunicazione queste caldaje col serbatoio, un rubinetto a collo di cigno girevole, il quale serve per riempire d'acqua calda le pentole circostanti. Questa disposizione rende comodo il servizio ed aumenta la nettezza.

Ciò che in questo sistema vi è da osservare si è la disposizione speciale dei focolari delle caldaje. Sonovi dei costruttori i quali cercano per quanto è possibile di cen-

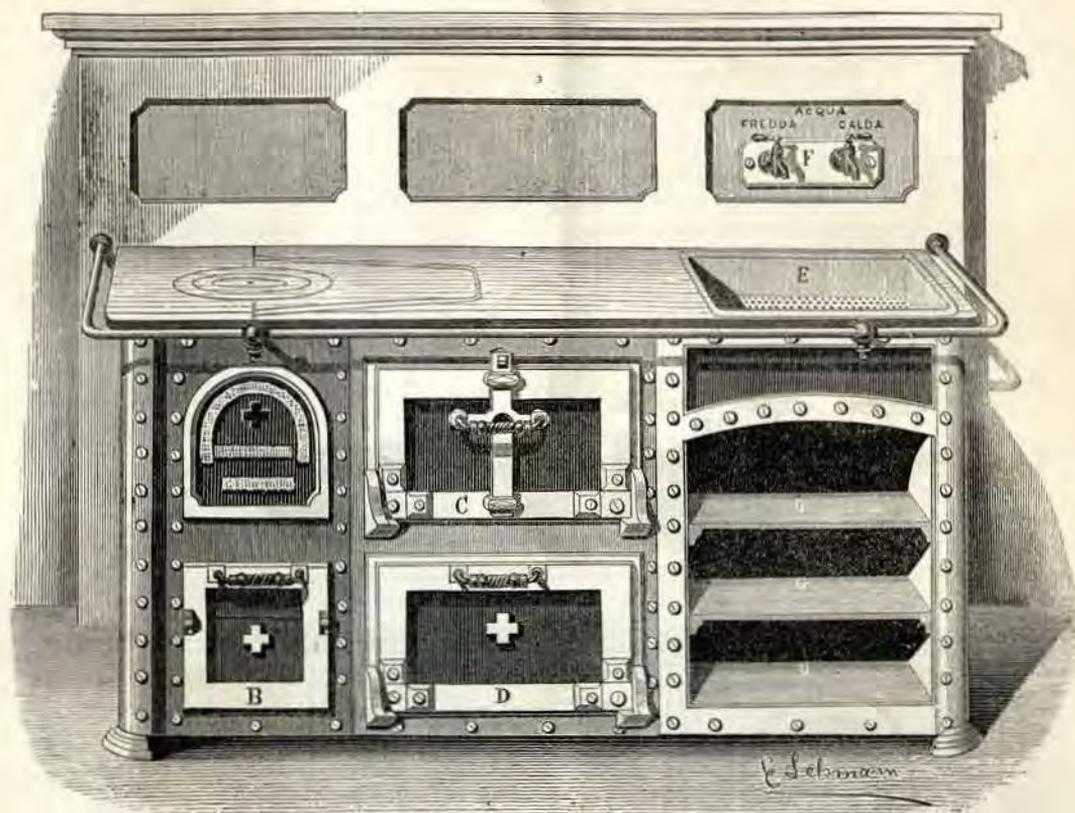


Fig. 1159.

tralizzare i fuochi di queste cucine e cercano persino di servirsi di un solo focolare, tanto per la cucina dei piccoli piatti, quanto per le pentole. In queste cucine poi il fuoco che si trova nel mezzo si divide ai forni e stufe da una parte ed alle pentole dall'altra.

Le figura 1161, 1162 rappresentano la sezione longitudinale e la sezione trasversale di una cucina di questo sistema. In D avvi il focolare, in E il cenerajo, in B il forno, in C la stufa per la cottura della pasticceria, in F il recipiente dell'acqua calda, ed in A la pentola. I prodotti della combustione si dividono: parte servono a riscaldare la piastra di ghisa, il forno, la stufa, e parte servono a riscaldare la pentola, e si riuniscono poi nel condotto unico G, che li conduce al camino. Il tubo L è quello che conduce l'acqua alle pentole.

In questo genere di cucine il fuoco fa bene il suo servizio per quella parte che si trova più vicina al focolare, per la lastra di sopra, ecc., mentre che le pentole non ricevono quella quantità di calore che occorre ad una pronta ebollizione, ed il fuoco arrivando a loro da un focolare posto in alto riscalda le loro pareti verticali a partire dall'alto e poi va al loro fondo; per modo che i cibi che si trovano nelle pentole facilmente abbruciano, specialmente quando queste sono piene soltanto per metà, come spesso succede.

L'unico mezzo per ovviare a tale inconveniente è quello di collocare i focolari direttamente sotto alle pentole raggruppando, secondo il diametro, una, due o tre pentole per ogni focolare.

Degli appositi registri si mettono per regolare e ripartire il fuoco secondo il bisogno.

Le caldaje stesse sono in generale aperte in alto, ed è solamente in casi speciali che si adoperano di quelle con chiusure lavorate a vite. Queste ultime danno un brodo più squisito procurando un sensibile risparmio di tempo e di combustibile.

Speciali disposizioni di gru sono poi in uso per alzare le caldaje piene e per trasportarle fuori del fornello.

Colla fig. 1163 si è rappresentato un fornello da cucina che serve a Basilea per cucinare i cibi giornalmente per 1000 persone, le quali possono, in virtù di quello stabilimento, avere cibi sani a prezzi molto miti. Essa non ha bisogno di ulteriori spiegazioni essendo simile alle cucine già descritte, differendo soltanto da quelle per il numero delle pentole che in essa si trovano.

FORNELLI A VAPORE, A GAS, A PETROLIO ED A CARTA. — Pei fornelli finora descritti il combustibile adoperato è il carbone litantrace, o coke, o legna, o carbone di legna; ma nelle odierne cucine si adoperano anche fornelli pei quali si bruciano altri combustibili.

Fornelli a vapore. — Il vapore ricevette delle applicazioni nelle cucine, specialmente là dove non si hanno da allestire pietanze ricercate, e che si ha da preparare il vitto per un grande numero di persone. Il suo impiego torna molto vantaggioso quando si hanno da alimentare più di 200 persone, ed aumenta naturalmente a misura che cresce il numero. Entrando in una cucina, dove si applichi il vapore, non si vede più nè camini, nè fornelli, ma soltanto una quantità di caldaje di varie dimensioni sostenute da colonnette. La fig. 1164 rappresenta due di queste caldaje disposte in posizione diversa, che servono per preparare la minestra. In una camera



Fig. 1160.

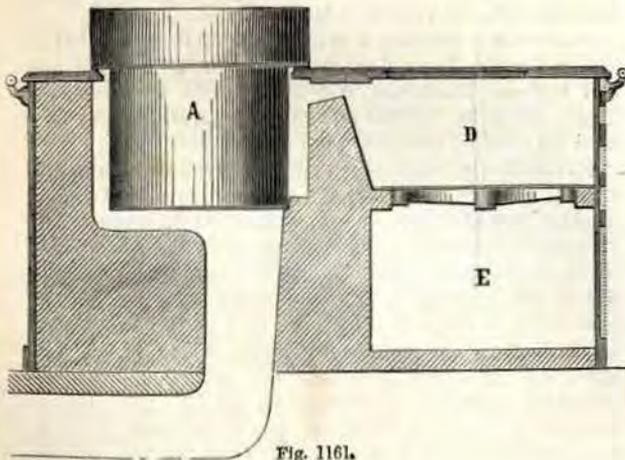


Fig. 1161.

vicina havvi il generatore del vapore, il quale per mezzo di tubi posti sotto al pavimento è condotto in una delle colonnette di sostegno della caldaja, penetra nel doppio fondo della medesima ed esce da un altro tubo posto nell'altra colonnetta, che lo riconduce nel generatore. Il signor Caccianiga, nelle sue note e memorie sull'Esposizione di Parigi del 1878, intorno alle novità dell'industria applicate alla vita domestica, pubblicate in Milano dai fratelli Treves, non parla dei rubinetti che probabilmente vi saranno per togliere dal doppio fondo l'acqua di condensazione. Come chiaramente si vede dalla figura, l'enorme coperchio si apre, si chiude e si mantiene in qualunque posizione senza la minima fatica, perchè è tenuto in equilibrio da un contrappeso fissato ad una corda, che passando sopra una carrucola sostenuta da una mensola, discende per attaccarsi al coperchio. Un ragazzo può alzare ed abbassare la più grande caldaja colla massima facilità facendola girare

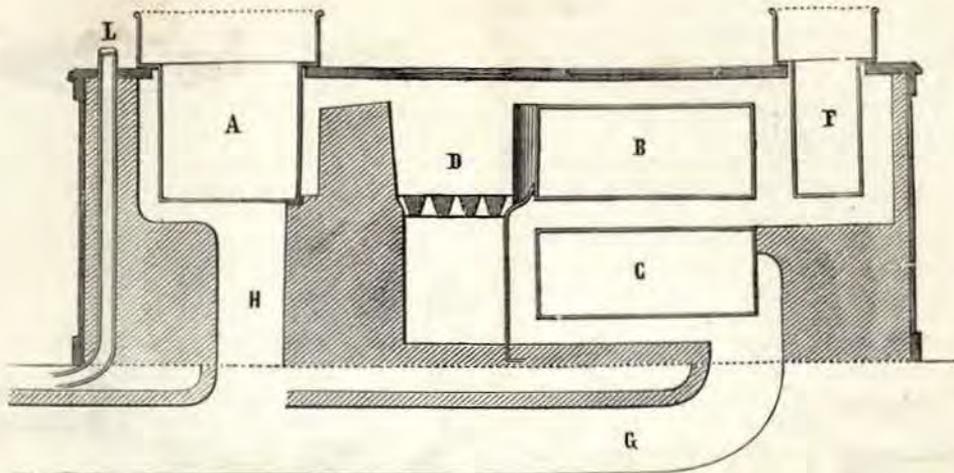


Fig. 1162.



Fig. 1163.

sui perni per mezzo di un manubrio. Il succitato autore dice che la prima idea di questo sistema di cucine a vapore è dovuta ad un frate, il padre Pietro Celestino, direttore dei Novizi della Dottrina cristiana, che lo fece adottare in Francia da vari conventi.

Fornelli a gas. — L'uso del gas per la cucina va ogni di più generalizzandosi, e quando la luce elettrica avrà

preso sopra di esso la supremazia per l'illuminazione, e che quindi il suo prezzo sarà diminuito, il suo uso per la cucina sarà divenuto generale, presentando esso molti vantaggi per la prontezza del servizio, la nettezza e l'economia dello spazio, non essendo più necessari i depositi di legna, carbone e cenere ed evitando per giunta le noje e gli inconvenienti del fumo.



Fig. 1164.

Per questo uso non può esser impiegato il gas nel medesimo stato che serve per la illuminazione, perchè il gas d'illuminazione, infiammato e messo così a contatto con un corpo freddo, produce molto fumo, ed in gran parte non brucia; perciò, oltre che si perde una grande quantità di gas che non serve al riscaldamento, si deposita sulla superficie del corpo freddo una specie di fuliggine nera. Sono completamente ovviati questi inconvenienti col mescolare il gas, innanzi di bruciarlo, con una certa quantità di aria.

Coll'accendere questa miscela di gas e di aria, si ottiene una fiamma azzurrognola, la quale perde assai della sua fulgidezza, ma nella quale la combustione è resa più attiva o, per meglio dire, è più completa. I fornelli a gas che furono immaginati, consistevano di un apparato, mercè del quale si faceva in modo che il gas attraversava le maglie di una rete metallica, piuttosto fitta, sopra della quale il gas, suddiviso in moltissimi fili, veniva bruciato mescolato coll'aria. Questi fornelli non erano convenienti, perchè la rete metallica durava pochissimo tempo.

Marini immaginò un altro ordigno, che è rappresentato nella fig. 1165. Alla sua base vi è un piccolo disco A, od una piccola cassetta cilindrica, sotto la quale mette capo il tubo B, pel quale arriva il gas nella cassetta, tubo il quale è munito di una chiave C. Sulla faccia inferiore della cassetta A stanno 5 fori verso la periferia, come vedesi in A'; questi fori hanno il diametro di 2 mm., e nel centro vi è un altro foro del diametro di 1 mm.

Sopra la cassetta è adattato un tubo verticale D, che porta, alla sommità, una specie di piatto E cavo, con tre scaglioni superiori. Questo piatto è chiuso di sotto ed ha soltanto un foro, in questa parte, nel quale entra l'estremità del tubo D; di sopra, sugli spigoli di ogni scaglione, il piatto ha parecchi forellini che costituiscono tante corone scaglionate; ognuno di questi forel-

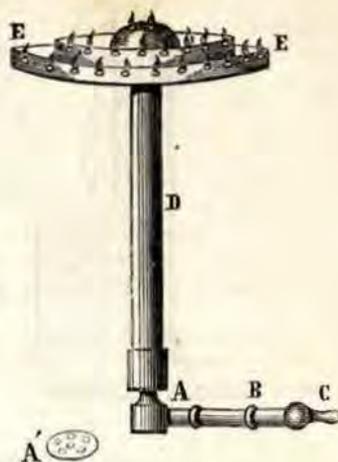


Fig. 1165.



Fig. 1166.

lini ha il diametro di mm. 1.70. Il gas, arrivato dal tubo B, passa in A, dove si mescola coll'aria, che penetra nella cassa pei fori messi alla periferia del fondo di questa; la mescolanza ascende pel tubo D, passa nel piatto ed esce da questo dalle corone dei forellini, dove vien accesa.

Uno dei migliori modelli di focolari a gas è quello del Raymond rappresentato nella fig. 1166, il quale consiste in due coppe di metallo, una diritta e più piccola, l'altra rovesciata, maggiore e sovrapposta alla prima.

Entrambe le coppe sono forate con parecchi ordini di forellini e sono unite insieme con una lastra orizzontale. Alla base della coppa minore corrisponde un foro, dove è applicato il tubo, pel quale arriva il gas nell'apparato, quando venga aperta la chiave, di cui è provvisto questo tubo. Il gas penetra così nella cavità fra le due coppe, dove, per via di fori praticati nella coppa inferiore, penetra pure dell'aria, e la mescolanza esce dai fori superiori dell'altra coppa, sopra i quali viene accesa.

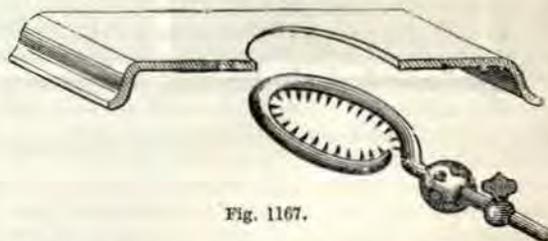


Fig. 1167.

Molti altri fornelli di questa specie si trovano in commercio; quantunque modificati nei particolari, la loro costituzione generale è sempre la medesima. I fornelli, per es., della ditta Jaquet di Parigi hanno i focolari come si vede nella fig. 1167, cioè hanno nel mezzo un tubo piegato in un solo e largo ramo di spira, forac-

chiato per accendervi le fiammelle; il gas vi arriva mescolato coll'aria, e questa mescolanza si fa nell'attraversare un ingrossamento sferico cavo provvisto di parecchi fori piuttosto grandi, nei quali si insinua l'aria. Tutti questi fornelli sono messi dentro a specie di casse che fanno l'ufficio di basamenti, o si usano mediante una specie di treppiede destinato a portare questo o quell'altro vaso di cucina, e si riuniscono parecchi di questi focolari in un solo fornello. Si costruiscono dei fornelli a gas più complicati, della foggia dei fornelli economici, con buche, forni e bagno maria. I forellini, dai quali esce il gas mescolato all'aria in ogni focolare, hanno ordinariamente il diametro di un millimetro e mezzo.

I focolari che hanno 36 fori, consumano circa 190 litri di gas all'ora; quelli di 48 fori ne consumano circa 220; quelli di 60 ne consumano circa 335.

Un litro d'acqua viene portato da 15° a 100° in un tempo compreso fra 7' a 12' circa. Un piccolo fornello che consiste di un piccolo zoccolo di ferro, con due buche, provviste di un focolare ciascuna, costa da L. 30 a 40 circa. Questi apparati sono portatili, per cui mercè di un tubo di caoutchouc si possono collocare in opera anche soltanto allora che si hanno da adoperare, cosa che in certe circostanze fa molto comodo.

I fornelli a gas però non sono affatto privi di inconvenienti; se ne trovano in commercio parecchi disposti in maniera che non furono, o furono assai poco provveduti di mezzi acconci a rimediare a questi inconvenienti. Facilissima è la diffusione del gas nelle cucine, e per ovviare a questo incomodo, si dovrebbero preferire quei fornelli coi focolari coperti o chiusi, dove si scaldano delle piastre di ghisa, sulle quali si dispongono i vasi per cuocere le vivande; quando l'effetto fosse sufficientemente efficace, cosa che accade assai di rado, sarebbero migliori di ogni altro. Sebbene ogni focolare sia provvisto di una chiave, colla quale si impedisce la circolazione, anche parzialmente nei tubi che si diramano nel corpo del fornello, avviene non di meno che facilmente dai focolari, dimenticati aperti, sfugge del gas nella stanza della cucina. Accade anche sovente che nella miscela del gas coll'aria entra facilmente una quantità troppo grande di aria; questo è il più grave inconveniente dei focolari a gas; la fiamma, in questo caso, può prodursi anche nell'interno dei tubi, ed essendo la miscela esplosiva, fa scoppiare il fornello. Non è difficile che questo inconveniente abbia effetto negli ordinari fornelli a gas, perchè i focolari di metallo, scaldandosi, producono nel tubo, dove si fa, o dove passa la miscela di gas ed aria, una chiamata talvolta tanto attiva, che aumenta considerevolmente la quantità d'aria che entra nell'apparato. Più facilmente ha luogo questo caso quando il tubo, che conduce il gas o la miscela al focolare, è verticale, e quanto più questo può scaldarsi; per conseguenza sono sempre preferibili quegli apparecchi, nei quali questo tubo è orizzontale e disposto in modo che la quantità d'aria che si mescola col gas sia a un dipresso proporzionale alla quantità di gas che viene bruciata ad ogni focolare del fornello. Parimente sono preferibili quei focolari i quali sono costituiti da materiali cattivi conduttori del calore, per cui durante la combustione rimangano freddi.

Da certe esperienze appositamente fatte risulterebbe che il consumo del gas non aumenta proporzionalmente col numero dei buchi del focolare, ma che, ad eguale risultato, si ha un risparmio di gas coll'impiego dei focolari provvisti di un maggior numero di fiammelle. Adunque, trattandosi di stabilire un fornello a gas, con-

verrebbe di adottare in massima quelli coi focolari piuttosto grandi. Siccome i focolari grandi, in certe circostanze, non potrebbero esser adoperati convenientemente, così bisogna avere l'avvertenza di ricorrere a quei focolari, i quali abbiano, ciascheduno, parecchie corone concentriche di fiammelle, a ciascheduna delle quali il gas, mescolato coll'aria, arrivi per mezzo di un tubo particolare munito di chiave per modo che, secondo il bisogno, sul medesimo focolare si possa accendere una o parecchie o tutte le corone di fiammelle. I fornelli a gas, come gli altri fornelli, dovrebbero essere ricoperti di una cappa di muro o di lamiera di ferro, provvista di un foro destinato a mandare i vapori che si svolgono dai focolari, in una gola di camino.

I vantaggi capitali dei fornelli a gas sono incontrastabili; consistono nella grande facilità colla quale sono alimentati col materiale combustibile in qualunque tempo, anche di notte e continuamente, senza doverlo trasportare, nè farne alcuna scorta, ma soltanto coll'aprire una chiave; nel pregio grandissimo di fornire istantaneamente ed attivata completamente la combustione in quel focolare che occorre; nel poter anche spegnere istantaneamente i fuochi e moderarli secondo il bisogno, soltanto col girare completamente od in parte la chiave del relativo tubo di condotta. Il risparmio adunque di combustibile coll'uso di questi fornelli è grandissimo, e tanto più grande quanto più variabile dev'essere il servizio del fornello; finalmente i fornelli a gas possono essere mantenuti in uno stato di pulitezza tale che difficilmente può ottenersi con qualunque altro apparato congenero.

Bisogna però osservare che i fornelli a gas convengono più alle piccole famiglie che alle famiglie numerose e ricche, dove la quantità e la varietà di vivande da imbandire è grande, e che anche nelle piccole famiglie non convengono molto, per economia, quando chi è incaricato del fare la cucina non è molto intelligente e lascia aperti i rubinetti oltre il bisogno.

Fornelli a petrolio. — In questi ultimi tempi entrarono nell'uso domestico per le cucine i fornelli nei quali il combustibile adoperato è il petrolio. Il più semplice di questi fornelli è quello che ha un solo focolare ed è così costituito. Sopra la base del fornello che ha pochi centimetri di altezza avvi saldato un recipiente circolare che ha l'altezza di 6 a 7 centimetri, nel quale si pone il petrolio; due stoppini della larghezza di 6 centimetri circa, piatti come quelli delle prime lampade a petrolio, pescano in esso e sono posti ad angolo retto fra di loro.

Tre sostegni verticali portano un tamburo, il fondo del quale è costituito da una griglia, nella quale sono praticate due fessure per dar passaggio alle fiamme, e la parte superiore porta un ferro per sostenere i piatti. Nella superficie cilindrica verticale è praticato un foro circolare, chiuso con un pezzetto di mica, il quale permette di osservare l'andamento delle fiamme.

Fornello che si riscalda con carta. — Harel diede questo nome ad un fornello di lamierino sottile, col quale si può in pochi minuti riscaldare un liquido, cuocere ova od anche una costoletta. Il fornello è costituito da un fondo foracchiato per dar accesso all'aria, e di appositi sostegni per il piatto; la fiamma della carta colpisce in tutta la superficie questo piatto, il quale ha una forma speciale. Esso è fatto con lamierino sottilissimo ed ha la forma di due calotte sferiche che si combaciano in modo da chiudere ermeticamente.

Si pone dentro a questo piatto la carne con un poco di burro e sale e la si espone alla fiamma; dopo pochi

minuti si capovolge il piatto e la si espone di nuovo alla fiamma senza aprirlo; lasciatala così esposta ancora pochi minuti, la costoletta rimane cotta.

BIBLIOGRAFIA. — Laboulaye, *Dictionnaire des Arts et Manufactures*. — Sacchi, *Le Abitazioni*.

Chi somministrò i disegni e diede le opportune illustrazioni sono i signori Sigismund di Milano e Buscaglione cav. Giacomo di Torino, entrambi costruttori di fornelli da cucina. Ing. POZZI FRANCESCO.

FORTIFICAZIONE. — Franc. *Fortification*. Ingl. *Fortification*. Ted. *Kriegsbankunst*. Spagn. *Fortificación*.

DEFINIZIONE ED UTILITÀ DELLA FORTIFICAZIONE. — La fortificazione è l'arte che insegna a modificare o correggere le posizioni già naturalmente atte a difesa, al duplice scopo di aumentare l'efficacia delle armi che su di esse s'impiegano e di riparare il più che sia possibile le armi medesime dalle offese nemiche.

Queste modificazioni o correzioni si effettuano mediante costruzioni chiamate opere *fortificatorie* o più semplicemente *opere*.

Conseguenza essenzialissima della definizione surriferita si è che la fortificazione si applica solamente a posizioni già forti, che hanno cioè un valore difensivo *naturale*; ove non si verifichi questa condizione, il fortificare risulta impossibile, perchè troppo ingente e costoso riuscirebbe il creare completamente una posizione.

La fortificazione provvede inoltre ad aumentare l'efficacia delle armi ed a renderle il più che è possibile sicure, essa produce quindi una vera moltiplicazione degli elementi difensivi ed è realmente l'arte la quale serve a rafforzare il debole contro il forte, quando il primo possiede elementi da conservare, e quello che è più, meritevoli di essere conservati.

Questo ragionamento semplice e chiaro sembra tanto convincente da far ritenere che debbasi ormai ammettere come indispensabile l'utilità delle opere fortificatorie allorchè uno Stato, una Nazione, un esercito od una frazione di questo vogliansi porre in condizioni tali che permettano loro di resistere con probabilità di successo anche a forze preponderanti; ma in realtà le cose procedono diversamente, giacchè alle considerazioni astratte si vogliono sempre contrapporre dei fatti, e siccome il giusto apprezzamento di questi non è facile, così mal interpretandoli si viene a concludere che si parte da concetti falsi e che le opere suddette, soventi inutili, riescano sempre dannose, poichè o tendono ad immobilizzare una porzione delle forze attive, che potrebbe operare molto più efficacemente in altra località, o attraggono fatalmente la totalità delle forze stesse e le sottopongono a disastri ritenuti impossibili. Quanto infatti non si è detto e scritto contro le fortificazioni, per parlare solo di tempi consecutivi, dopo la grandiosa lotta franco-tedesca del 1870-71? I Francesi, secondo taluni, ebbero la peggio perchè legatisi troppo alle proprie fortezze, queste immobilizzarono dapprima nel campo strategico, quindi sul tattico e li obbligarono così a soccombere in modo sino allora inaudito.

Non è qui il luogo di analizzare l'andamento della summentovata campagna, ma per far rilevare in modo pratico l'inesattezza delle conclusioni surriferite non ristarremo dall'osservare che, ove vogliasi riflettere, è facile il convincersi che se nel 1870 le fortificazioni fallirono allo scopo, non lo si deve già attribuire a difetto in loro innato, ma al fatto che esse mancarono del necessario per eseguire la difesa o ne ebbero in quantità troppo svantaggiosamente proporzionata alla forza delle offese che ad

esse si contrapposero. Strasburgo, Metz, Parigi caddero infatti e trascinarono nella loro caduta la potenza militare francese di quell'epoca, ma anche tenendo conto dei disastri che lasciarono succedere, quanti altri non ne impedirono!

Strasburgo abbandonata alle proprie risorse fin dal principio della guerra, vale a dire lasciata in mano a sole guardie mobili poco provviste di artiglieria e affatto prive di qualsiasi personale tecnico, immobilizzò, sempre per un certo tempo, una quantità considerevole di forze tedesche che portata su altro campo avrebbe molto accelerato le vittorie di questa parte. Metz riuscì dapprima a risollevarsi il morale delle disordinate schiere fuggite da Wörth e da Forbach, obbligò poi, dopo le sfortunate giornate del 14, 16 e 18 agosto in cui fu accerchiata, l'invasore a suddividersi e servì infine a ritardarne la marcia su Parigi, che costituiva fin da principio l'obiettivo principale della guerra. Ma Metz era impropriata per avvenimenti del genere di quelli che si svilupparono nei suoi dintorni, i governanti l'avevano lasciata sguernita e costrutta in modo non rispondente agli odierni progressi, la sua caduta fu quindi inevitabile, fatale, ma ciò non le impedì di influire efficacemente sulla guerra.

E Parigi stessa, quantunque al momento di entrare in lizza si trovasse in condizione d'apparire una fortezza senza difensori, nello stretto senso della parola, giacchè all'epoca dell'investimento di essa la Francia era quasi totalmente sprovvista di truppe regolari, pure non ha impedito forse che la bandiera tedesca sventolasse fino sulle rive dell'Atlantico e del Mediterraneo, e che divenisse arbitra d'imporre al debellato avversario condizioni molto più onerose di quelle che gli ingiunse? Questo rapido esame dimostra chiaramente di quale importanza sieno le opere fortificatorie, anche quando per circostanze preesistenti vengano sfavorevolmente impiegate, e serve quindi a far intuire i vantaggi che possano le opere stesse apportare, quando soddisfacciano alle condizioni di esser ben situate rispetto al terreno su cui debbano agire, e di esser costrutte e provviste in modo da divenire atte a resistere alle offese che sono ad esse contrapposte.

Perchè succeda vera lotta, bisogna che esista adeguata proporzione fra i contendenti, ed è questo principio appunto che, applicato al caso qui considerato, obbliga a riguardare utili solo le opere fortificatorie le quali risultano di valore intrinseco non inferiore a quello dei mezzi impiegati per attaccarle.

Cosa valga una piazza ben situata e costrutta, l'ha dimostrato, sempre ai nostri giorni, Plewna che da sola impedì all'esercito russo di marciare trionfalmente dal Pruth a Costantinopoli. E si noti che Plewna fu piazza improvvisata, costrutta cioè dai Turchi durante la guerra, s'immagini quindi l'influenza che avrebbe avuta se fosse già esistita, formata in modo da meglio proteggere le poco ordinate schiere ottomane, e da richiedere da parte dei Russi mezzi di espugnazione molto più potenti di quelli che loro occorsero per impadronirsi di opere formate da sola terra e legname!

DEFINIZIONI, ELEMENTI DELLE OPERE. — Un'opera può aver grande sviluppo e racchiudere entro di sè vasta zona di terreno destinata ad usi civili e militari, ma più specialmente civili, ed allora dicesi *piazza forte* o *fortezza*, o comprendere piccola zona esclusivamente usfruita dal militare, ed allora dicesi *forte*.

Le piazze diconsi *terrestri* o *marittime*, secondochè sono fatte per agevolare operazioni offensive o difensive, che si sviluppano per via terrestre o sul mare.

Chiamansi poi: *piazze perni, di manovra* quelle destinate a favorire od appoggiare le mosse strategiche di considerevoli riparti di truppa, e talora d'interi eserciti.

Piazze di rifugio oppure *ridotti generali*, quelle che situate sul fianco ed alle spalle di un esercito manovrante, forniscono a questo ciò che può occorrergli per l'esistenza e per l'organismo, e che costituiscono per l'esercito stesso in ogni triste evenienza un sicuro rifugio, nel quale può riordinarsi e mettersi in grado di riprendere la campagna.

Piazze di deposito quelle destinate a contenere mezzi di rifornimento, in armi, munizioni, viveri, ecc.

Piazze teste di ponte quelle destinate a proteggere una comunicazione stabilita su di un fiume importante: queste diconsi poi *semplici* o *doppie*, secondochè occupano una sola sponda od entrambe.

Una stessa piazza può avere però ad un tempo molteplici scopi, ed allora quello più caratteristico serve a darle la denominazione.

Forte di sbarramento dicesi quello che serve a sbarrare un passo terrestre o marittimo.

Qualunque sia l'estensione di un'opera, essa può intendersi composta da tante parti, sviluppatasi lungo i lati di un poligono regolare od irregolare, saliente o rientrante che fissa il contorno della posizione da fortificarsi. Questo poligono si chiama *di base* dell'opera, le costruzioni poi corrispondenti ad ognuno dei suoi lati, si chiamano *fronti* e costituiscono un tutto armonico capace di render possibile il mutuo concorso degli elementi difensivi che vi sono impiegati.

Le modalità che producono questo mutuo appoggio, possono variare indefinitamente, ma siccome si deve cercare di determinare solo le migliori, così chiaro apparisce che la quantità dei *tracciati*, cioè dell'insieme delle costruzioni componenti ciascun *fronte*, deve anche potersi molto limitare. E la pratica dimostra invero che tutte le opere sono da riguardarsi come formate da sole tre specie di fronti, cioè: il *tenagliato*, il *bastionato* ed il *poligonale*, i quali si sviluppano rispetto al lato di base AB, nel modo che viene rispettivamente indicato nelle figure 1168, 1169 e 1170, le quali mostrano altresì nei trapezii basati sulle varie parti il campo orizzontale d'azione di ognuna di esse, tenuto conto anche della massima inclinazione di 30°, che i cannoni e fucili i quali ne costituiscono l'armamento, possono prendere a destra e sinistra della perpendicolare ai lati medesimi. Le altezze di detti trapezii debbono ritenersi uguali alla massima gettata delle armi o nominate.

Questi tracciati constano di tre specie di elementi, cioè:

a) di *facce* destinate a provvedere all'azione frontale ed avvolgente del fronte, a combattere cioè il nemico mentre trovasi ancora distante da esso, ma in posizione che gli permetta di offenderlo. — È evidente che l'azione fronteggiante di una faccia risulta tanto meno sviluppata, quanto più essa è inclinata sul lato di base, e quanto più grande risulta l'azione avvolgente. Le facce sono costituite dalle parti AC, CD nel sistema tanagliato, dalle Ax e vB nel bastionato e da tutto il fronte AB nel poligonale.

b) di *fianchi* destinati a procurare la difesa vicina del fronte, allo scopo d'impedire al nemico d'impossessarsi di questo, sviluppando la sua azione in prossimità ed entro la zona che non può esser battuta dagli elementi incaricati di eseguire la difesa lontana. — I fianchi sono costituiti nel tracciato tanagliato dalle parti AC, CB che rappresentano le facce, nel bastionato dalle parti xy e zv e finalmente nel poligonale dalle parti FG, HI di una costruzione speciale aggiunta

al fronte, appunto per provvedere alla difesa vicina di cui trattasi. — I fianchi diconsi anche elementi *fiancheggianti* e le facce elementi *fiancheggiati* appunto perchè ricevano protezione dai primi. È regola assoluta per avere un tracciato ben costruito, il soddisfare alla condizione di tenere le parti fiancheggianti perpendicolari alle fiancheggiate, poichè l'esperienza dimostra che il tiratore appostato dietro un riparo è condotto naturalmente a sparare in direzione perpendicolare al riparo medesimo.

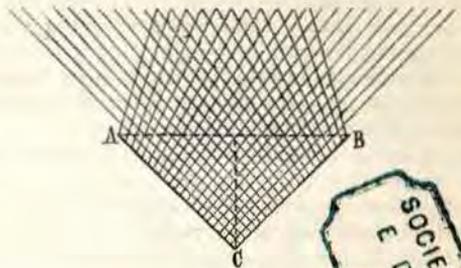


Fig. 1168.

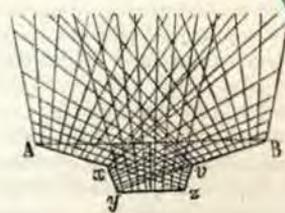


Fig. 1169.

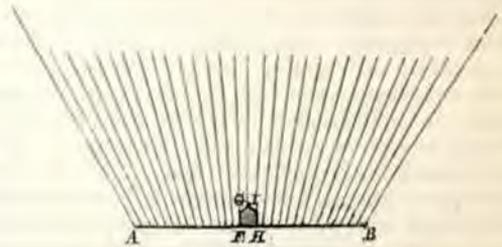


Fig. 1170.

c) di *cortine*, che sono elementi ad azione fronteggiante, ma più ritirati delle facce, per cui non sviluppano quest'azione che negli ultimi periodi della difesa, quando è esaurita la potenza delle facce stesse. La parte yz del sistema bastionato dicesi cortina.

Quando due fronti s'incontrano, l'angolo da essi formato chiamasi *saliente* o *rientrante* secondochè presenta *salienza* o *rientranza* verso la parte che si suppone occupata dal nemico. — La bisettrice dell'angolo prende il nome di *capitale* del saliente o rientrante.

Dicesi poi *capitale* di un fronte, la perpendicolare innalzata sulla metà del lato di base corrispondente.

Quanto abbiamo esposto fin qui intorno al tracciato, sta qualunque sia la consistenza delle opere, ed i principii accennati debbono applicarsi in tutte le circostanze in cui si ricorre all'impiego delle fortificazioni, ma è evidente che non sempre le medesime possono presentare egual robustezza nella sezione retta del riparo, o come dicesi *nel profilo*, giacchè questo si farà più o meno resistente, secondochè l'opera debba resistere a mezzi di offesa più o meno potenti, sia da costruirsi in un periodo di tempo lungo o breve, con spesa più o meno



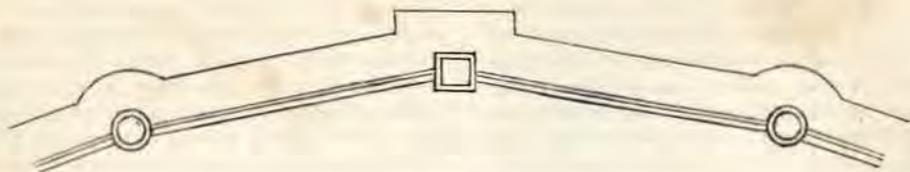


Fig. 1171.

rilevante. — Il profilo varia adunque a seconda delle circostanze in cui viene impiegata l'opera a cui appartiene, è un elemento costitutivo di questa, ed ha gli scopi di assicurare la massima potenza offensiva e la massima protezione ad ogni elemento difensivo.

Qualunque ne sia la resistenza, esso si compone poi di tre parti, cioè:

della *massa coprente* che ripara dai colpi nemici l'elemento difensivo da preservarsi;

dei *particolari interni* che riguardano la sistemazione della parte superiore ed interna della massa coprente, acciocchè sia atta a ricevere convenientemente l'elemento difensivo suddetto e ad aumentarne il valore;

del *fosso* che rappresenta l'ostacolo contro l'aggressione, ed impedisce al nemico di portarsi con facilità sulla massa coprente.

VARIE SPECIE DI FORTIFICAZIONI E CASI IN CUI S'IMPIEGANO. — Il profilo di un'opera e per conseguenza anche il complesso della medesima variano di resistenza a seconda della qualità dei materiali con cui sono costituiti, e in dipendenza del tempo e personale impiegati per eseguirli.

Le fortificazioni formate coi materiali più resistenti ai colpi nemici, quali la terra, il ferro, la muratura; con relativa tranquillità e disponendo dei mezzi e del personale necessari per renderle il più che è possibile perfette, si chiamano *permanenti* o *permanente* dicesi pure la specie di fortificazione o di correzione del terreno alla quale danno luogo. Questa fortificazione s'impiega sempre quando occorre occupare una posizione di grande importanza, avente un'influenza decisiva sulle operazioni guerresche in cui può trovarsi impegnato uno Stato e costituisce ciò che chiamasi fortificazione *organica* dello Stato stesso.

Se i materiali impiegati per la costruzione delle opere sono mediamente resistenti ai colpi nemici, sono costituiti cioè in massima parte da terra e legname, ed in piccola quantità da ferro e muratura, e se il tempo, i mezzi ed il personale disponibili per l'eseguimento del lavoro e specialmente il tempo sono limitati, le opere che ne risultano e la fortificazione che ne deriva si dicono *provvisorie* o *miste*.

S'impiega questa specie di opere, allorchando devesi rafforzare una posizione d'importanza grandissima ma momentanea, come ad esempio per la durata di tutta o parte una campagna o quando devesi occupare una posizione che interessa la difesa organica di uno Stato, ma non si ha o il tempo o il danaro per farlo con costruzione di carattere permanente.

Finalmente se i materiali disponibili per la costruzione di un'opera si riducono a sola terra ed a piccole quantità di legname impiegabili colle forme e dimensioni che già posseggono, se i mezzi insomma, il tempo ed il personale scarseggiano, le opere che risultano hanno minima resistenza, e si dicono insieme alla fortificazione a cui danno luogo, *campali*. — S'impiegano generalmente in aperta campagna, quando due eserciti che

stanno di fronte decidono di venire ad un atto risolutivo e vogliono porre, entrambi od un solo di essi, che naturalmente è il più debole, in condizioni d'affrontare le sorti del combattimento col maggior numero di probabilità favorevoli.

Allorchè difettino e tempo e mezzi la fortificazione campale può anche sostituire la provvisoria o mista.

Dal suesposto emerge che la fortificazione campale ha carattere esclusivamente militare, e che le altre due specie e soprattutto poi la permanente per esser ben costruite richiedono invece il concorso dell'arte del costruttore e delle affini; per non uscire pertanto dal programma impostoci dalla natura del libro, tralascieremo di parlare della prima e ci occuperemo solo delle altre e preferibilmente della permanente succitata.

CENNI INTORNO ALLO SVILUPPO STORICO DELLA FORTIFICAZIONE PERMANENTE. — La fortificazione nel successivo suo sviluppo ha proceduto sempre di pari passo cogli altri rami dell'arte militare, e per conseguenza in quella ed in questi sono contemporanei e progressi e regressi. — Le condizioni dell'armamento hanno poi al massimo grado influito sulla costruzione delle opere fortificatorie, per cui ad ogni innovazione o modificazione intervenuta nelle armi, costantemente corrisponde, entro tempo più o meno lungo, analoga trasformazione negli elementi costitutivi delle opere stesse.

I periodi a distinguersi nella storia della fortificazione sono pertanto quattro, cioè: l'*antico* che va dai primordii dell'umanità sino alla caduta dell'Impero romano di Occidente, cioè fino al 384 dell'era volgare; il *medioevale* che corre dall'epoca suaccennata all'introduzione delle armi da fuoco, avvenuta verso la metà del secolo XIV; il *moderno* che si sviluppa dalla fine del periodo precedente e va fino all'introduzione delle armi rigate, cioè sino alla metà del secolo nostro, e finalmente il *contemporaneo* che è quello che attualmente si svolge e sul quale c'intratteremo più a lungo.

Epoca antica. — Alle origini, quando la società era in embrione e le arti e le industrie appena nascenti, le fortificazioni consistettero, come lo provano anche nei tempi moderni i popoli rimasti allo stato selvaggio, in rialzi formati da sola terra o da strati alternati di terra e di grossi legnami.

Queste costruzioni circuevano le località che volevansi proteggere, sviluppandosi pel solito lungo margini naturalmente inaccessibili, ed impedivano l'accesso alle località medesime col solo ostacolo passivo da esse costituito.

Agli archi ed alle fionde subentrarono però armi relativamente più perfezionate e soprattutto introdotto l'uso delle macchine (arieti, baliste, catapulte), i rialzi oradetti divennero insufficienti e si dovettero sostituire con altri fatti con muratura, e perciò più resistenti. Si ebbero così le *mura*, che vennero costruite: alte in media dai m. 10 ai m. 15, grosse da m. 2 a m. 4, precedute da un fosso largo 10 m. profondo 5 m., e dette *turrite* perchè di tratto in tratto vi si interposero delle torri, degli edifici cioè a pianta poligonale o circolare (fig. 1171) spor-

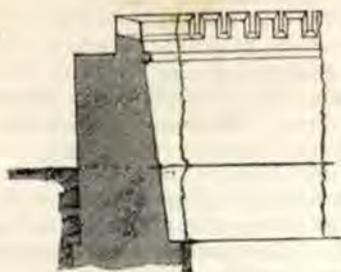


Fig. 1172.

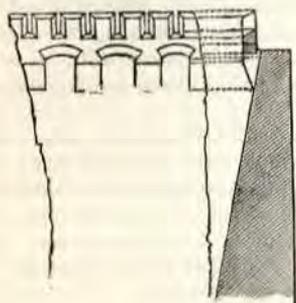


Fig. 1173.



Fig. 1174.

genti 3 o 4 m. sulle mura e destinati a rafforzarle staticamente, a costituire lungo di esse dei punti in cui si rendesse possibile un'ostinata difesa ed a fiancheggiare i tratti di cinta compresi fra le torri medesime e che chiamavansi *cortine*.

Dapprima le *piattaforme* ossia la sommità delle mura e delle torri si tenne completamente sgombra e su di essa stettero allo scoperto i difensori; ma perfezionatesi le armi da getto, questi dovettero ripararsi maggiormente. Ciò ottennero coll'aggiungere sulle piattaforme suddette un muro detto *parapetto*, sottile assai ed alto o tanto da non impedire l'impiego dell'arco, o poco più di un uomo onde proteggere interamente tutta la persona. In quest'ultimo caso il difensore traeva da aperture lasciate nel parapetto medesimo, che si chiamavano *sajettiere* o *feritoje*. Le parti di muro a queste interposte si dissero *merli*.

Alcune volte il parapetto si pose a filo dello spigolo esterno della piattaforma ma tal'altra, lo si fece sporgente dallo spigolo medesimo e lo si sostenne con archi costrutti alla sommità ed in aggetto al muro.

Quest'ultima disposizione permise anzitutto di aumentare la larghezza delle piattaforme e poi di aggiungere la difesa *piombante* delle mura, che eseguivasi lanciando verticalmente per aperture praticate negli archi suddetti dei progetti qualsiasi allo scopo di sopprimere lo spazio non battuto od *angolo morto* che esiste al piede di ogni rialzo, e che non può offendersi da alcuna parte di questo.

Le torri erano a più piani e sporgevano come già si disse sulle cortine affinché i difensori di quelle acquistassero su queste un dominio che loro permettesse di combattere in condizioni favorevoli contro il nemico che riuscisse a stabilirsi sulle cortine medesime.

Salivasi sulle mura per mezzo di scale permanenti poste entro le torri, per cui il possesso di queste era necessario all'attaccante che dopo aver messo piede sulla cinta volesse portarsi nell'interno di essa. Innanzi alla porta

che conduceva dalla torre alla cortina si lasciava una interruzione o fosso, passabile ordinariamente con un ponticello in legname che toglievasi quando per il sopraggiungere dell'assaltatore era conveniente interrompere tale comunicazione. Le figure 1172 e 1173 fanno vedere la sezione ed il prospetto delle cinte in parola, secondochè erano organizzate con soli merli o con questi e con piombatoje.

Le piazze dell'epoca di cui trattasi erano costituite da ampie cinte aventi il profilo ora descritto e sviluppantisi sui lati di un poligono comprendente la località da proteggersi. In tali cinte, le quali appartengono al sistema poligonale, le torri occupavano i vertici oppure erano disposte su di uno stesso lato, ad una distanza non maggiore della doppia gittata dell'arco.

Quando il punto da difendersi era molto importante entro la prima cinta se ne costruivano altre di sviluppo sempre minore, per obbligare l'attaccante ad effettuare più assalti successivi ed a superare maggior numero di difficoltà prima di giungere ad impadronirsi della piazza.

Entro all'ultima cinta oppure in un punto di essa naturalmente forte si costruivano poi le *cittadelle*, le quali servivano all'attaccato che avesse perduto tutte le opere per eseguirvi un'estrema difesa. Le cittadelle erano opere affatto simili alle cinte primarie ma più ristrette e formate con mura più robuste affinché rispondessero convenientemente allo scopo per cui erano elevate.

Per meglio indicare la conformazione di una piazza antica riportiamo nella figura 1174 la pianta di quella di Cartagine nell'epoca che precedette la terza guerra Punica. Dalla parte di terra vi si osservano tre cinte, delle quali la più ampia, segnata con una punteggiata, è in terra e le altre due in muratura ed a profilo sempre più robusto a misura che si va verso l'interno, onde il difensore che successivamente si ritrae da una all'altra trovi un crescente ajuto alle proprie forze, naturalmente scemate e fisicamente e moralmente. Entro la terza cinta e sopra un'altura è finalmente collocata

la cittadella. I punti sporgenti dalle linee continue indicano le torri.

Di queste se ne collocavano sempre due molto ravvicinate lateralmente alle porte che facevano comunicare l'interno della cinta coll'esterno e viceversa, affinché il punto suddetto, debole di per sé, venisse in qualche modo rafforzato.

Epoca medioevale. — Caduta la potenza romana in Occidente e sovrapposti alla medesima l'elemento barbaro, l'arte militare decadde e con essa la fortificazione. Nel periodo medioevale la società frazionata in mille e mille parti, continuamente in lotta, non ha in sé forza per estrinsecare atti od idee che si discostino da questo stato di sminuzzamento e perciò vediamo alle grandi piazze dell'epoca precedente sostituirsi i *castelli*, costrutti su ogni altura che domina i possessi dei feudatarii e che dà modo a questi di terrorizzare la circostante campagna. Nelle città stesse le fazioni che le dilanano, costruiscono per propria sicurezza altrettante piccole piazze entro alle cinte che hanno precedentemente lottato contro gl'invasori divenuti padroni. La forma complessiva delle opere resta qual era nel passato, ma nell'applicazione si rimpicciolisce, perchè scarse sono le risorse che ad esse si dedicano, di nessuna potenza le armi usate per espugnarle, le macchine essendo completamente dimenticate, e poco numerose le guarnigioni incaricate di difenderle.

Le castella constano quindi di cinte turrette ma di minime dimensioni, corrispondenti cioè all'entità delle guerre in cui sono impiegate. In esse abbondano i particolari minuti e nell'angusto spazio racchiuso dalla cinta principale si moltiplicano ponti levatoi, trabocchetti, comunicazioni tortuose e difficili, tutto ciò insomma che può contrastare l'azione individuale, e riesce quindi impossibile trovarvi disposizioni non ispirate all'idea di una difesa passiva e locale nel più stretto senso della parola.

Epoca moderna. — Gli elementi della civiltà moderna e soprattutto l'introduzione delle armi da fuoco cominciano però ad affermarsi verso la fine del xv secolo, e quantunque nei primordi tali armi sieno di potenza limitatissima, pure chiaro ben presto apparisce come ad esse oppongano vana resistenza e le costruzioni feudali e le precedenti lasciate sussistere dalle furenti lotte medioevali. I merli, le piombatoje, le torri alte e snelle che dominano la piattaforma delle cortine come parti più deboli sono per prime demolite e tendono perciò a scomparire. Accresciuta dipoi la potenza dell'artiglieria e sostituiti i progetti di ferro a quelli di pietra, le mura medesime perdono di valore essendo facilmente distrutte dal nuovo mezzo di guerra, e rendesi quindi assolutamente necessaria una trasformazione nel modo di costruirle. Ma siccome la natura anziché discontinuamente ed a sbalzi procede invece secondo leggi continue e concatenate, così anche la suddetta trasformazione procede lentamente e si manifesta in mille modi variabili coi luoghi e soprattutto colle circostanze che obbligano ad attuarla. Nelle origini della fortificazione moderna esiste perciò alquanto confusione ed essa continua fino a che dei potenti ingegni, intuite le cause che la producono e le vere esigenze dell'epoca in proposito, danno regola ai tentativi isolati scrivendo dei libri in cui sono esposti i principii razionali dell'arte emergenti dalle applicazioni già fatte. E la gloria di aver prodotta quest'unificazione d'idee, che formò la base delle scuole fortificatorie moderne, è tutta Italiana, perchè furono nostri gli autori che per primi assimilarono le svariate cognizioni esistenti sulla materia e ne concretarono un sistema, e nostri pure furono i primi ingegneri che dopo aver studiato tale sistema corsero

ogni angolo d'Europa per applicarlo, durante le numerose guerre che l'affermazione dei nuovi principii sociali rese necessarie. Ma le prime idee trovatesi così in ambienti diversi dovettero naturalmente subire l'influenza del luogo ove si svilupparono; ne nacquerò per conseguenza varie scuole, che quantunque non smentiscano l'unità d'origine, pure differiscono grandemente nell'estrinsecazione. Oltre l'*Italiana* e la *Tedesca*, che sorte contemporaneamente verso il 1500, finirono la prima verso il 1650 e la seconda coll'epoca moderna, in causa delle condizioni ben diverse durante questa epoca verificate per gli Stati a cui appartennero, si ebbero altresì: la *Scuola francese* sorta nel 1594 e terminata colle guerre napoleoniche, dopo aver tenuto lungamente lo scettro dell'arte, e finalmente la *Scuola olandese* nata nel xvii secolo, all'epoca della guerra d'indipendenza sostenuta dall'Olanda contro la Spagna e tramontata verso il principio del secolo xviii allorchè al periodo di libertà succedette in tal paese quello della dominazione francese.

PRINCIPALI AUTORI DELLE VARIE SCUOLE. — I rappresentanti più famosi delle varie scuole furono:

a) per l'*Italiana* un innumerevole schiera di autori appartenenti ad ogni classe di persone colte e studiose, cioè: artisti, matematici, letterati, monaci e perfino donne. Volendo però fra questi ricordare solo i principali, conviene enumerare anzitutto:

Giorgio di Francesco Martini monaco senese che scrisse verso il 1500 e che rappresenta i primordi della moderna fortificazione essendo il primo che veramente desse regola a tutto ciò che senza metodo praticavasi a' suoi tempi intorno a quest'arte. Le sue opere furono pubblicate fra il 1470 e il 1502 precedentemente a quelle del tedesco Durer che le fece conoscere solo nel 1527, ed è quindi al Martini stesso che spetta l'onore generalmente ed inesattamente attribuito al secondo, di esser caposcuola della fortificazione moderna.

Sucedegli in ordine cronologico il veronese Sammiceli, morto verso la metà del secolo xvi, il quale per le molte opere che progettò e costruì va riguardato come quegli che più di ogni altro concorse all'affermazione della nuova arte. Va ricordato infine il bolognese Marchi, morto verso il 1600, che condusse non solo presso di noi ma anco al di fuori l'arte medesima al massimo sviluppo, descrivendo, progettando ed eseguendo opere che vennero successivamente imitate da tutti i migliori ingegneri europei a lui succeduti. La sua bell'opera pubblicata verso il 1599 e ristampata in Roma dal Marini nel 1810, dimostra quanto ricca e potente fosse la sapienza di questo sommo architetto militare e come molte disposizioni che si riguardarono in seguito come rilevantisimi progressi trovinsi incontestabilmente indicate e spesso effettivamente applicate dal medesimo.

b) Per la scuola tedesca: il suo precursore Alberto Durer, che già si disse contemporaneo del Martini. Quest'autore progettò opere molto costose, che non ebbero pratica applicazione, ma il germe da lui gettato non tardò a prendere vigoroso sviluppo specialmente per opera: di Daniele Spekle, vissuto dal 1536 al 1589, e giustamente riguardato come rappresentante principale del periodo di affermazione della scuola di cui trattasi; Giorgio Rimpler, difensore di Candia (1630-1683); del Landsberg (1670-1744), e di molti altri minori che conservarono sempre vera originalità nell'arte, giacchè, contrariamente a quanto praticavasi dai loro contemporanei degli altri Stati europei, essi fecero nelle loro opere largo impiego delle *casamatte*, ossia di locali protetti dal tiro nemico e che permettono di offender il nemico stesso.

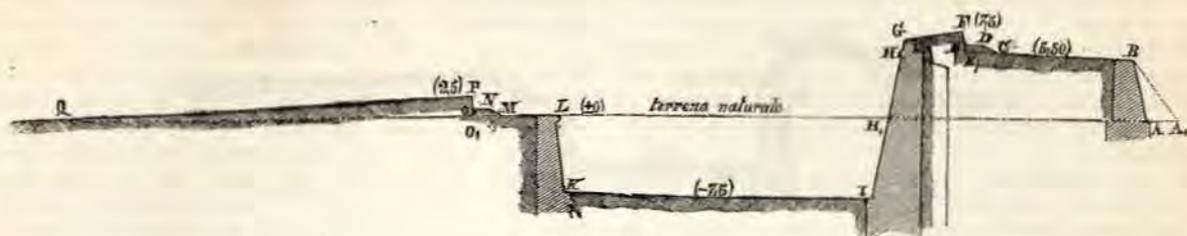


Fig. 1175.

c) Per la scuola francese, che tenne il primato stante le innumerevoli applicazioni che le furono concesse durante le lunghe guerre sostenute dai re di questa nazione per divenire o conservarsi arbitri delle sorti del mondo civile, va nominato anzitutto il capo-scuela, cioè il Pagan, vissuto dal 1604 al 1665. A questi succedette il Vauban (1633-1707), il più famoso degli ingegneri militari moderni, sia per la grandissima quantità di piazze che costruì, sia, e forse con maggior merito, per aver perfezionato il metodo da seguirsi per espugnarle. Questo infaticabile ed operosissimo generale di Luigi XIV costruì 33 piazze nuove, ne migliorò circa 300; prese parte a 53 assedi ed a 104 combattimenti! ed ebbe quindi il mezzo di acquistare una pratica immensa nelle cose della guerra. Non indegno suo successore fu il Cormontaigne (1696-1752), il quale, oltre ad aver diretto pregevoli costruzioni, scrisse sulla fortificazione un'opera, la quale costituì, in tale materia, il codice a cui ispirò la scuola di Mezières, che fondata nel 1750 formò in seguito tutti i più celebri ingegneri militari che illustrarono il nome francese. Fra questi debbono specialmente nominare il Bousmard ed il Chasseloup, vissuti all'epoca delle guerre napoleoniche alle quali presero parte, questi come generale del genio del Bonaparte, e quello come emigrato e maggiore nell'esercito prussiano. I due antichi compagni si trovarono entrambi nel 1808 all'assedio di Danzica, e quivi il Bousmard, militante nel campo assediato, terminò la sua vita.

È poi alla scuola francese, costantemente propugnatrice del sistema bastionato ed accanita avversaria dell'impiego delle casamatte, che appartengono i precursori dell'epoca contemporanea, cioè il Montalembert vissuto dal 1714 al 1800, ed il Carnot, che tanta parte prese al governo della pubblica cosa durante la rivoluzione. I due eletti ingegneri, fiduciosi nel progresso, presentarono forse le cause che avrebbero reso ben presto impotenti le antiche piazze costruite a bastioni e senza alcun locale coperto, e tentarono d'indicare i modi per rimediarvi; ma siccome i loro contemporanei erano eccessivamente convinti dell'assoluta bontà dei vecchi sistemi, per le luminose prove da questi date e per i gloriosi nomi che ad essi si collegavano, così combatterono i due autori predetti e momentaneamente gli sconfissero. Ma questa sconfitta non valse a far dimenticare le nuove idee, i posteri le raccolsero ed attagliandole ai proprii tempi dettero all'arte, in base alle medesime, lo sviluppo razionale richiesto dai nuovi mezzi offensivi e difensivi posti a sua disposizione.

d) Per la scuola olandese, che quantunque sviluppata da numerosi ingegneri, pure ebbe assai breve durata, nomineremo il Freytag, il quale scrisse nel 1630 e che rappresenta la fortificazione misera di forma, perchè costituita da sola terra ed acqua, ma ricca dei risultati favorevoli ottenuti nella lotta d'indipendenza contro la dominazione spagnuola, ed il Coëhorn (1641-1704), che

estrinseca i metodi proposti e seguiti in Olanda nelle guerre che precedettero la dominazione francese.

CARATTERI DELLE OPERE NELL'EPOCA MODERNA. — Quanto abbiamo esposto fin qui riguarda lo sviluppo storico-cronologico della fortificazione nell'epoca moderna; vediamo ora quali sieno i caratteri e le forme in questo periodo dalla medesima assunte, e per far ciò esaminiamo le innovazioni introdotte nei profili e tracciati delle epoche anteriori.

PROFILO. — Circa al profilo diremo, che non appena l'esperienza ebbe dimostrato come mantenendo alle mura le dimensioni già impiegate, malgrado la soppressione delle parti più minute, facevasi opera priva di resistenza e come la ristrettezza delle piattaforme, tanto nelle torri, quanto nelle cortine delle mura suddette, impediva di usarvi convenientemente le bocche a fuoco, che dovevano pure adottarsi per rispondere a quelle dell'assaltatore, si pensò di rimuovere tali inconvenienti aumentando la grossezza delle antiche cinte. E siccome l'attuare siffatta idea col muro richiedeva spesa enorme, così si cercò di raggiungere lo scopo medesimo addossando della terra alla faccia posteriore dell'antico profilo. Il muro però anche dopo questa aggiunta rimaneva scoperto, esposto al tiro, e perciò demolito con grande facilità; emerse quindi la necessità di proteggerlo diminuendo la parte vista. E questo si ottenne allora non già col diminuire l'altezza del muro stesso, perchè sarebbesi in tal modo resa più agevole la scalata, ma bensì coll'interrarlo e col disporre avanti ad esso il fosso, che divenne così ostacolo non solo utile a ritardare l'avanzare del nemico, come lo era stato durante l'epoca antica, ma assolutamente necessario per procurare adeguata protezione alle murature. In seguito a tali principii la forma del profilo risulta quale la indica la figura 1175, che rappresenta il profilo impiegato nella maggior parte dei fronti italiani, e che è da riguardarsi come la base di tutti gli altri sistemi.

In questo profilo la parte ABCDEFGHH₁, che si eleva sul terreno naturale si chiama *ramparo*. L'altezza del punto F sul terreno medesimo costituisce il *comando* del ramparo e varia nei profili dell'epoca moderna fra metri 5 ed 8. La fig. H₁IKL rappresenta il fosso, la cui *profondità* H₁I è compresa nei profili ora detti fra metri 5 e 9.

La retta indefinita AA₁ indica il *terrapieno interno*, cioè il livello del terreno racchiuso entro l'opera; la parte AB chiamasi *scarpa del ramparo* e la si fece in terra con pendenza naturale, cioè secondo BA₁ od in muro, secondochè vollesse che il profilo occupasse orizzontalmente spazio più o meno grande.

La parte CB dicesi *terrapieno*, ed è destinata a sollevare sul terreno naturale e sostenere i pezzi ed i difensori che guarniscono il profilo. La si tenne ordinariamente larga 10 metri.

La retta FE₁ è la *scarpa interna del parapetto*

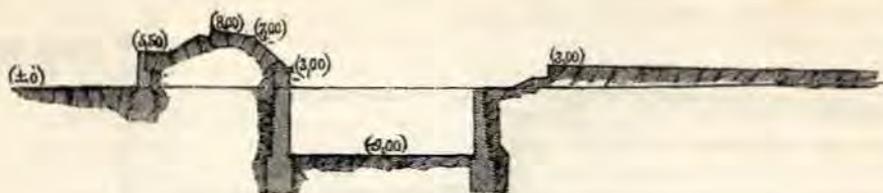


Fig. 1176.

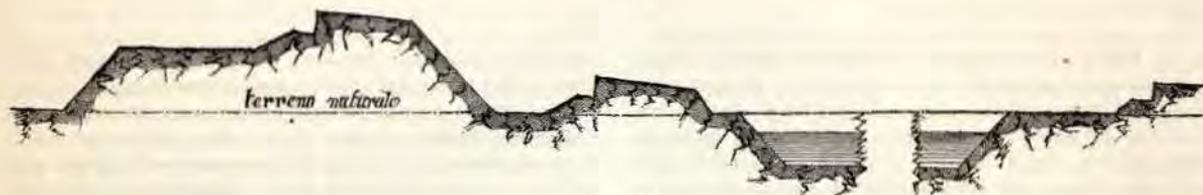


Fig. 1177.

E, F G H. Tale scarpa è alta tanto da coprire gli elementi della difesa ed inclinata al $\frac{1}{3}$ o al $\frac{1}{4}$, perchè questi elementi possano avvicinarsi il più che è possibile al suo piede E, e ricever dal suo rilievo adeguata protezione. L'altezza della scarpa in parola, nel profilo di cui parliamo, fu tenuta ordinariamente di metri 2.50. Addossata alla parte inferiore di essa si ha poi una *banchina* D E, larga da metri 0.60 a 1.20 e sottoposta di metri 1.30 al ciglio F chiamato *di fuoco*. La banchina serve a rialzare sul terrapieno gli uomini, onde possano tirare al disopra della massa coprente. L'altezza del ciglio di fuoco sulla banchina chiamasi *d'appoggio*. Si accede alla banchina ora detta mediante una *rampa* C D, detta di banchina inclinata di 2 di base per 1 di altezza.

Allorchè il profilo armavasi con artiglierie gli affusti di queste appoggiavano sul terrapieno e le bocche a fuoco traevano sul nemico penetrando, colla parte anteriore o *volata*, entro ad aperture praticate nel parapetto, che permettevano agli uomini, incaricati di servir i pezzi, di vedere il bersaglio da colpirsi. — Questi vani sulla scarpa interna, larghi poco più del diametro della volata e più o meno profondi a seconda della minore o maggiore altezza dell'affusto, si facevano sempre più grandi a mano a mano che si avvicinavano alla scarpa esterna e chiamavansi *canoniere*.

La retta F G indica il *pendio del parapetto* e la si fece inclinata verso l'esterno, affinchè facilitasse lo scolo delle acque e permettesse ai difensori, appostati dietro al ciglio di fuoco, di tirare colla depressione necessaria per colpire i nemici giunti sul margine esterno del fosso. Generalmente quest'inclinazione si tenne variabile fra $\frac{1}{6}$ ed $\frac{1}{8}$.

La distanza dei piani verticali contenenti il ciglio di fuoco, ed il ciglio G, detto *esterno*, chiamasi *groschezza del parapetto*. Essa è determinata, tenendo conto della penetrazione dei proiettili che colpiscono il parapetto medesimo, ed in modo che questo risulti difficilmente attraversato da quelli, anco se assoggettato a tiro intenso e continuo. Tale groschezza varia ancora colla natura delle terre che costituiscono il riparo, ed è maggiore allorchè queste ultime sono facilmente attraversate dai proiettili, come le argillose, e minore quando tale pene-

trazione è meno importante, come nella sabbia. Nei profili di fortificazione moderna questa grossezza si tenne quasi costantemente di metri 6.

La parete G H H, I costituisce la *scarpa esterna* del ramparo e del fosso, detta anche più brevemente *scarpa*. Essa è formata quando il fosso è asciutto, come nel caso considerato, da un muro a paramento esterno quasi verticale, e grosso tanto da resistere non solo alla spinta delle terre, ma anco all'urto dei proiettili. La scarpa è precipuamente destinata a rendere difficile la scalata, cioè l'ascesa dal piede di essa al pendio del parapetto. Il paramento esterno di tal muro si tenne dapprima inclinato al $\frac{1}{5}$ o al $\frac{1}{6}$, ma poi si ridusse ad $\frac{1}{10}$ ed anche ad $\frac{1}{20}$, affinchè il muro stesso risultasse meno soggetto a deteriorarsi per effetto delle intemperie.

Il fosso H, I K L si fece profondo e largo tanto che potesse costituire serio ostacolo all'avanzare del nemico. La caratteristica assunta dai fossi nelle opere moderne, come appare dalla figure 1175 e dalle successive 1176 e 1177, si fu quella di presentare larghezza molto grande rispetto all'altezza. La retta I K rappresenta il *fondo del fosso*, che si organizza generalmente a doppio piovante inclinato verso il mezzo, onde provvedere allo scolo delle acque ed impedire che esse ristagnino sopra alla fondazione dei muri laterali.

La retta K L costituisce la *controscarpa* ed è rivestita con muro perchè renda più difficile la discesa nel fosso. I muri di controscarpa, non essendo esposti al tiro, si fanno generalmente molto meno grossi di quelli di scarpa (1).

La zona L M posta ordinariamente a livello del terreno naturale chiamasi *cammino* o *strada coperta*, poichè risulta infatti protetta dal rilievo del parapetto antistante N P Q costituente lo *spalto*, elevato oltrechè allo scopo suddetto anco perchè sorva a coprire una linea di difensori stabilita al di là della controscarpa e a modificare, col suo pendio dolcemente inclinato, il terreno attingo all'opera in modo che questo riesca efficacemente battuto dai tiri partenti dal ciglio del ramparo. L'inclinazione del pendio dello spalto variò fra $\frac{1}{10}$ e $\frac{1}{20}$. L'altezza del suo ciglio sul terreno si tenne fra metri 2 e 2.50 onde il rilievo dello spalto stesso coprisse interamente

(1) Secondo il Vauban, perchè i muri di rivestimento fossero resistenti dovevano avere sezione trapezoidale colla base minore, in alto, larga m 1.60 in quelli di scarpa ed 1.00 in quelli di controscarpa e colla maggiore in basso uguale alle lunghezze oradette aumentate del $\frac{1}{5}$ dell'altezza di tale scarpa o controscarpa. — Per rafforzare poi mag-

giormente questi muri l'autore stesso vi aggiungeva nelle ultime sue costruzioni dei contrafforti di sezione trapezia distanti 5 metri d'asse in asse, colla base maggiore aderente al muro, larga $(0.65+0.1 H)$, la base minore $\frac{2}{3}$ della precedente e la lunghezza $(0.65+0.2 H)$, essendo H l'altezza dei contrafforti stessi, pari a quella del cordone.

i difensori incaricati di tirare al disopra del ciglio P, quando non si trovavano sulla banchina NO addossata anco qui alla scarpa interna P O.

La strada coperta si faceva generalmente larga m. 10 perchè essa, oltre a costituire un mezzo facile di comunicazione fra i difensori appostati dietro lo spalto, doveva anche essere sufficientemente ampia per permettere lo spostamento di piccole pattuglie di 3 a 5 uomini incaricati di sorvegliare i dintorni dell'opera e per servire di luogo sicuro di riunione alle truppe impiegate durante un assedio, in qualche impresa effettuata ad una certa distanza dall'opera stessa.

Il profilo qui descritto e discusso, adottato dagli Italiani, venne, come già si disse, riprodotto con lievi varianti da tutte le scuole che si succedettero nello sviluppo dell'arte. Le principali fra queste varianti consistettero:

1° Nel diminuire l'altezza del muro di scarpa affine d'impedire che essa, battuta e demolita dai tiri nemici nella parte scoperta, trascinasse seco nella caduta le terre del ramparo retrostante e desse così luogo ad una breccia, che dopo aver colmato prima, coi materiali di cui componevasi, una parte del fosso, facilitasse poi al nemico l'accesso nell'opera. S'introdusse tale variante senza alterare il comando del ramparo, per non togliere alla difesa il vantaggio del dominio, col fare la scarpa del ramparo stesso superiormente in terra ed inferiormente in muratura, ed in modo che quest'ultima parte non solo conservasse altezza sufficiente per impedire la scalata, ma risultasse anche totalmente coperta alla vista dal rilievo della controscarpa e dello spalto antistanti. In seguito a questa modificazione il profilo assunse la forma indicata nella fig. 1176, tolta dal fronte proposto dalla scuola di Mezières, da uno cioè degli ultimi fronti della scuola moderna.

2° Nel sopprimere i rivestimenti di scarpa e controscarpa quando i fossi erano acquei, per la considerazione, che risultando essi percorribili solo coll'aiuto di galleggianti o di ponti, costituivano già di per sé ostacolo potente contro l'aggressione nemica senza bisogno di accrescerne il valore colla costruzione dei muri anzidetti. I primi ad accentuare l'uso di questa modificazione importantissima pel risparmio di spesa a cui dava luogo, furono gli Olandesi, i quali trovatisi obbligati a costruire con scarsi mezzi ed in tempo limitato le opere che servirono a sostenerli nella guerra d'indipendenza, si videro costretti a tralasciare nelle opere stesse tutte le parti costose e di lunga esecuzione ed a fare invece largo impiego dell'ostacolo loro fornito dalla natura, cioè dell'acqua, abbondantissima in quei terreni molto depressi. Il profilo di un'opera con fosso acqueo risultò pertanto formato nel modo indicato dalla figura 1177, in cui si riporta appunto quello adottato nella prima maniera olandese, e che diversifica dal profilo a fosso asciutto non solo per la soppressione dei rivestimenti, ma anche per l'aggiunta al piede della scarpa del ramparo di un secondo parapetto detto *falsabruga*, il quale ha per iscopo di dare un fuoco ben radente il pelo dell'acqua che riempie il larghissimo fosso, onde il nemico trovi difficoltà a superarlo anche quando sia gelato.

TRACCIATO. — Per impadronirsi di una piazza dell'epoca antica l'aggressore dopo essersi portato al coperto, al piede della cinta che la racchiudeva, in un punto convenientemente scelto, colmava in corrispondenza di questo il fosso, quando esisteva, vi installava delle macchine atte a demolire il muro, apriva la breccia e per essa penetrava infine nella piazza medesima. Per riuscire adunque nell'espugnazione d'una fortezza, che opponesse resistenza, era pertanto necessario venire a contatto

coll'ostacolo che la cingeva. In presenza di questo fatto e della limitata gittata delle armi allora impiegate, al difensore che volesse opporsi ai progressi dell'attacco non rimaneva perciò miglior via che tentare di soverchiarlo nella località prescelta per aprire la breccia. Tale scopo non era però raggiungibile coll'azione delle torri, perchè essendo queste poco sporgenti e poco estesa la gittata efficace delle armi, minima risultava l'azione fiancheggiante delle prime. Il combattimento fra i due contendenti non poteva quindi che svolgersi frontalmente nel punto minacciato e il sistema poligonale soddisfaceva perciò alle esigenze della lotta. Ma comparsa l'artiglieria, la situazione cambiò notevolmente. L'aggressore invero poté con essa imbrecciare i muri senza avvicinarvisi e collocarsi per far ciò nelle posizioni più convenienti, esistenti entro la zona di terreno attiguo all'opera compresa nella gittata efficace delle prime artiglierie.

La difesa dal suo canto ricorse anch'essa all'impiego del nuovo mezzo di offesa, e per valersene ed evitare gli effetti del tormento prodotto dagli spari sulle murature allargò ed ingrossò le torri e le cortine, ma ciò malgrado, stante la poca o nessuna esattezza delle prime bocche a fuoco, si trovò in condizioni ben inferiori a quelle dell'avversario. Ed infatti mentre a questi era sempre facile colpire il bersaglio costituito dalla scarpa, per la grande sua ampiezza, a quello era impossibile di fare altrettanto sull'aggressore, poichè esso stabiliva i propri pezzi dietro a ripari di terra che presentavano poco rilievo ed estensione. In questo stato di cose l'attacco poteva quindi non curarsi del tiro che lo controbatteva ed aprire la breccia, e la difesa non era nel caso di avvantaggiarsi dell'introduzione dell'artiglieria finchè non avesse trovato il modo di equiparare l'inferiorità che ad essa procurava l'inesattezza del tiro. E questo pareggiamento avvenne solo quando la difesa stessa pensò a costituire le sue opere in modo che avvolgessero il terreno su cui l'attacco stabilivasi e lo sottomettessero all'azione di una quantità talmente rilevante di progetti da compensare col numero la poca probabilità che avevano di colpire.

Il tracciato poligonale, che ha azione affatto frontale, era per conseguenza il meno atto per condurre al risultato suespresso, lo si dovette quindi abbandonare e ricorrere ad un altro sistema che fornisse la desiderata azione avvolgente. Il sistema tanagliato avrebbe meglio di ogni altro soddisfatto a tale condizione, ma siccome per ottenere con esso il reciproco appoggio delle faccie, ossia la difesa vicina, occorre che il rientrante da queste formato non si discosti molto dall'angolo retto e le circostanze del terreno non concedono che difficilmente di tenere quest'ampiezza, così si pose in disparte il tanagliato puro e si ricorse ad un suo derivato, cioè al *bastionato*, il quale, oltre a fornire l'azione avvolgente richiesta, ha altresì i pregi di piegarsi a qualsiasi angolo di tanaglia e di provvedere alla difesa vicina, ossia al fiancheggiamento, mediante appositi spezzamenti praticati nelle faccie della tanaglia ora detta che gli serve di base, senza che per questo sia alterata la qualità caratteristica cercata.

Come conseguenza del suesposto si ebbe quindi, che nei tempi corrispondenti all'introduzione delle armi da fuoco ed ai primi perfezionamenti di esse il sistema bastionato fu preferito ad ogni altro, ond'è che la storia di tale sistema costituisce veramente quella della fortificazione nell'epoca di cui c'intrattiamo.

Ogni scuola ebbe poi, è ben vero, la sua maniera dettata, o dall'idea dell'ingegnere che la propose, o più specialmente dal terreno a cui doveva applicarsi, e si

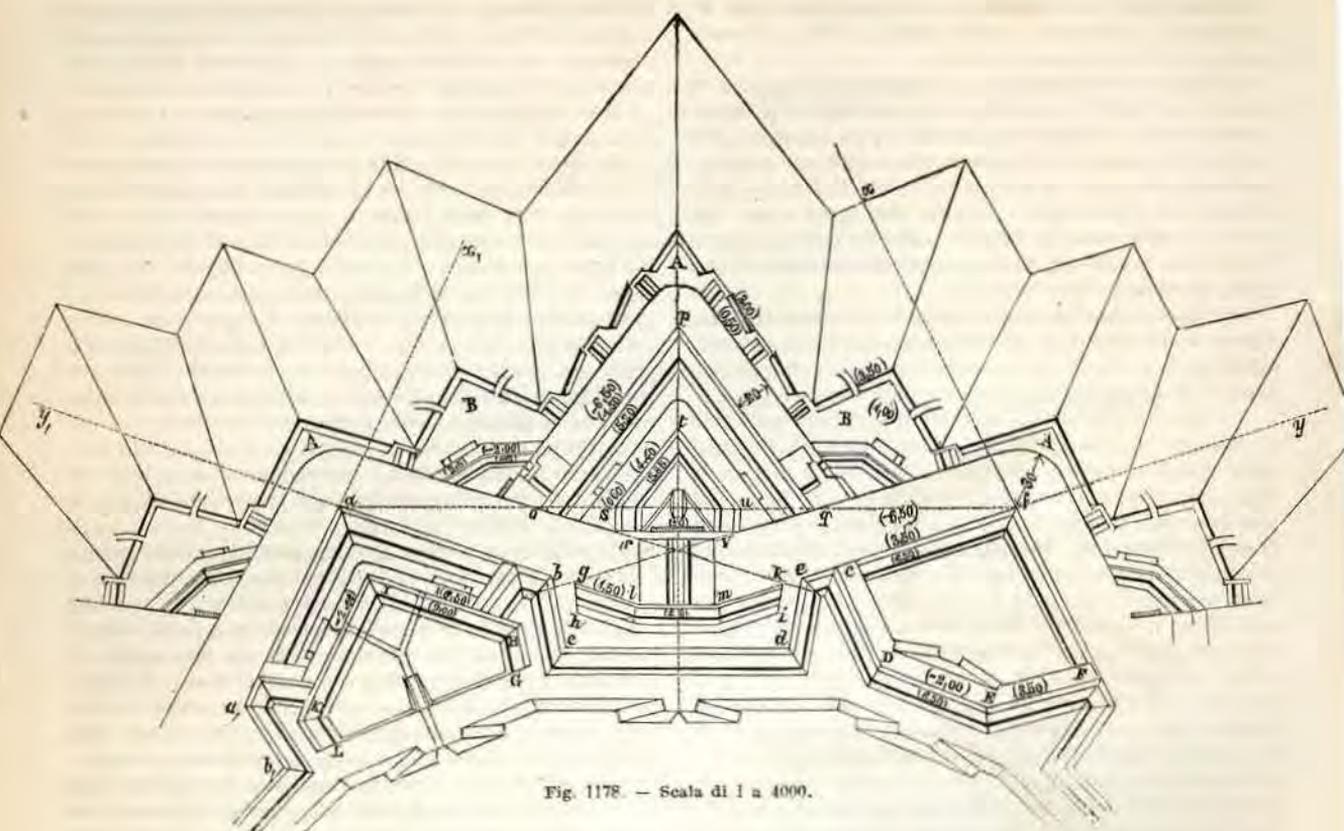


Fig. 1178. — Scala di 1 a 4000.

fecero perciò fronti con angoli più o meno ottusi, con faccie più o meno estese, con fianchi normali alla cortina od alle faccie, ad uno o più ordini di bocche da fuoco, ma siccome tutte queste varietà non cambiano in sostanza la natura del tracciato, ch'è quella che ci preme di rilevare, così ci fermeremo a descrivere un solo di tali sistemi e sceglieremo quello dovuto al Cormontaigne (1720) (fig. 1178), perchè è assai completo e facilita l'intelligenza di tutti gli altri.

OPERE ADDIZIONALI. — Nelle antiche piazze all'assedio era possibile eseguire più difese successive stante l'esistenza di molteplici cinte; ove tale disposizione si fosse però mantenuta nelle fortezze moderne si sarebbe stati costretti ad occupare tanto terreno ed a moltiplicare talmente le costruzioni da rendere la spesa necessaria per effettuarle affatto sproporzionata all'utile da queste fornito. Ond'è che per raggiungere lo scopo suespresso, ed evitare gl'inconvenienti, si pensò d'aumentare la potenza difensiva di ciascun fronte, e quindi della cinta, coll'aggiungere esternamente od internamente ai vari fronti delle opere speciali, dette *addizionali esterne* le prime, ed *interne* le altre. Di tali opere se ne ebbero poi in ogni fronte di forma e dimensioni variabili, e furono più o meno numerose ed estese dipendentemente dall'importanza del fronte a cui appartennero; tutte però servirono, oltre allo scopo suddetto di rendere possibili più difese successive, a sopprimere nei dintorni del fronte medesimo i settori di terreno non battuti dalle parti di esso ed a meglio ripararlo dal tiro nemico. Le principali di tali opere sono indicate nel fronte del Cormontaigne succitato, sicchè si enumerano e si discutono insieme alle parti di questo.

DESCRIZIONE DI UN FRONTE BASTIONATO (fig. 1178). — La retta *af* chiamasi *lato di base*, ed è lunga da 200 m.

a 250 m. Gli angoli in *a, b e c* ed i simmetrici *f, e, d* si dicono rispettivamente angoli *salienti*, di *spalla* e di *cortina*. Le rette *ad, fc* costituiscono le *linee di difesa* e non debbono risultare più lunghe della gittata efficace delle armi impiegate nelle parti fiancheggianti. La normale abbassata dal punto d'incontro delle linee di difesa sulla metà del lato di base prende il nome di *perpendicolare* del fronte.

La linea *abcdef* indica la *magistrale* cioè la proiezione orizzontale della sommità del muro di scarpa detta *cordone*. Questa magistrale serve ad indicare in fortificazione permanente il tracciato delle opere ed è rappresentata dalla linea suddetta quando il fosso è asciutto e dalla proiezione della linea d'incontro del pelo dell'acqua con la scarpa esterna del ramparo allorchè il fosso medesimo è inondata.

Nel caso considerato le faccie *ab, cf* sono lunghe $\frac{1}{3}$ del lato di base e raggiungono così la massima estensione assegnata a questi elementi nei fronti dell'epoca moderna, giacchè nei primordii di essa i *bastioni b, a, ab* si tennero molto ristretti. I fianchi *cb, de* risultano quasi normali alle linee di difesa e sono ad un sol ordine di fuoco. Nei fronti italiani ed in quelli che ne derivarono immediatamente, il fianco si fece invece a più ordini di fuoco e normale alla cortina, onde aver le possibilità d'impiegarvi buon numero di artiglierie e di fiancheggiare con grande efficacia la linea principale del fronte, cioè la cortina; ma siccome per soddisfare da un lato alla prima condizione occorre impiegare i *fianchi bassi casamattati*, organizzati, come lo indicano le figure 1179 e 1180, che rimasero in seguito mascherati per l'aggiunta di un'opera addizionale esterna, e tosto si riconobbe per altra parte come la cortina non costituisse l'elemento principale del fronte, così si abbandonò il fianco triplo normale alla

cortina stessa e si assunse per esso la forma e direzione riportate nella figura 1178 già citata.

Prima di addivenire a questa disposizione e sempre nell'intento di aumentare l'armamento e potenza dei fianchi in parola, se ne adottarono dei tripli a cielo scoperto, ma anche tale forma venne poi lasciata in disparte, poichè i vari fianchi trovandosi molto vicini, tanto orizzontalmente che verticalmente, ne succedeva in primo luogo che i tiri i quali sorvolavano uno dei più bassi, urtando nella scarpa di quello immediatamente più alto originavano schegge molto numerose e dannose al terrapieno sottoposto ed in secondo luogo ch'era impossibile tirare contemporaneamente dai vari ordini, onde cessava il vantaggio dell'aumento di potenza a cui si mirava.



Fig. 1178.

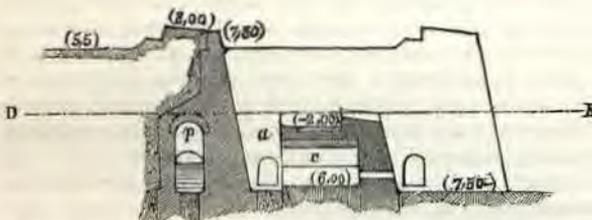


Fig. 1180. — a, Cortile; c, casematte; m, magazzini; p, passaggi.

Nel fronte bastionato la controscarpa del fosso non si ripiega parallelamente alla magistrale ma si mantiene in ogni mezzo-fronte secondo un'unica direzione la quale o risulta parallela alla faccia del bastione o allineata dal saliente di questo all'angolo di spalla dando origine così ad un vistoso allargamento del fosso suddetto dinanzi alla cortina. Tale disposizione è necessaria per evitare che dinanzi alla cortina medesima venga a risultare un rialzo capace di mascherare l'azione dei fianchi, rialzo che esisterebbe ove si ripiegasse il fosso parallelamente alla magistrale summentovata.

Le opere esterne che si riscontrano nel fronte di cui discorriamo sono: la *tanaglia*, la *mezzaluna* o *rivellino* e relativo *ridotto* e la *strada coperta* colle sue dipendenze.

La *tanaglia* *ghik* è elevata allo scopo di proteggere col suo rilievo la cortina e specialmente poi lo sbocco, sulla metà di questa, della comunicazione che mette la piazza in relazione coll'esterno e che è disposta generalmente secondo la capitale del fronte. La *tanaglia* serve inoltre a dare dei tiri radenti il fondo del fosso laddove

questo si allarga per non mascherare l'azione dei fianchi. Essa di rilievo molto inferiore a quello della cinta principale ebbe poi varie forme, la più usitata delle quali è rappresentata nella figura 1178 e composta di due faccie *gl, mk* poste sulle linee di difesa e di una cortina *lm* riunente le faccie stesse.

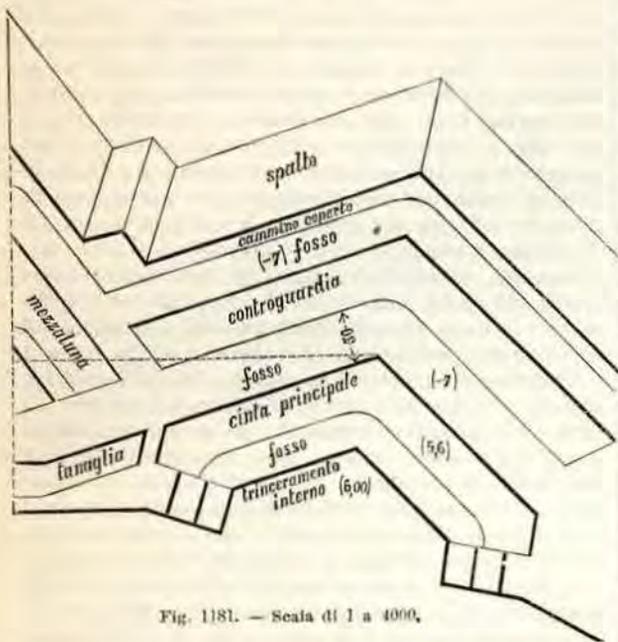
Il *rivellino* o *mezzaluna* *opq* venne anch'esso situato sulla capitale del fronte per proteggere col suo rilievo le parti retrostanti della cinta principale, per formare un saliente *p* sporgente verso l'esterno più di quelli *a* e *f* dei bastioni onde obbligare l'assediate che vuol penetrare nella piazza ad eseguire più attacchi successivi e finalmente per sopprimere i *settori indifesi* *xy* e *x, ay*, non battuti dalle parti del fronte e costituenti perciò una zona percorribile senza difficoltà dall'assalitore. Nei primordii il rivellino si fece semicircolare o a forma di piccolo dente, ma successivamente pur mantenendogli quest'ultimo tracciato, allo scopo di sviluppare ognor più i vantaggi a cui dà luogo, lo s'ingrandì e lo si portò alle dimensioni indicate nella figura 1178. Nell'interno di esso quando lo spazio lo permise, si collocò poi un ridotto *rstuv* formato a lunetta e separato dal terrapieno del rivellino da apposito fosso. Il ridotto in parola serve a prolungare la difesa nella mezzaluna giacchè l'assediate che sia obbligato ad abbandonar questa può ritirarsi in quello ed obbligare l'assediate ad un nuovo attacco prima di procedere verso la cinta principale. Il rilievo del ridotto di mezzaluna è superiore a quello della mezzaluna, entrambi però sono inferiori a quello della cinta e superiori a quello della tanaglia, che ordinariamente è tenuta col ciglio di fuoco a livello del terreno naturale.

Il profilo delle opere esterne sin qui menzionate è nel complesso simile a quello della cinta principale giacchè ne differisce solo per il comando e per la grossezza del parapetto.

Gia si esposero gli scopi raggiunti coll'adozione della strada coperta; la figura 1178 mostra ora com'essa sviluppavasi tutt'attorno alla controscarpa sia della mezzaluna che della cinta principale, presentando in corrispondenza degli angoli formati dai vari suoi tronchi degli allargamenti detti *piazze d'armi salienti e rientranti*, secondochè corrispondevano o ad un saliente o ad un rientrante del tracciato. Queste piazze d'armi costituivano così degli spazi adatti alla riunione di ragguardevoli forze destinate o a difendere la strada coperta o ad uscire da essa per eseguire qualche operazione contro i lavori d'attacco elevati al di là dello spalto. Nel fronte che qui consideriamo gli allargamenti in A rappresentano delle piazze d'armi salienti. Quelli in B e C delle piazze d'armi rientranti. Quest'ultime hanno il terrapieno occupato in parte da un dente molto aperto, munito di fosso e col parapetto alto poco più dello spalto, che chiamasi *ridotto di piazza d'armi rientrante* e che serve a render possibile una prolungata difesa della strada coperta. In corrispondenza delle parti più lunghe di essa ed in direzione normale alla controscarpa, sono poi disposte delle *traverse*, costituite da un semplice parapetto in terra armabile con fucileria e destinate a proteggere le parti su cui sorgono dai *tiri d'infilata*, cioè dai colpi sparati da artiglierie nemiche collocate sul prolungamento esterno delle parti medesime ed a render possibile di effettuare in queste delle difese successive. Perchè tali traverse non impediscano poi la circolazione nel cammino coperto, un passaggio largo dai 2 ai 3 metri gira tutt'attorno alla testata esterna di esse.

Un'altra opera addizionale esterna frequentemente impiegata nei fronti dell'epoca moderna si è la *controguardia*, che è formata da un dente colle faccie paral-

lele a quelle del bastione e che costituì così una linea difensiva ad esso anteposta. La figura 1181 qui annessa indica la posizione relativa assunta dalle opere esterne fin qui menzionate quando esiste la controguardia e mostra anche come in tal caso l'assediate prima di pervenire alla cinta principale debba impadronirsi delle due linee difensive costituite una dallo spalto e l'altra dalla mezzaluna e dalla controguardia.



I trinceramenti interni si elevarono per dar modo di prolungare la resistenza anche quando fosse caduto il corpo di piazza; se ne ebbero di varie forme e la fig. 1178 ne riporta due fra le più usitate. Il bastione di sinistra ha nell'interno un cavaliere, cioè una lunetta GHIKL, colle faccie HI e IK e coi fianchi GH e LK rispettivamente paralleli ai corrispondenti elementi del bastione medesimo. Il rilievo di questo è inferiore al comando di quella e per conseguenza al difensore che si ritiri nel cavaliere è dato di resistere ancora al nemico che sia pervenuto nell'opera antistante.

Il bastione destro della medesima figura 1178 è invece internamente munito di un trinceramento composto di due faccie CD, EF formanti una tanaglia smussata al rientrante da una cortina DE. Tale trinceramento ha lo stesso rilievo della cinta ed è destinato ad entrare in azione allorchè questa essendo imbrecciata sul prolungamento del fosso di mezzaluna, trattasi di respingere le colonne d'assalto le quali tentino per tale breccia di penetrare nel bastione.

L'armamento dei fronti sin qui considerati componevasi di artiglieria e di fucileria. La prima disponevasi preferibilmente in vicinanza dei salienti onde potesse agire sul nemico anche quando trovavasi lontano, ma per rendere potente il fiancheggiamento usavasi di frequente anche nei fianchi. E siccome in quest'ultimo caso i pezzi risultavano molto esposti al tiro dell'assalitore e questi poteva perciò smontarli e privare il fronte del fiancheggiamento suddetto, così si cercava di evitare tale inconveniente basando il fiancheggiamento stesso sull'impiego della fucileria, tenendo cioè nei fronti ben costruiti le linee di difesa non più lunghe della gittata efficace del fucile. Tale gittata essendo però molto corta,

si era obbligati a moltiplicare i fronti che costituivano una data piazza ed a render perciò assai costoso l'impianto di questa.

FORMA GENERALE DELLE PIAZZE FORTI DELL'EPOCA MODERNA. — Le piazze dell'epoca moderna erano pertanto costituite dalla riunione di varii fronti bastionati costruiti sui lati del poligono base racchiudente lo spazio da proteggersi. Se uno di questi lati risultava troppo lungo si ponevano su di esso due o più fronti affinché in ciascuno di essi risultassero soddisfatte le condizioni necessarie per ottenere un buon fiancheggiamento.

Le cinte dovevano altresì distare dall'abitato in esse compreso tanto da render facile l'accorrere delle forze della difesa sui punti minacciati e da evitare che i progetti i quali colpivano le costruzioni retrostanti ai rampari dessero origine a scheggie dannose pei difensori stabiliti sui terrapieni. Quest'ultimo principio, incontestabilmente utile, non poteva però sempre applicarsi, giacchè alcune volte la sua attuazione avrebbe originato cinte di enorme estensione non compatibili colle risorse finanziarie disponibili e tal'altra lo sviluppo progressivo degli abitati faceva scomparire lo spazio stesso lasciato all'atto della costruzione della piazza.

I varii fronti erano forniti di opere addizionali esterne ed interne più o meno numerose dipendentemente dalla maggior o minor importanza della fortezza e dal punto che in questa occupavano, e tali opere erano naturalmente accumulate in grande quantità nei luoghi deboli per natura o presumibilmente più esposti ad essere attaccati.

COMUNICAZIONI. — Le comunicazioni dall'interno all'esterno delle cinte facevasi mediante aperture praticate in queste, chiamate *poterne* quando servivano a solo uso militare, e *porte* allorchè erano promiscuamente impiegate dai civili e militari. In generale le une e le altre erano situate sulla capitale dei varii fronti e costituite da un androne largo 4 o 5 metri, alto altrettanto, ricoperto da volta, che dopo aver traversata la cortina sboccava nel fondo del fosso che divideva questa dalla tanaglia, allorchè il primo era asciutto. Pervenuti al fondo del fosso oradetto si girava su di questo attorno alla tanaglia e si veniva al piede della controscarpa in corrispondenza delle piazze d'armi rientranti. Qui vi delle rampe o gradinate addossate alla prima conducevano alla strada coperta, da dove mediante aperture lasciate nello spalto in corrispondenza delle piazze d'armi già dette si giungeva alla campagna.



Fig. 1182.

Alcune volte l'androne costruito sulla metà della cortina prolungavasi sotto la tanaglia e sboccava direttamente avanti a questa nel fosso principale. In tal caso per attraversare poi quest'ultimo al coperto si costruiva, sempre in capitale del fronte, una poterna compresa fra due parapetti nel modo indicato dalla figura 1182 e si formava così lateralmente ad essa una doppia caponiera scoperta. Per mezzo di questa e della poterna suddetta giungevasi al sicuro dietro al ridotto di mezzaluna. Protetti quindi dai rilievi di questo e del rivellino si raggiungeva ancora il piede della controscarpa in corrispondenza delle piazze d'armi rientranti e si proseguiva verso l'esterno nel modo già detto.

Le comunicazioni ora descritte si attuavano coi fossi asciutti, quando essi erano accepi tali comunicazioni si

costituivano invece con ponti in muratura e legname o con dighe in terra, costrutti attraverso ai fossi medesimi dapprima sulla capitale del fronte per raggiungere la mezzaluna od il suo ridotto e quindi attraverso al fosso di quest'opera fino ad entrare nella strada coperta in corrispondenza delle solite piazze d'armi. La cortina, la tanaglia, i rampari del rivellino e del ridotto di questo si attraversavano mediante androni o poterne normali alla linea di fuoco di tali parti e sbocanti poco sopra il pelo dell'acqua.

Si accedeva infine alle opere addizionali sì esterne che interne mediante rampe o scale appoggiate sul rovescio di esse vale a dire sul fronte opposto alla parte da cui fervevasi il nemico e che è detto di *gola*. La figura 1178 indica come sono disposte queste rampe larghe generalmente da 2^m.50 a 3^m ed inclinate a 6 di base per uno di altezza.

Prima di abbandonare la fortificazione moderna crediamo utile il rilevare nuovamente come nelle opere costrutte in quest'epoca dalla scuola francese si abbia quasi assenza completa di casamatte. Tale fatto è originato in parte dal deficiente sviluppo raggiunto dall'arte del costruttore riguardo ai sistemi di ventilazione dei locali, per cui quelli in parola riuscivano ben presto intenibili per effetto del fumo che vi ristagnava, ma è anco attribuibila alla poca potenza ed esattezza possedute dalle bocche a fuoco di quei tempi che sparavano solo dei progetti pieni, i cui effetti erano benissimo riparati col solo parapetto, senza perciò aver bisogno di ricorrere a costruzioni più complicate e costose. E questo è da ritenersi tanto più vero inquantochè durante l'epoca in parola non mancò chi spingesse all'impiego delle casamatte, giacchè gl'Italiani all'origine e i Tedeschi dipoi ne fecero largo uso. Malgrado questi reiterati inviti esse però non furono adottate dalla scuola predominante, per cui anzichè ascriverlo ad errore di questa, sembra sia da attribuirsi tale insistenza all'assenza della causa efficiente determinante l'impiego delle casamatte medesime. La scuola francese ebbe però il torto d'insistere ad avvertarle anche quando, i progressi dell'artiglieria essendo divenuti sensibili, l'antica organizzazione si dimostrò affatto insufficiente, ma allora decadde malgrado che uomini d'ingegno non comune ne sposassero e difendessero strenuamente l'idea. E questo serva di riprova al già detto, cioè: che per fare buone fortificazioni occorre tenere il massimo conto dello sviluppo raggiunto dai vari elementi impiegati per offenderle e difenderle e soprattutto dello stato dell'armamento.

CONSEGUENZE DELL'INTRODUZIONE DELLA RIGATURA NELLE ARTIGLIERIE. — L'introduzione della rigatura nelle artiglierie, avvenuta verso la metà del nostro secolo, produsse uno sconvolgimento nell'arte fortificatoria paragonabile solo a quello avvertitosi al comparire delle armi da fuoco. Le ragioni di questa nuova trasformazione traggono origine dai seguenti fatti.

Il perfezionamento suaccennato rese regolare e stabile il movimento del progetto nell'aria, molto esatto il tiro delle bocche a fuoco e quindi accrebbe grandemente le probabilità di colpire il bersaglio.

Le artiglierie rigate lanciano poi dei progetti cilindro-ogivali i quali, a parità di calibro, pesando molto più degli sferici, e risentendo meno di questi, durante la traiettoria, l'effetto ritardatore della resistenza dell'aria, giungono al punto colpito dotati di maggior velocità e quindi di maggior forza di penetrazione. Inoltre i progetti attuali sono lanciati con forti cariche; risultando quindi, rispetto agli sferici, sollecitati da forza impellente più grande e da forza ritardatrice più piccola, hanno gittate

molto più lunghe e riescono pericolosi entro spazii molto più estesi.

I progetti cilindro-ogivali hanno altresì la proprietà di esser tutti *scoppianti*, sono cioè provvisti di una carica interna che accendesi quando i medesimi urtano nel bersaglio e li rompe in grande quantità di frantumi detti *scheggie*, le quali danneggiano non solo il punto colpito ma anche gli oggetti che si trovano dintorno a distanza rilevante. L'accensione della carica interna è prodotta dalla esplosione della *spoletta*, che è un congegno automatico unito al progetto, provvisto di materia fulminante, la quale deflagra e infiamma la carica suddetta o per effetto dell'urto o perchè entro un certo tempo, eguale alla durata della traiettoria, trovasi in contatto di una materia incandescente accesa dalla vampa della carica adoperata nello sparo. Le granate, ossia i progetti ordinarii delle odierne artiglierie, quando son munite di spolette della seconda specie, cioè *a tempo*, scoppiano dopo esser penetrate nel bersaglio e vi producono quindi dei guasti assai rilevanti, poichè vi fanno l'effetto di altrettante piccole mine.

Oltre le granate oggi poi si adoperano anche gli *shrapnels*, cioè dei progetti di forma uguale a quella delle granate suddette, contenenti una carica interna costituita da una certa quantità di polvere e da molte palette che disperdono all'atto dello scoppio producendo una fitta grandine micidiale per gli uomini e materiali che vi si trovano esposti.

Il tiro esatto e potente che si eseguisce colle artiglierie rigate rende oltracciò possibile l'effettuazione del tiro *indiretto*, cioè permette di trarre con sufficiente esattezza ed efficacia anche contro bersagli non visti dalla località ove è collocata la bocca da fuoco. Tale fatto è d'importanza capitale, perchè mentre nei tempi andati era da ritenersi che l'esser coperti alla vista equivaleva ad esser protetti dal tiro, ora ciò non è più vero, e può succedere benissimo che uomini, pezzi e murature sieno posti fuori di combattimento od imbrecciati anche quando sieno riparati per tutta l'altezza da un'apposita massa coprente.

L'introduzione della rigatura ha permesso infine di migliorare anche il tiro arcato, il tiro cioè che agisce verticalmente dall'alto al basso cimentando la resistenza delle coperture dei locali disposti nelle opere e che costituiscono le parti meno robuste dei locali medesimi.

I perfezionamenti dell'artiglieria in succinto qui indicati obbligarono pertanto ad introdurre radicali cambiamenti nel modo di organizzare le opere, vediamo adunque quali sieno tali varianti e quali in conseguenza le modificazioni da introdursi nei principii da seguirsi per ben costruire le opere stesse.

PROFILO - GROSSEZZA DEL PARAPETTO. — Il profilo dovette esser irrobustito in tutte le sue parti, onde renderlo capace di resistere sia contro i preesistenti ed accresciuti effetti di penetrazione, sia contro i nuovi prodotti dallo scoppio dei progetti. La grossezza dei parapetti che erasi tenuta di 6 metri fu portata quindi normalmente ad 8 metri ed anche a 10 e 12 metri quando si trattò di resistere ai grossi calibri di cui sono armate le batterie delle navi, destinate ad attaccare le opere costali.

La scarpa esterna del ramparo essendo la parte di questo più direttamente esposta al tiro, in seguito alla introduzione dei progetti scoppianti risultò facilmente rovinabile, per aumentarne la stabilità invece di tenerla colla pendenza naturale delle terre la si fece adunque inclinata del 5 di base per 4 di altezza e la si spezzò in varie parti alte circa 3 metri, separate l'una dall'altra da tratti orizzontali larghi da 0^m.60 ad 1^m.00 detti *berme*

o *rilasci* che servono ad arrestare le terre che franano al disopra di essi ed a facilitare il collocamento degli operai incaricati di ripaleggiarle per ripristinare la scarpa.

DEFILAMENTO DELLE MURATURE. — Per aver le murature rivolte verso il nemico ben protette non bastò più tenerle interamente coperte alla vista ossia farle col cordone all'altezza del ciglio superiore della massa antistante, ma si fu obbligati ad abbassare il primo rispetto al secondo affine di aver le murature stesse *defilate*, cioè sicure anche dai tiri indiretti che sfiorano il ciglio ora detto e conservano forza e inclinazione sufficienti per danneggiarle.

Nello stato attuale delle artiglierie si ritiene che il tiro limite pericoloso per un muro è quello che percorrendo una traiettoria compresa in un piano perpendicolare al paramento esterno di esso lo urta con angolo di caduta che ha per tangente $\frac{1}{3}$. Per ottenere il defilamento completo del muro in parola occorre quindi tenere il cordone sottoposto al ciglio della massa coprente di una quantità eguale al $\frac{1}{3}$ della distanza che corre fra i piani verticali contenenti le due rette summentovate. Il muro si dice allora defilato al $\frac{1}{3}$, ma è da notarsi che questo defilamento esiste bensì per i progetti urtanti perpendicolarmente la faccia esterna di esso ma non per gli altri che lo incontrano obliquamente, ond'è che ove vogliasi ottenere la protezione suddetta anche rispetto a quest'ultimi tiri converrà tenere ancor più basso l'accennato cordone. Siccome però una tale disposizione conduce a fossi di profondità troppo rilevante, così in tesi generale si rinuncia al defilamento dai tiri obliqui e si determina l'altezza dei muri esposti ad esser imbrecciati, considerando solo i diretti.

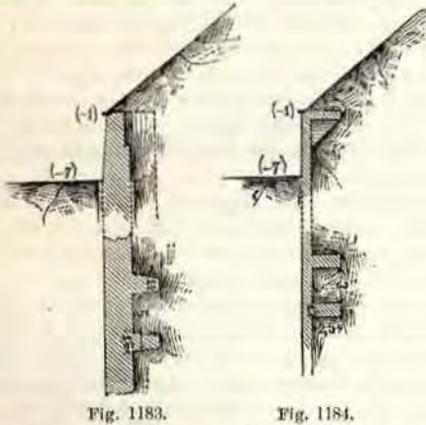


Fig. 1183.

Fig. 1184.

Costruzione dei muri. — Perché poi le murature di scarpa siano atte a resistere convenientemente al tiro, anche quando sia demolita od abbassata la massa destinata a proteggerle, oggi si costruiscono più di sovente a *disarico*, cioè le si formano, anziché con la sezione piena e continua indicata nella figura 1183, di tanti locali ricoperti da volta, larghi dai 3 ai 5 m. alti dai 2 ai 4 metri (fig. 1184) e disposti su uno o più piani dipendentemente dall'altezza totale del muro. Adottando tal modo di costruzione si liberano invero i muri in parola dalla spinta delle terre retrostanti, per cui quando si voglia aprire una breccia nel ramparo dai primi sostenuti, non basta più demolire il tratto di scarpa che vi corrisponde ma occorre anzitutto imbrecciare la parete grossa non meno di m. 0.80 che maschera anteriormente i locali già detti e quindi determinare la caduta di un certo numero di volte, abbattendo i piedritti che le sorreggono. Nel complesso occorre adunque eseguire una serie di operazioni

lunghe e difficili che possono essere agevolmente contrastate e rese impossibili dal difensore per poco che sia vigilante ed attivo.

I muri a *disarico* ora descritti s'impiegano spesso e per ragioni d'economia anche alla controscarpa, perché attesa l'altezza rilevante di essa a parità di resistenza, risultano rispetto ai pieni di volume assai minore.



Fig. 1185.

GALLERIE DI SCARPA E CONTROSCARPA. — Soventi nelle pareti anteriori dei locali costituenti i muri a *disarico* si praticano delle *feritoje* cioè delle aperture di forma speciale che permettono a chi sta entro ai locali medesimi di tirare col fucile nel fosso. Gli ambienti in parola

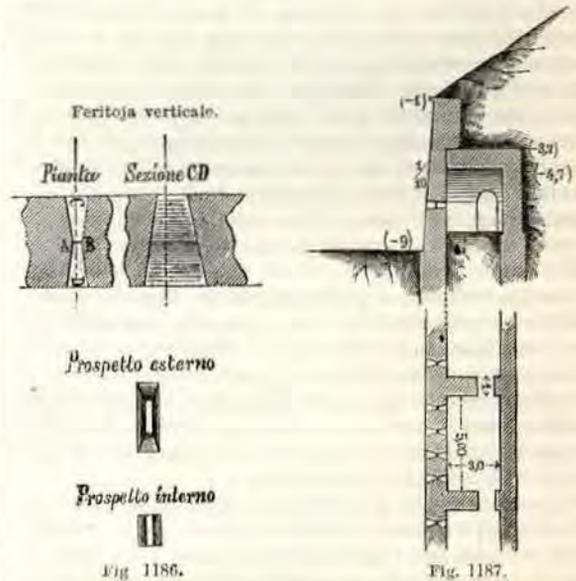


Fig. 1186.

Fig. 1187.

sono in questo caso chiusi sul rovescio da un muro destinato a sostenere le terre retrostanti e posti in comunicazione mediante aperture larghe m. 1.50 praticate nei piedritti che sorreggono le volte. La costruzione che ne risulta chiamasi *galleria di scarpa* o di *controscarpa* secondochè è posta al piede dell'una o dell'altra di tali parti del profilo. Le *feritoje* sono *orizzontali* o *verticali* secondochè hanno la dimensione più lunga posta orizzontalmente o verticalmente. Esse sono formate come lo indicano le precedenti figure 1185 e 1186 e debbono sempre risultare collo spigolo inferiore A B della sezione ristretta alto da m. 1.10 a m. 1.30 sul pavimento della galleria e non meno di 2 m. sul fondo del fosso che battono. La figura 1187 indica poi il profilo trasversale e la pianta di una delle suddette gallerie.

MURI STACCATI. — Un altro mezzo usato molto oggidì per rendere difficile l'eseguimento di breccie praticabili nelle scarpe dei rampari consiste nel fare *staccato* il muro che vi corrisponde, nel disporlo cioè al piede della scarpa in terra suddetta, che viene prolungata colla pendenza di 5 di base per 4 di altezza fino al livello del fondo del fosso. Questi muri staccati hanno sugli aderenti i pregi: 1° di non dar luogo alle breccie praticabili suddette, perchè quand'anche vengano demoliti per una certa altezza formano coi rottami delle rampe talmente aspre ed ineguali che risultano impercorribili da truppe ordinate; 2° di riuscire meno costosi poichè non essendo soggetti ad alcuna spinta basta farli grossi da m. 1 a 1.50 per averli sufficientemente resistenti; 3° di riuscir meglio deflati inquantochè senza introdurre radicali cambiamenti nel profilo si possano avvicinare più degli altri alla controscarpa; 4° di render possibile di stabilire dietro ai medesimi e a m. 0.50 sopra il fondo del fosso una striscia di terreno orizzontale larga da 1 a 3 m. occupabile con una riga di tiratori coperti dal rilievo dei muri stessi e destinati a battere il fondo del fosso antistante attraverso a feritoje aperte nei medesimi. La zona in parola prende il nome di *cammino di ronda*.

I muri staccati, che si dicono anche alla *Carnot* dal nome dell'autore che più ne propugnò l'impiego, hanno realmente i pregi suesposti, ma ad essi contrappongono il non lieve difetto di rendere il profilo, in cui sono applicati, molto più esteso di quello che sarebbe col rivestimento aderente e perciò sono adottati solo quando il terreno d'impianto dell'opera non è ristretto. E siccome ove questo terreno sia un po' accidentato, come in collina ed in montagna, non è facile che sia soddisfatta tale condizione, così si vede che in tali casi non si potrà generalmente ricorrere ai muri di cui abbiamo qui parlato.

TERRAPIENO. — Il terrapieno del ramparo nel profilo odierno si spezzò in due parti destinate la più alta a sostenere i pezzi ed il personale incaricato di servirli e la più bassa a porre in comunicazione le varie parti dell'opera.

I due piani ora detti sono inclinati del 2 o 3 per 100 verso l'interno per permettere lo scolo delle pluviali e si chiamano l'uno *terrapieno alto*, l'altro *terrapieno basso*. Si tiene poi questo più depresso di quello, affinchè chi percorre il terrapieno basso sia riparato dal rilievo del parapetto dai tiri curvi che ne sfiorano il ciglio avendo l'angolo di caduta con la tangente compresa fra $\frac{1}{6}$ e $\frac{1}{7}$. I due terrapieni hanno generalmente la larghezza di 6 a 7 m., un dislivello di m. 1.50 a 3 m. e si raccordano con una scarpa inclinata a 45°.

DISPOSIZIONE DEI PEZZI SUI TERRAPIENI. — L'armamento dei rampari nell'epoca moderna era composto promiscuamente da artiglieria e fucileria, ma dopo l'introduzione della rigatura divenne quasi esclusivamente formato con la prima, inquantochè l'attaccante colle attuali bocche a fuoco può danneggiare le opere collocandosi lontano da esse e all'infuori dell'azione della fucileria nelle medesime appostate, e il difensore per controbatterlo efficacemente deve quindi pensare a opporgli mezzi proporzionati. Oltreacciò è a considerarsi che l'assediante per offendere oggi una data opera può disporsi su una zona non solo molto profonda ma altresì estesa concentricamente all'opera stessa, ove l'assediate adunque voglia mettersi in condizioni tali che gli permettano di colpire l'avversario entro tutta quella zona pericolosa è obbligato a predisporre le proprie artiglierie in maniera che abbiano tanto orizzontalmente quanto verticalmente il massimo campo di tiro, compatibile cogli affusti su cui

sono incavalcate. Ed è per questo che invece di collocarle sui terrapieni in modo che traggano da aperture praticate nel parapetto, chiamate *cannoniere* e tanto usate per l'addietro, conviene situarle in *barbetta*, cioè in modo che sparino al disopra del ciglio del parapetto stesso.

L'organizzazione in cannoniera meglio provvede alla protezione del personale situato sul terrapieno, poichè mentre con essa si tiene relativamente basso il parapetto in corrispondenza dei pezzi, lo si rialza lateralmente a questi in modo da coprire chi vi sta vicino; ma siccome tale disposizione non trascurava altresì di produrre una limitazione nel campo di tiro orizzontale dei pezzi suddetti ed un indebolimento nel parapetto, e questi fatti si trovano in aperta contraddizione colle esigenze già enumerate, così all'organizzazione suespressa, incapace di soddisfare a queste esigenze, deve sempre preferirsi quella a barbetta che protegge meno i serventi ma evita gli altri essenzialissimi inconvenienti. A tale riguardo è poi da osservarsi che oggi l'altezza degli affusti è portata al punto da permettere che l'asse degli orecchioni delle bocche a fuoco risulti sempre sollevato di m. 1.80 a 2 m. sopra il piano su cui appoggiano le ruote, uguale altezza è adunque assegnabile anche alla scarpa interna del parapetto e si può quindi ottenere da essa sufficiente protezione per i serventi anche usando il tiro in barbetta.

COMANDO DEI RAMPARI. — Vedemmo già che nell'epoca moderna il ciglio di fuoco dei rampari elevavasi in media di 6 m. sulla campagna; oggi che il tiro è più lungo conviene per certo aumentare tale altezza affinchè i pezzi della difesa acquistino maggior dominio e meglio scorgano il terreno d'attacco; ma è da notarsi che se l'indicato aumento fornisce per una parte i vantaggi accennati, ove sia esagerato produce dall'altra gli inconvenienti di rendere molto voluminose e visibili le opere e perciò troppo costose e grandemente esposte al tiro nemico. Ond'è che per mettere d'accordo queste opposte esigenze si è stabilito che l'altezza in parola sia compresa fra un massimo di 12 m. ed un minimo di 7 m. e che non superi nei casi ordinarii gli 8 m. o 10 m. Si suppone inoltre indicando questi limiti che il rilievo normale del ciglio di fuoco sul terrapieno alto sia di 2 metri.

CAMMINO DI RONDA E SPALTO. — Nei profili dell'epoca moderna al di là del fosso esisteva la strada coperta, ora invece quest'opera è generalmente abbandonata, giacchè in primo luogo i cambiamenti apportati al tracciato delle piazze e che meglio vedremo in seguito non la rendono più necessaria in tutti i casi, e poi perchè con tale soppressione si ottiene il vantaggio di avvicinare il ciglio dello spalto al muro di scarpa e si facilita così il defilamento di questo.

Spesso però, allo scopo di rendere ancor possibile la sorveglianza del terreno posto in prossimità delle opere, non si trascurava completamente il cammino coperto ora detto e si costruiva tutt'attorno alla controscarpa una zona orizzontale larga 2 o 3 m. che permetta la circolazione degli uomini incaricati di eseguire il servizio succitato. Tale zona prende il nome di *cammino di ronda* ed è protetta anteriormente dal rilievo dello spalto che si solleva su di esso non mai meno di 2 m. La scarpa interna di tale spalto è organizzata per fucileria ed il pendio ha inclinazione compresa fra $\frac{1}{10}$ e $\frac{1}{20}$. Il rilievo assoluto dello spalto sul terreno naturale deve essere poi determinato in modo che sia inferiore a m. 3.50 e che si raccordi al terreno ora detto con un pendio il quale abbia l'inclinazione già detta e risulti efficacemente battuto dai tiri che partono dal retrostante ramparo. Quest'ultima condizione è soddisfatta allorchè il prolungamento del

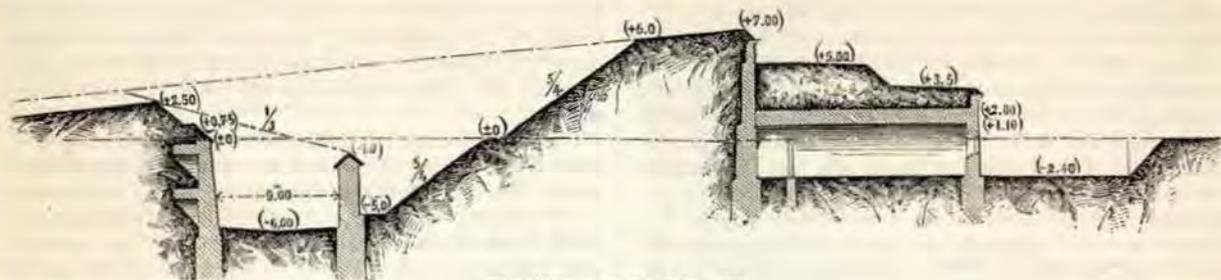


Fig. 1188. — Scala di 1 a 500.

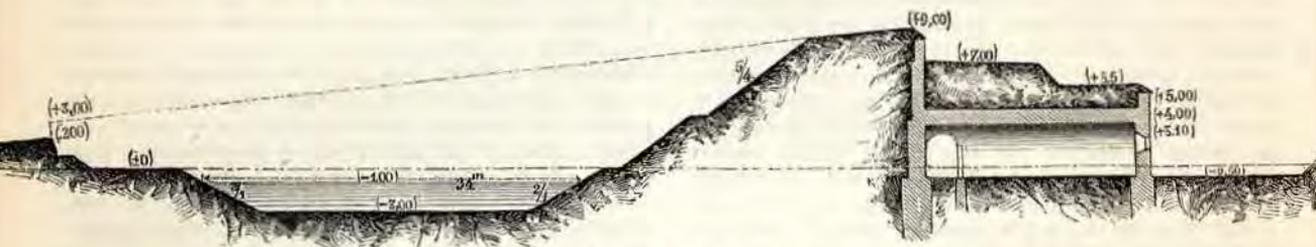


Fig. 1189. — Scala di 1 a 500.

pendio del parapetto non incontra la scarpa interna dello spalto e passa a non più di m. 0.80 sul ciglio di esso.

Fosso. — Nel profilo attuale il fosso forma ancora l'ostacolo al procedere del nemico, ma le nuove esigenze imposte dalla necessità di meglio proteggere le murature hanno indotto, quando queste esistano, ad introdurre cambiamenti assai rilevanti nei criteri da seguirsi per stabilirne le dimensioni. Ed invero finchè bastò fare i muri coperti solo alla vista, tali dimensioni, purchè rendessero il fosso un ostacolo non superabile con ponticelli gettati attraverso ad esso al momento dell'assalto, poterono essere qualunque, ma ora che esiste il defilamento questa libertà è scomparsa, ogni allargamento si traduce in un abbassamento, e se si vuole quindi evitare la costruzione di fossi troppo profondi, cioè di costoso e difficile esequimento, e adottare per la scarpa defilata dei medesimi l'altezza minima di m. 5, conviene limitarne la larghezza riducendola al puro indispensabile. Ed è questo appunto ciò che si è fatto, si è tenuta cioè minima la larghezza del fosso in parola, variandola fra gli 8 ed i 12 m. e si è determinato poi in base a questo dato ed all'esigenze del defilamento la profondità, che viene così a risultare compresa fra i 6 e gli 8 m. I fossi asciutti delle opere odierne hanno dunque il carattere spiccatissimo di apparire molto profondi e poco larghi ed assumono in tal modo forma opposta a quella ad essi attribuita nelle opere costrutte nell'epoca moderna.

FOSSE ACQUEI. — Nulla è variato riguardo alle dimensioni dei fossi acquee, giacchè essendo essi ordinariamente sprovvisti di muri di rivestimento debbono farsi larghi ed alti quanto occorre per renderli atti a costituire un ostacolo importante. E perchè questa condizione sia completamente soddisfatta occorre pertanto tenere in essi la profondità tale da permettere di mantenervi permanentemente l'acqua alta non meno di 1.80 a 2 m. e la larghezza non inferiore ai 15 metri.

Le scarpe di questi fossi sono inclinate a 45° oppure a 2 di base per 1 di altezza, onde riescano più resistenti alla corrosione dell'acqua specialmente quando essa è corrente.

Nei profili a fosso acqueo è frequente l'uso della strada coperta, poichè essa in tal caso avvantaggia la difesa e

sorveglianza vicina dell'opera nel senso che permette di riunire le forze a ciò destinate in località ben protetta, prima che incomincino ad operare e dopochè hanno superate le difficoltà inerenti al passaggio del fosso, che dovendosi eseguire su ponti, dighe o galleggianti sciolti risulta sempre operazione lunga e bisognevole di speciale protezione onde sia impedito al nemico di sbaragliare alla spicciolata i passanti e di render così infruttuosa ogni loro ulteriore azione.

I profili delle opere che si costruiscono oggidì risultano pertanto quali li dimostrano le due seguenti figure 1188 e 1189, nelle quali sono rappresentati rispettivamente il tipo per fosso asciutto e quello per fosso acqueo.

PARTICOLARI INTERNI. — Com'è indicato dalle figure stesse (1188, 1189), sotto i terrapieni esistono dei locali i quali per la posizione che occupano risultano riparati da tutti i tiri nemici. Tali costruzioni *casamattate* si rinvengono in grande abbondanza nelle opere odierne, si dicono *ricoveri per uomini e materiali*, formano un terzo elemento costitutivo delle opere stesse, reso necessario dall'introduzione dell'artiglierie rigate, chiamato *particolari interni*, e servono infine a far raggiungere uno degli scopi della fortificazione, quello cioè di preservare il più lungamente possibile gli elementi della difesa.

Quali sieno le forme e dimensioni assunte da questi locali lo vedremo in seguito; non ristaremo però qui dall'osservare che l'esistenza dei medesimi e le conseguenti necessità di illuminarli ed arieggiarli convenientemente e di farli alti tanto da corrispondere all'uso a cui sono destinati, obbligano a tener la scarpa interna del ramparo rivestita in muratura e col piede al disotto del terreno naturale, il quale risulta perciò scavato su di una zona larga da 8 a 10 m. verso l'interno del profilo e dà origine ad una nuova parte di questo, chiamata *via interrata*.

Organizzazione dei rampari.

TRAVERSE DA RAMPARO. — L'esempio di un fronte di fortificazione moderna riportato nella figura 1178 fa vedere che durante quest'epoca i terrapieni si lasciavano totalmente sgombri e che solo il parapetto serviva a

proteggere dalle offese gli elementi difensivi impiegativi. Oggi tale organizzazione non sarebbe più ammissibile, giacchè usandosi esclusivamente progetti scoppianti i terrapieni suddetti risulterebbero talmente esposti all'azione delle schegge che diverrebbero dopo breve tempo intonabili. Per limitare adunque i danni prodotti da tali schegge si è dovuto pensare a proteggere più di quello che non faccia il solo parapetto gli uomini ed i materiali che stanno sui rampari, e ciò si è ottenuto coll'aggiunta delle *traverse*, le quali sono dei rilievi di terra grossi in sommità 5 o 6 m., disposti normalmente alla linea di fuoco per tutta la larghezza del terrapieno alto, che dividono così in tante parti sufficientemente riparate dall'effetto dei progetti caduti e scoppiati in quelle attigue. E siccome le schegge prodotte negli scoppi sono numerosissime, così si è stati condotti a far largo uso di dette traverse ed a stabilire: che ve ne sia una ad ogni due pezzi sui fronti che possono ricevere offese solo dirette, ed una ad ogni pezzo sui fronti i quali oltre ai tiri suddetti risultano sottoposti anche all'infilata cioè al fuoco di artiglierie nemiche collocate coll'asse parallelo e prossimo al prolungamento dei fronti medesimi.

RICOVERI SOTTO LE TRAVERSE. — Considerando poi che i tiri curvi sono i più dannosi per le opere e che dopo i perfezionamenti raggiunti nelle artiglierie non riescirebbe possibile il conservare sotto l'azione dei medesimi ed un po' a lungo gli elementi della difesa da stabilirsi sui terrapieni, quando vi rimanessero allo scoperto, si è cercato di usufruire la massa in terra appartenente alle traverse già dette col costruirvi dei locali riparati da qualsiasi colpo, in cui possano ritirarsi anche durante il combattimento gli uomini ed i materiali non assolutamente necessari pel servizio dei pezzi. Questi locali si chiamano *ricoveri delle traverse* e si dispongono in ogni traversa nei fronti che ne hanno una ogni due pezzi ed in traverse alternate in quelli in cui si ha uno di tali rialzi ad ogni bocca a fuoco.

PIAZZUOLE E PAJUOLI. — Il terrapieno alto è adunque occupato in parte dalle traverse-ricovero oradette ed in parte dai pezzi. Le porzioni corrispondenti a questi ultimi si dicono *piazzuole* ed hanno l'estensione occorrente per permettere il comodo servizio delle bocche a fuoco che debbono ricevere. La dimensione di queste piazzuole normalmente al ciglio di fuoco è uguale alla larghezza del terrapieno alto, l'altra parallela al ciglio suddetto si fissa caso per caso in funzione del materiale che sulla piazzuola stessa deve impiegarsi.

Gli affusti delle bocche a fuoco non appoggiano direttamente sulla superficie superiore della piazzuola ma bensì sopra al *pajuolo*, il quale è formato da *conci* di pietra da taglio incastrati entro platee di calcestruzzo che occupano la parte della piazzuola stessa su cui deve muoversi il pezzo per prendere le varie posizioni richieste dal campo di tiro assegnatogli. I *conci* suddetti sostengono alla lor volta il perno intorno al quale gira l'affusto e le rotaje in ferro su cui si sviluppano le rotelle del medesimo.

PARTICOLARI INTORNO ALLE TRAVERSE. — I ricoveri delle traverse debbono esser ricoperti da volte *alla prova* (1) e riparati tutt'attorno da uno strato di terra

grosso almeno 3 m. onde sieno assicurati contro l'effetto dei progetti che possono colpirli. Hanno il pavimento a livello del terrapieno basso, la larghezza di m. 2.00 a m. 2.50 e l'altezza dei muri perimetrali normali al ciglio di fuoco di m. 1.80 a 2 m. Se a questa altezza si aggiungono pertanto la monta e la grossezza della volta ed il rilievo dello strato di terra a questa sovrapposto, appare manifesto che le traverse debbono sporgere necessariamente dal ciglio di fuoco. Ad evitare però che la frequenza di tali traverse sui terrapieni e la sporgenza oradetta delle medesime valgano ad indicare al nemico l'appostamento delle bocche a fuoco della difesa ed a facilitare perciò il puntamento dei pezzi che lottano con queste, si è stabilito che il valore della sporgenza in parola non superi mai m. 1.50 e che si tenga possibilmente di 1 metro.

Si accede dai terrapieni basso ed alto al ricovero delle traverse per la porta costruita nel muro che le limita posteriormente e per i passaggi larghi 1 m. aperti nei fianchi delle traverse stesse, contro alla scarpa interna del parapetto. Il pavimento di questi ultimi passaggi è costituito da una scala che fa superare il dislivello esistente fra i due terrapieni. I passaggi in parola vengono però soppressi quando debbono praticarsi in traverse che appartengono a fronti soggetti al tiro d'infilata, onde evitare che i progetti provenienti da tale direzione penetrino per le aperture medesime nell'interno dei ricoveri.

Le scarpe laterali delle traverse si fanno in terra e scendono con inclinazione naturale fino ad incontrare il pendolo del parapetto ed il terrapieno alto. Quando però non si abbiano a temere tiri d'infilata le parti corrispondenti al detto terrapieno si rivestono verso il piede affinché occupino orizzontalmente spazio minore. Tali rivestimenti sono costituiti da muri non più alti di quello che sostiene la scarpa interna del parapetto e che si costruisce allo scopo di permettere agli uomini ed ai materiali situati sui terrapieni di avvicinarsi il più che è possibile al ciglio di fuoco onde riceverne valida protezione. Quest'ultimo muro ha il cordone a m. 0.50 sotto il ciglio ora detto.

I ricoveri delle traverse comunicano con le costruzioni poste sotto il ramparo mediante scale a chiocciola ricavate entro alla grossezza del parapetto anteriormente ai ricoveri stessi e come appare dalle figure 1190, 1191, le quali indicano tutti i particolari relativi all'organizzazione di una piazzuola per due pezzi.

RAMPA DI ACCESSO AI TERRAPIENI. — Perchè le artiglierie possano salire dal terrapieno basso a quello alto e discendere in senso opposto, si addossano alla scarpa di raccordamento fra i due terrapieni delle rampe larghe m. 2.50, inclinate non più del 4 di base per 1 d'altezza e poste in numero di una o due per piazzuola, dipendentemente dall'estensione di questa. La zona di terrapieno basso non occupata da tali rampe deve sempre presentare, perpendicolarmente al ciglio di fuoco, larghezza non inferiore ai 3 metri affinché i pezzi possano liberamente circolare sul terrapieno stesso; nel determinare l'ampiezza di questo convien quindi tener presente di soddisfare a questa essenzialissima condizione.

(1) Nello stato attuale delle artiglierie impiegate per l'attacco delle piazze forti, la copertura di un dato ambiente è da ritenersi alla prova, cioè capace di resistere all'urto dei progetti più potenti che possano colpirla con tiro arcato, quando essendo in muratura è formata 1° da una volta a botte a tutto sesto o ribassata con monta non inferiore al 1/3 della larghezza D del locale, e grossa in chiave $0.342 \sqrt{D}$, e 2° da uno strato di terra alto non meno di m. 1.50. — Quando la copertura è in ferro, perchè risulti alla prova deve costituirsi a) con uno strato di travi

a doppio T distanti m. 0.31 da asse in asse, alti dipendentemente dalla larghezza del locale, e m. 0.25 ove questa larghezza non sia superiore ai m. 4.00, b) con uno strato di calcestruzzo sovrapposto ai ferri suddetti alto m. 0.30, c) con altro strato di terra alto non meno di m. 1.50. — Il calcestruzzo riempie anche i vuoti esistenti fra i travi a doppio T ed è sostenuto in corrispondenza di questi intervalli da lamiere di ferro grosse m. 0.025 leggermente arcuate e appoggiate sulle tavole inferiori dei travi medesimi.

Generalmente si accede dal terrapieno interno a quello basso mediante altre rampe in terra, larghe da 3 a 4 m., inclinate del 6 al 10 di base per 1 di altezza, poste parallelamente o normalmente alla linea di fuoco come indicano le figure 1192, 1193, 1194, 1195. La seconda disposizione è preferibile specialmente quando esiste la via interrata. Le rampe in parola sono distribuite in modo che in ogni opera se ne abbia una ad ogni 80 o 100 m. di sviluppo di linea di fuoco.

Particolari interni.

VARIE SPECIE DI LOCALI COSTITUENTI I PARTICOLARI INTERNI. — Dicedimo già che per ben preservare gli elementi della difesa occorre provvedere le opere di numerosi ambienti alla prova capaci di contenere e riparare convenientemente gli elementi medesimi. Questi locali hanno forme ed ubicazioni diverse dipendentemente dall'uso a cui sono adibiti; si possono però raggruppare in tre specie che comprendono:

la prima quelli occupati dagli uomini componenti la guarnigione, detti *ricoveri*;

la seconda quelli impiegati per mettere al sicuro viveri e materiali, chiamati *magazzini*;

la terza finalmente quelli destinati alla conservazione di polvere e munizioni e distinti col nome di *magazzini da polvere o da munizioni*.

Tutti questi locali dovendo, come già si è detto, essere alla prova, sono generalmente collocati sotto i terrapieni, entro la massa dei rampari e ricevono la necessaria protezione dal rilievo di questi. L'aria e la luce pervengono poi ai locali medesimi da aperture praticate nella scarpa interna od esterna dei rampari stessi secondochè l'una o l'altra risulta al sicuro dal tiro diretto nemico.

LOCALI PER UOMINI, VIVERI E MATERIALI. — I ricoveri per uomini, viveri e materiali (fig. 1190 e 1191) sono in generale a pianta rettangolare delle dimensioni seguenti. La larghezza, parallela alla linea di fuoco, è compresa fra 5 e 6 m., affinché ogni ambiente possa contenere due righe di uomini coricati colla testa contro le pareti laterali, e presentare una corsia larga almeno 1 m. posta fra i piedi degli uomini stessi. La lunghezza è tenuta o uguale alla distanza che passa fra il muro della scarpa interna del ramparo e l'altro che trovasi sotto il rivestimento dell'analogo scarpa del parapetto, oppure è determinata in funzione della capacità che vuoi ottenere nel ricovero. È bene però che questa lunghezza non superi i 14 metri onde evitare di costruire ambienti troppo lunghi, poco arieggiati ed illuminati e quindi insalubri.

La parte anteriore dei ricoveri in parola, quella cioè attigua al muro che li chiude frontalmente a contatto delle terre, per l'estensione di 2 m. costituisce un corridojo (fig. 1190) che serve a metterli in comunicazione, arieggiarli e preservarli dall'umidità delle terre anzidette. Anzi per meglio attivare tale arieggiamento è buona pratica il ricavare nelle pareti frontali suaccennate delle canne che sbocchino nella scarpa interna del sovrastante parapetto e che promuovano nei vari ambienti una corrente dal basso all'alto che faciliti il rinnovamento dell'aria.

I ricoveri sono ricoperti da volte a botte circolari alla prova, sorrette da piedritti grossi dai m. 1.10 ai 1.20 ed alti non più di 2 m. onde non si aumenti oltre il bisogno la capacità dei locali.

I ricoveri ed i magazzini per viveri e materiali si dispongono su uno o due piani a seconda della maggiore o minore altezza della scarpa da cui prendono luce. Si

accede ai medesimi o per mezzo di porte praticate in tale scarpa o per mezzo di passaggi speciali conducenti al corridojo che li riunisce anteriormente. Quando si hanno due piani sovrapposti, apposite scale mettono in comunicazione i piani stessi.

Il corridojo oradetto posto alla testata dei ricoveri e nel quale sboccano anche le scale a chiocciola partenti dai locali situati sotto le traverse si prolunga sempre in ogni fronte per tutta l'estensione della linea di fuoco e per conseguenza quando diversi fronti fanno sistema i vari tronchi di tale comunicazione s'incontrano a due a due in corrispondenza dei salienti e rientranti, e danno luogo ad un passaggio il quale permette di trasportarsi da un punto all'altro dell'opera senza essere menomamente esposti al tiro, anche durante un vivo combattimento. Nelle opere odierne la comunicazione ora descritta è, come ognun vede, della massima importanza e non deve mai dimenticarsi.

MAGAZZINI A POLVERE. — I magazzini per polvere e munizioni appartenenti alle fortificazioni sono sempre alla prova e possono esser costrutti o *isolati* cioè disposti entro rialzi speciali di terra, o *sotto i terrapieni* come i locali più sopra descritti. I primi si usano per conservare la *dotazione di riserva* di una piazza, e si collocano nell'interno della cinta principale di questa, in località naturalmente protette dalle offese nemiche ed in numero proporzionato all'importanza della piazza medesima. Gli altri sono considerati invece come parti integranti delle singole opere e fronti componenti una data fortezza e contengono il munizionamento ordinario occorrente a queste parti per resistere ad un assedio.

I magazzini contenenti la polvere di riserva si chiamano *grandi deposito* e si fanno vasti tanto da contenere perfino 100 mila chilogrammi di polvere. Gli altri si dicono magazzini di *riservimento*, sono in numero di due o tre per ogni opera ed hanno capacità non superiore ai 50 o 60 mila chilogr. di polvere ognuno. È da questi ultimi magazzini che si preleva la polvere impiegata nelle bocche a fuoco che armano i rampari; ma per evitare che nei magazzini stessi si manifestino, all'atto del combattimento, movimenti di personale troppo numerosi che ingenerino confusione ed inconvenienti disastrosi, si è stabilito di rendere più facile questo servizio col frazionare ancora i depositi di polvere esistenti entro le singole opere o fronti e col distribuire questa materia direttamente in locali più piccoli dei precedenti, che contengano la provvista necessaria per sole 24 ore di fuoco per un numero di pezzi che varia da *due ad otto* a seconda dell'intensità più o meno grande della lotta che ognuna di tali frazioni si prevede debba sostenere coll'artiglieria dell'attacco. Questi ultimi magazzini chiamansi di *consumo giornaliero* e si riforniscono durante la notte dai precedenti, detti per ciò appunto di *riservimento*.

Ove i magazzini di consumo contengano cariche e progetti già allestiti, cioè pronti ad essere introdotti nei pozzi, si indicano più propriamente col nome di *riservette* per polveri o progetti secondochè contengono l'uno o l'altro di tali materiali.

Dal suesposto ne consegue adunque che in ogni opera o fronte vi sono sempre due specie di magazzini, di cui una, composta di due o tre locali vasti, separati e bene protetti, contiene in complesso il munizionamento ordinario assegnato all'opera o fronte suddetti, e l'altra, costituita da locali più piccoli dei precedenti ma numerosi e sparsi uniformemente sui diversi tratti di ramparo, serve a ripartire il detto munizionamento in modo da renderlo di facile e sicura distribuzione ed a comoda portata delle varie bocche a fuoco.

PARTICOLARI DI COSTRUZIONE DEI MAGAZZINI A POLVERE. — Ogni magazzino a polvere deve sempre comporsi di due ambienti, dei quali il più grande è destinato a contenere la polvere, racchiusa entro casse o barili debitamente accatastati, ed il più piccolo chiamato *vestibolo* costituisce l'ingresso al magazzino propriamente detto ed il luogo di deposito degli attrezzi occorrenti per la manipolazione delle polveri stesse e pel confezionamento delle cariche. — I recipienti suddetti e le cataste che con essi si formano sono distribuite nell'interno dei magazzini in modo da rendere comodo il movimento dei primi.

Per ottenere dalle polveri effetti balistici costanti è della massima importanza il preservarle dall'umidità, occorre pertanto adottare nei magazzini che le contengono tutte le disposizioni che valgono a far raggiungere tale scopo. — Le principali fra queste disposizioni consistono:

a) Nell'impedire il contatto dei muri perimetrali di questi ambienti colle terre che li proteggono dai colpi nemici, circondando i magazzini in parola con altri locali, oppure con appositi corridoi larghi da m. 1 a 3.

b) Nel fare in legno il pavimento del magazzino e nel rivestire con assiti anche le pareti e volte di esso affinché i recipienti della polvere risultino disposti come in una gran cassa del detto materiale.

c) Nel costruire un vespajo sotto il pavimento suddetto affinché questo risulti sollevato sul terreno circostante. — Questo vespajo dev'essere poi messo in comunicazione coll'esterno mediante aperture praticate nei muri perimetrali del magazzino.

d) Nel prendere le misure necessarie per impedire che la temperatura ambiente delle polveriere sia, a causa della rilevante grossezza delle pareti di queste, molto inferiore all'esterna e per evitare così la condensazione del vapor d'acqua contenuto nelle polveriere medesime.

Le opere da eseguirsi per conseguire l'intento ora accennato sono:

1° Costruire con mattoni parallelamente alla superficie interna delle pareti suddette ed alla distanza di m. 0.40 o 0.50 da esse dei muri ed una volta grossi gli uni m. 0.15 e l'altra m. 0.05.

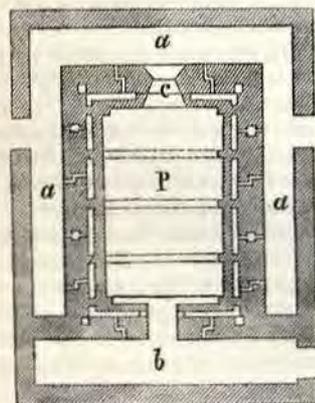


Fig. 1196.

- a Corridojo.
- b Vestibolo.
- c Nicchia per lampada.
- P Polveriera.

2° Aprire nei muri perimetrali già citati vari ordini di sfilatoi foggianti come lo indica la fig. 1196 per mettere l'intercapedine di m. 0.40 o 0.50 esistente nelle pareti della polveriera in diretta comunicazione cogli ambienti che la circondano e quindi coll'esterno.

3° Provvedere gli sportelli delle porte e finestre del magazzino di guarnizioni di feltro o *cautchouc* affinché quando sieno chiuse impediscano all'aria del di fuori di penetrare nella polveriera.

Ecco ora come per mezzo delle surriferite costruzioni raggiungesi lo scopo prefisso.

L'intercapedine di metri 0.40 o 0.50 rimane ordinariamente occupata dall'aria esterna e quindi mantiene alla temperatura di questa la sottile parete che limita inferiormente l'intervallo stesso. Tale parete comunica alla sua volta il calore all'ambiente interno del magazzino, per cui, ove questo sia isolato dal di fuori per la chiusura ermetica delle sue porte e finestre, non può molto raffreddarsi.

Le polveriere sono ricoperte da volte a tutto sesto grosse almeno m. 1, protette da uno strato di terra alto almeno m. 2 e sorrette da piedritti alti m. 1.50 e grossi non meno di m. 1.80 a 2.

I magazzini a polvere alla prova risultano oscuri; affinché riesca possibile il lavorarvi occorre quindi illuminarli artificialmente. — Ciò può farsi con lampade a mano di sicurezza, ma siccome tale mezzo non va esente da pericoli, così è ora generalmente ammesso di ottenere quest'illuminazione mediante lumi fissi stabiliti entro nicchie costrutte nei muri perimetrali delle polveriere medesime.

Scala di 1 a 100.

Sezione

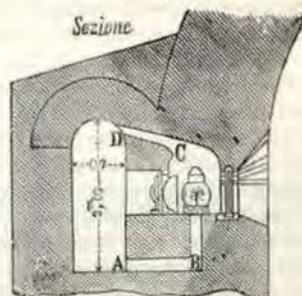


Fig. 1197.

Pianta

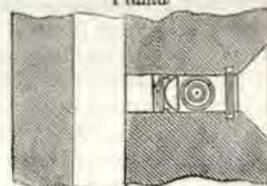


Fig. 1198.

Tali nicchie hanno la forma indicata nelle fig. 1197 e 1198, sono chiuse verso l'ambiente delle polveri da una lastra di vetro ermeticamente fissata alle pareti laterali mediante apposito telaio, e verso il corridojo che circonda il magazzino da uno sportello mobile di lamiera di ferro o di legno a cui è unito un riflettore metallico destinato a meglio proiettare nel magazzino medesimo i raggi luminosi emananti dalla lampada situata fra il vetro e lo sportello oradetti. — La lampada in parola è alimentata d'aria per mezzo del tubo AB ed i prodotti della combustione sfogano nel corridojo mediante l'altro condotto CD. — Le nicchie debbono costruirsi in modo che risultino colla base alta m. 1.20 sul pavimento del magazzino.

RISERVE TTE PER PROGETTI CARICHI, MAGAZZINI PEL CARICAMENTO DEI PROGETTI E PER INNESCHI AD ACCENSIONE INTRINSECA. — Onde provvedere completamente al servizio delle munizioni occorre stabilire nelle opere, oltre ai locali per le polveri già descritti, degli ambienti i quali servano a contenere i progetti carichi, le squadre incaricate di eseguire questo caricamento e finalmente i materiali ad accensione intrinseca, quali sono le spolette, i cannelli fulminanti, le cartucce da fucile, ecc.

I locali per i progetti carichi e per l'allestimento di questi si collocano generalmente in vicinanza delle polveriere di consumo giornaliero allo scopo di render comodo, facile e sicuro il servizio delle bocche a fuoco componenti la frazione d'armamento corrispondente alla polveriera stessa. — Debbono poi questi locali essere ampi tanto da contenere i progetti necessari per sostenere due ore di fuoco intenso coi pezzi oradetti.

La fig. 1190 indica una delle tante disposizioni adottabili per la sistemazione degli ambienti di cui parlasi. — Appositi elevatori, mobili entro canne lasciate in uno dei muri perimetrali di questi ambienti, permettono poi di fare ascendere le munizioni dalle riserve in cui sono conservate ai ricoveri delle traverse.

Gli ambienti dei materiali ad accensione intrinseca si pongono in luogo appartato onde riescano ben sicuri e si stabiliscono in numero di due o tre per ogni opera o fronte, affinché questi non restino sprovvisti dei materiali medesimi nel caso che avvenisse lo scoppio di uno di tali depositi.

COMUNICAZIONI. — In ogni opera si riscontrano due specie di comunicazioni dette: *dell'esterne* l'una e *dell'interne* l'altra. — Le prime son comunicazioni destinate a mettere in relazione le opere stesse col di fuori, le seconde i vari punti delle opere fra loro. Quest'ultime sono costituite dalla via interrata, dalle rampe di accesso al terrapieno basso e da questo all'alto, dal corridojo posto sotto la linea di fuoco e che viene stabilito anco in corrispondenza dei tratti di ramparo sprovvisti di ricoveri al disotto del terrapieno, dalle scale che conducono ai locali delle traverse e da queste alle piazzuole e finalmente dagli elevatori. — Di tali comunicazioni già parlammo più sopra e non staremo quindi ad aggiungere altro in proposito.

COMUNICAZIONI ESTERNE. — Le comunicazioni esterne sono costituite dalle *discese* nel fosso e da quelle che servono ad accedere alla campagna ed al cammino coperto o di ronda quando esiste.

Siccome ogni soluzione di continuità che si verifichi nel ramparo di un'opera rappresenta un punto debole di questa ed ognuna delle comunicazioni suddette origina una di tali interruzioni, così è evidente che per render minimo l'inconveniente or accennato debbono le medesime stabilirsi in località la quale risulti poco esposta agli attacchi. — Premessa questa considerazione generale, vediamo ora come si costruiscono le comunicazioni esterne.

Le discese nel fosso sono formate da poterne larghe da m. 2 a 3, col pavimento sistemato a rampa piana, o cordonata, o a scalinata dipendentemente dall'altezza che debbono superare per discendere dal corridojo posto sotto il ciglio di fuoco, da cui partono, al fondo del fosso suddetto. — Una volta giunte su questo esse danno poi modo di accedere alle gallerie di controscarpa, ove esistono, mediante porte praticate nel muro che riveste quest'ultima, ed al cammino di ronda o strada coperta per mezzo di scale addossate alla controscarpa stessa.

Le comunicazioni colla campagna constano sempre di tre parti, che servono, la prima ad attraversare il ramparo, la seconda a dar passaggio sul fosso e la terza a far superare lo spalto.

La prima parte è formata come nelle discese, da una poterna, la quale però raggiunge in questo caso la larghezza anco di 5 o 6 metri e discende solo fino al piano che termina superiormente l'opera d'arte destinata a costituire la 2ª parte della comunicazione e che è formata, se il fosso è asciutto, con un ponte in ferro, legno o muratura largo quanto la poterna precedente, e se il fosso è acquoso, ancora con un ponte o con dighe.

La 3ª parte infine consta di una strada larga anch'essa 5 o 6 m. la quale attraversa in trincea la controscarpa, se il dislivello fra il ciglio dello spalto ed il ponte non è molto grande, ed in galleria alla prova, quando tale dislivello essendo assai sensibile si sarebbe obbligati a fare la detta trincea molto profonda. — Prima di abbandonare la controscarpa la strada in parola dà accesso per mezzo di rampe o di gradinate al cammino coperto o di ronda che si sviluppa sulla sommità della prima e quindi procede avanti ma coll'asse inclinato rispetto a quello del ponte affine d'impedire che il nemico stabilito sul prolungamento dell'asse del ponte stesso batta d'infilata l'intera comunicazione. Generalmente dinanzi allo sbocco del ponte alla controscarpa lo spalto si ripiega in fuori secondo un tracciato a dente od a lunetta e costituisce in tal modo un'opera senza fosso che serve a facilitare la difesa dello sbocco stesso e della strada posta in proseguimento di questo. — Per rendere poi sempre più valida tale difesa si aggiunge altresì sul terrapieno interno della detta opera un *corpo di guardia*, cioè una costruzione alla prova di un sol ambiente, coperta dal rilievo dello spalto e coi muri perimetrali muniti di feritoje, la quale occupata da otto o dieci uomini può rafforzare validamente la difesa dello sbocco suaccennato.

PONTI LEVATOI E SCORREVOLI. — In corrispondenza della spalla dei ponti, destinati a dar passaggio sui fossi delle opere, che si trova a contatto della scarpa del ramparo ed esternamente od internamente a questa, si stabilisce nella comunicazione una parte mobile che serve ad interrompere la prima quando le esigenze della difesa lo impongano.

Queste parti mobili sono costituite da robuste armature sorreggenti un solido tavolato largo quanto la comunicazione, lungo 4 o 5 metri e si dicono: *ponti levatoi* quando dopo essersi mosse rotando attorno ad uno dei lati minori, che d'ordinario coincide colla soglia della poterna che termina alla spalla suddetta, vengono a disporsi verticali formando la porta dello sbocco della poterna succitata, *ponti scorrevoli* allorchè producono l'interruzione scorrendo in senso longitudinale o trasversale al passaggio in modo da scoprire un fosso profondo almeno m. 3.00 al quale ordinariamente sovrastano.

I ponti levatoi sono in massima disposti all'esterno dello sbocco della poterna già citata, gli scorrevoli conviene invece collocarli entro a questa, perchè anzitutto risultano in tal modo protetti da tutti i tiri e possono poi ritirarsi lateralmente entro al *corpo di guardia*, cioè a quel locale che si dispone di fianco allo sbocco esterno di ogni poterna di comunicazione e nel quale stanno permanentemente gli uomini incaricati di sorvegliare e difendere l'accesso alla medesima.

L'ingresso al detto corpo di guardia deve esser sempre situato al di fuori della poterna, e nella parete che essi hanno in comune si praticano delle feritoje le quali permettano ai difensori situati nel primo di battere e lo sbocco della seconda e l'interruzione o *tagliata* a cui sovrasta il ponte scorrevole allorchando la comunicazione non è impedita.

SOTTOPASSAGGI. — Più sopra dicemmo che si accede alle gallerie di controscarpa direttamente dal fondo del fosso; è evidente però che questo modo di comunicazione non è il più commendevole inquantochè è molto difficile costruire gli accessi ora citati in maniera da impedire al nemico pervenuto con forza rilevante nel fosso, di forzarli e di penetrare quindi nelle gallerie suddette. Onde evitare pertanto tale inconveniente si preferisce soventi di stabilire la comunicazione con quest'ultima mediante *sottopassaggi*, i quali sono poterne costruite sotto il

fosso sboccanti dietro ai muri di scarpa e controscarpa in punti ai quali si giunge per mezzo di scale partenti e dal corridojo posto sotto il ciglio di fuoco e dal piano della galleria a cui vuolsi pervenire. I sottopassaggi in parola hanno la sezione riportata nella figura 1199; essi sono convenienti per la sicurezza della comunicazione, ma non risultano tali rispetto all'economia, giacchè la costruzione dei medesimi obbliga ad eseguire scavi molto profondi e quindi costosissimi ed a prendere misure difficilmente attuabili per proteggerli dall'umidità di trapeamento a cui sono soggetti per causa della grande profondità alla quale vengono collocati.



Fig. 1199.

ORGANIZZAZIONE IN CASAMATTA. — Finora abbiamo parlato del modo di organizzare i rampari con bocche a fuoco situate allo scoperto sopra i corrispondenti terrapieni e veduto che per meglio riparare i detti pezzi occorre interporre ai medesimi frequenti traverse, che essendo provviste di ricovero occupano nei vari fronti gran parte della linea di fuoco. Lo spazio occorrente per una delle più piccole di tali traverse parallelamente al ciglio del parapetto è di circa 14 m., quello necessario per un pezzo varia dai 6 agli 8 m. secondochè ha la piazzuola comune o no con altri, e siccome dicemmo che d'ordinario si colloca una di tali traverse ad ogni due pezzi, così è evidente che ognuno di questi occupa in media dai 12 ai 13 m. del ciglio suddetto. Ove dunque abbiansi da impiegare molte artiglierie in una stessa direzione, si è obbligati, adottando l'organizzazione in barbetta, a distendersi su estensione rilevante, che non sempre può essere disponibile, specialmente poi se trattasi di fortificare una posizione sita in terreno collinoso o montano. E inoltre da osservarsi che nell'adottare le opere fortificatorie la difesa cerca soprattutto di assicurarsi il vantaggio del *dominio*, quel vantaggio cioè che le dà possibilità non solo di offendere l'*assalitore* con grande efficacia, stante le grandi probabilità che acquista di vederlo e batterlo ovunque si presenti, ma di essere più difficilmente offesa stante l'altezza su cui viene ad installarsi; ora è evidente che tale situazione favorevole alla difesa si verifica coll'organizzazione in barbetta, finchè la lotta si sviluppa su terreno piano ed orizzontale, ma che cessa quando il terreno essendo accidentato, la medesima per considerazioni d'ordine diverso dal tecnico sia obbligata a stabilirsi in posizione dominata, nella quale i pezzi a cielo scoperto risultino veduti e colpiti da ogni lato e perciò incapaci di mantenersi a lungo.

Dal suesposto appare quindi che ristrettezza di spazio e mancanza di dominio possono molte volte rendere insufficiente l'organizzazione in barbetta e per conseguenza costringere ad escogitarne altra la quale valga a dare più valida protezione agli uomini ed alle armi che estrinsecano l'azione della difesa. E siccome si raggiunge l'intento col disporre questi elementi in *casamatta*, così cerchiamo di enunciare i principii da seguirsi per bene applicare questa seconda organizzazione.

Le casamatte costrutte durante l'epoca moderna consistettero in ambienti a pianta rettangolare, lateralmente e secondo la lunghezza del rettangolo limitati da robusti piedritti che sorreggevano una serie di volte a botte

alla prova, destinati a ricoprire i locali stessi, i quali eran poi chiusi anteriormente da una grossa parete capace di resistere all'urto dei progetti nemici e munita di un'apertura detta *cannoniera*, nella quale penetrava la volata del pezzo costituente l'armamento di ogni casamatta. Ciascun locale era ampio quanto occorreva per permettere il facile e comodo servizio del pezzo oradetto, e per fornire lo spazio necessario per spostar questo nelle varie direzioni determinate dal campo di tiro orizzontale su cui doveva agire. Posteriormente le casamatte erano lasciate aperte quando tendevasi unicamente a facilitare lo sfogo del fumo, oppure erano chiuse in parte onde evitare che le schegge dei progetti caduti sul rovescio delle medesime le danneggiassero internamente.

Le casamatte in parola si costruirono larghe dai 4 ai 5 m., lunghe 6 o 7 m., alte in chiave dai 4 ai 5 m. e si disposero anche su due o tre piani in modo da occupare nei fronti tutta l'altezza del ramparo sporgente al disopra del ciglio dello spalto.

Le casamatte ora dette fecero buona prova finchè l'artiglieria si manteneva di potenza limitata, ma quando la medesima per l'introduzione della rigatura aumentò di efficacia, e quel che è più, raggiunse ragguardevole esattezza nel tiro, esse si resero impossibili inquantochè al capitale difetto già preesistente di limitare tanto orizzontalmente quanto verticalmente il campo di tiro del pezzo che contenevano si aggiunsero gli altri: di essere con facilità rovinata nella parete frontale ed *imboccate* cioè esposte agli effetti estremamente dannosi dei progetti che scoppivano nell'interno delle medesime dopo esservi penetrati per l'apertura costituita dalla cannoniera.

Malgrado questi difetti, non si prese però subito la risoluzione di mettere in disparte la casamatta in muratura ma invece si cercò di modificarla convenientemente 1° coll'aumentare la resistenza della parete frontale onde risultasse più difficilmente demolita; 2° col ridurre l'ampiezza della cannoniera perchè si diminuissero le probabilità di riuscita del tiro d'imbocco.

Si tentò di raggiungere il primo intento coll'addossare un parapetto in terra o delle corazzature, fatte con spranghe, travi e lastre di ferro, alla parete frontale; col ridurre l'altezza della parte vista di tale parete tenendo l'altezza interna della casamatta appena quanto era necessario per servire il pezzo, incavalcando quest'ultimo su affusto molto alto e facendo inclinata verso il basso la parte anteriore della volta ricoprente la casamatta stessa; al secondo scopo ci si avvicinò coll'adottare degli affusti che permettano alle artiglierie di rotare sulla volata tanto nel senso orizzontale quanto nel verticale; ma tutti questi ripieghi, quantunque fossero ben studiati, pure non pervennero ad annullare gli inconvenienti surriferiti, ond'è che gl'ingegneri militari posti in presenza dei progressi ognor crescenti dell'artiglieria si trovarono obbligati a risolvere il problema introducendo un radicale cambiamento nel sistema di costruzione delle casamatte. E siccome l'arte metallurgica andava sempre progredendo pel fatto dell'introduzione delle corazzature nelle navi, così si pensò di usufruirle anche per la fortificazione col sostituire alle opere murali altre composte di ferro, acciaio e ghisa, che a paragone delle prime presentano il rilevante vantaggio di riescire a parità di resistenza meno voluminose ed appariscenti e perciò meno soggette ad essere colpite.

Riconosciuta attuabile l'idea, si proposero allora molti tipi, i quali soddisfecero più o meno bene alle esigenze tecniche, dipendentemente dalle condizioni più o meno favorevoli in cui vennero studiati, e dai mezzi di maggior o minor rilievo che si ebbero a disposizione per at-

tuarli; questi varii tipi possono però ridursi a due, dei quali, il primo conserva l'aspetto della casamatta in muratura precedente, ma modificata in guisa da rendervi possibile un utile impiego delle parti metalliche, ed il secondo consta di un ambiente capace di una o due bocche a fuoco, e formato da un solido di rivoluzione, girevole intorno all'asse di rotazione della superficie da cui è generato.

Le costruzioni del primo tipo si dicono *casamatte corazzate*, quelle del secondo, *torri o cupole girevoli*.

PROPRIETÀ DEI DUE TIPI. — Le proprietà di questi tipi sono le seguenti:

La casamatta corazzata risulta più robusta e resistente di quella in muratura, ma ha sempre i difetti di limitare il campo di tiro delle bocche a fuoco che contiene, di non evitare la possibilità di essere imboccata, oppure di evitarla, ma non sicuramente, giacchè si pervenne a questo scopo adottando una disposizione ingegnosa ma non sancita dall'esperienza.

La cupola o torre evita gli accennati inconvenienti, giacchè in primo luogo i cannoni da cui è armata, facendo sistema con essa, girano insieme, e quindi raggiungono un campo di tiro estensibile anche fino a 360°, e d'altra parte poi non è imboccabile, dappoichè una volta sparato si possono sottrarre le cannoniere al tiro nemico, imprimendo un conveniente movimento di rotazione alla torre medesima. — Oltre tali pregi, il tipo in discorso ha altresì quello di costituire un bersaglio di minime dimensioni, foggiate in modo da facilitare grandemente lo scivolamento dei proiettili che lo urtano, per cui riesce difficilmente colpibile e danneggiabile e oltremodo atto ad esser impiegato ove il terreno d'impianto è molto ristretto.

A tali vantaggi il sistema suddetto oppone però l'inconveniente di basare la sua forza e resistenza su quelle dell'apparecchio costituente il movimento girante, giacchè quando il medesimo divenga inservibile, la torre e l'armamento che contiene sono perduti per la difesa, riuscendo impossibile allora, il cambiare la direzione del tiro. — E siccome a questo riguardo debbesi pur troppo soggiungere che la pratica non ha ancora dimostrato di qual valore sieno i congegni rotanti ultimamente applicati, così è d'uopo concludere che l'armamento contenuto entro cupole, quantunque sia per molte ragioni consigliabile, pure non ha assolutamente proprietà tali da essere dichiarato privo d'inconvenienti.

CASAMATTE CORAZZATE. — Le prime casamatte corazzate e cupole si fecero in ferro e composte di molte parti riunite con chiavarda, bolzoni, ecc. — Si preferì il suddetto metallo alla ghisa ed all'acciajo, perchè, allo stato in cui trovavasi la metallurgia, il primo risultò di più facile lavorazione.

Ma quando le esperienze fatte presso varii Stati, e principalmente in Germania ed in Inghilterra, ebbero dimostrato che il metodo di costruzione suddetto non era il più ragionato, giacchè le molte unioni che risultavano nelle torri e casamatte sperimentate, indebolivano i sistemi, e che i piccoli pezzi cioè le chiavarde, bolzoni, ecc. necessari a rafforzare tali unioni, rompendosi sotto l'influenza degli urti, davano luogo a schegge dannose per gli uomini e materiali contenuti nelle opere medesime, si cambiò punto di partenza e si stabilì di formar le casamatte e cupole, di cui trattasi, del minor numero di parti, affine di diminuire anzitutto le connessioni succitate ed ottenere poi che ognuna di tali parti avesse massa sufficiente per spegnere, senza essere danneggiata, la forza viva dei proiettili che la colpissero.

E siccome il ferro, fra i metalli di valore limitato e

resistenti, è quello che meno si presta ad esser ridotto in blocchi che soddisfacciano alle condizioni suesposte, così si sostituirono ad esso la ghisa e l'acciajo, i quali essendo fusibili, facilitano la costruzione ed oltre a ciò fanno raggiungere ragguardevole economia, giacchè ogni parte può farsi di grossezza variabile, ed in modo che abbia in ogni punto solo quella che gli è necessaria per resistere alle offese a cui trovasi esposto.

Oggi pertanto il monopolio delle costruzioni metalliche per fortificazioni appartiene agli industriali che più sonosi applicati a sviluppare la lavorazione della ghisa e dell'acciajo, e fra essi eccellono le ditte tedesche Gruson di Buckau e Krupp di Meppen, che essendosi specialmente occupate di questo argomento tecnico-militare, sono giunte a tal punto di perfezione, da richiamare alle loro fabbriche le ordinazioni di tutti gli Stati che, come l'Italia, la Spagna, la Grecia, ecc., si trovano arretrati nell'arte metallurgica, e vogliono ciò non pertanto porre le opere di difesa organica in condizioni da resistere ai moderni mezzi d'offesa.

Tralasciando perciò d'indicare quanto si riferisce alle casamatte e cupole in ferro prima costrutte, daremo qui la descrizione dei tipi che possono riguardarsi come i più perfezionati, e quali basi di ogni ulteriore progresso.

Si premette che in tutte le costruzioni qui mentovate, allo scopo di limitare per quanto è possibile i danni dell'imboceabilità, sonosi ridotte le cannoniere alle minime dimensioni e perciò i pezzi impiegati debbono intendersi sempre incaucati su affusti che permettono la rotazione completa alla volata.

CASAMATTA IN GHISA DEL GRUSON. — Le fig. 1200 e 1201 indicano un primo tipo di casamatta corazzata in ghisa indurita del Gruson, che si compone di due parti, delle quali l'anteriore è metallica e chiamasi *maschera*, e la posteriore è in muratura e serve di appoggio alla prima e di ricovero ai serventi. — La maschera consta di cinque pezzi o blocchi principali di grossezza variabile e sagomati in modo da facilitare lo scivolamento dei proiettili che li colpiscono. — Di questi blocchi due formano gran parte della parete frontale e la più sporgente del cielo, altri due costituiscono i piedritti o merloni interposti fra due casamatte successive, ed il quinto finalmente serve a completare il cielo. — Dei primi due blocchi, l'inferiore è interrato nel parapetto e presenta in basso un rigonfiamento destinato a ricevere il perno dell'affusto, il superiore è quello di maggior peso ed è munito nella parte più grossa e più esposta di un'apertura che costituisce la cannoniera. — I piedritti hanno una sezione orizzontale a T ed un largo basamento; completano la parete frontale e contrastano contro i blocchi precedenti per tenerli a posto. — Il cielo finalmente è il blocco più sottile, giacchè trovasi esposto solamente al tiro in arcata, appoggia anteriormente sul pezzo centrale superiore e sui piedritti, posteriormente sul muro di separazione fra maschera e ricovero, col concorso di altri blocchi di ghisa vuoti, e contrasta lateralmente coi cieli delle casamatte attigue. — Tutta la maschera appoggia su larghe e robuste fondazioni in pietra da taglio dura, che risultano interrate nella massa del ramparo. — Il cielo è rafforzato sovrapponendovi prima uno strato di calcestruzzo di grossezza variabile, e quindi un altro strato di terra alto 1^m.50. — Il pendio del parapetto addossato alla parete frontale è composto con grossi conici di granito, affinché non sia danneggiato dalla vampa dello sparo, che è tanto potente da demolire il pendio stesso ove lo si faccia di terra. — Le fig. 1200 e 1201 indicano altresì che le comunicazioni fra maschera e maschera sono facilissime, e che si prov-

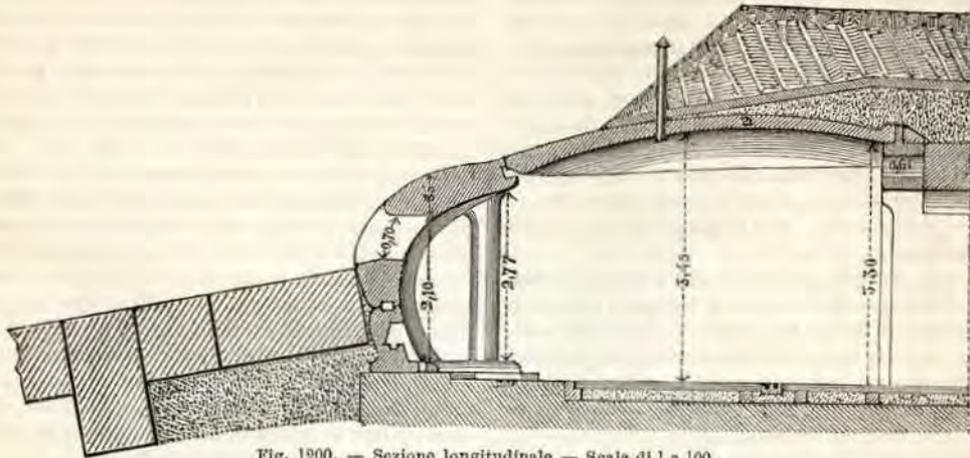


Fig. 1200. — Sezione longitudinale — Scala di 1 a 100.

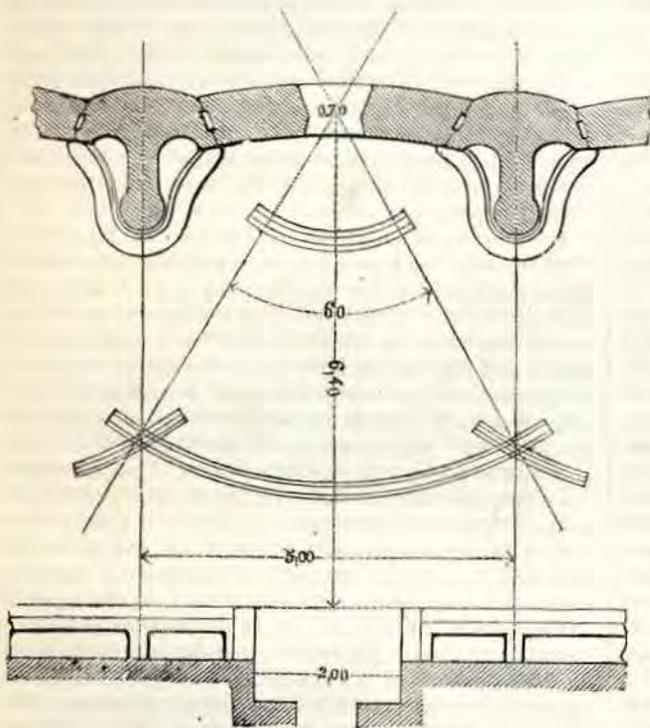


Fig. 1201. — Pianta — Scala di 1 a 100.

vede allo sfogo del fumo mediante apposite canne costruite nella copertura.

L'unione fra i vari blocchi si rafforza lasciando delle scanalature sulle faccie di essi poste a contatto e riempiendo poi i vani, che così si ottengono in corrispondenza delle connesure, allorchè i pezzi sono in opera, con metallo fuso, il quale raffreddandosi forma dei *tasselli* che cementano l'unione suddetta.

Il tipo ora descritto è conveniente tanto per resistenza, quanto per estensione del campo di tiro, giacchè permette di battere uno spazio ampio orizzontalmente 60° in elevazione 15° , in depressione 6° , ma ha il grave difetto di lasciar sussistere fra la volata del pezzo e le pareti interne della cannoniera, un intervallo pel quale, le schegge dei progetti, che battono sul parapetto anteriore, possono penetrare nelle casematte. — La ditta

Krupp ha cercato perciò di evitare anche questo inconveniente, e vi è riuscita coll'imprigionare la volata del pezzo nella parete frontale, e coll'annullare così l'intervallo pericoloso suddetto. — Questo secondo tipo di casematta corazzata che riportiamo nelle due fig. 1202 e 1203 è detto con *cannone a sfera o prigioniero* ed al pregio surriferito, aggiunge gli altri di sopprimere totalmente il rinculo della bocca a fuoco, rendendo perciò minima la lunghezza della casematta, e di permettere massima celerità di tiro, inquantochè nello sparo la bocca a fuoco non muove, e può quindi eseguire vari colpi successivi in una medesima direzione, senz'chè sia necessario di puntarla, di praticare cioè l'operazione più lunga fra quelle che occorrono nel servizio delle artiglierie. Ecco ora la descrizione del sistema.

CANNONE CORAZZATO KRUPP DA 15 CENT. — Il cannone impiegato in questa casematta è cerchiato fino alla bocca e porta avvitata alla volata una sfera imprigionata nella piastra frontale della casematta stessa. — L'imprigionamento del cannone nella piastra si ottiene con un anello A che s'infilza nel primo, avanti di fissarvi la sfera, e che si avvita mediante apposito congegno, entro un'apertura a chiocciola esistente nella seconda.

La sfera di volata è collocata verso la faccia interna della corazza frontale, onde resti meno esposta ai colpi, rendansi difficili i guasti alla vite che la imprigiona, e quando se ne verificano riesca facile e spedito il togliere tale vite e procedere alle riparazioni occorrenti.

Il cannone è incavalcato sopra un affusto speciale ad orecchioniere mobili, ed è puntato in elevazione con un apparecchio a due indici fisso all'affusto, in direzione con altro apparecchio consimile che ha il circolo graduato posto dietro l'affusto.

Tanto la piastra frontale, quanto quelle dei fianchi sono in ferro battuto e di grossezza gradatamente minore a misura che si avvicinano al rovescio della costruzione. — Vengono sostenute con blocchi di ghisa di forma speciale, i quali appoggiano su fondazioni murali costituite da grossi conci di pietra.

Per rinforzare la piastra frontale in corrispondenza dell'alloggiamento della sfera, è collocato innanzi ad essa,

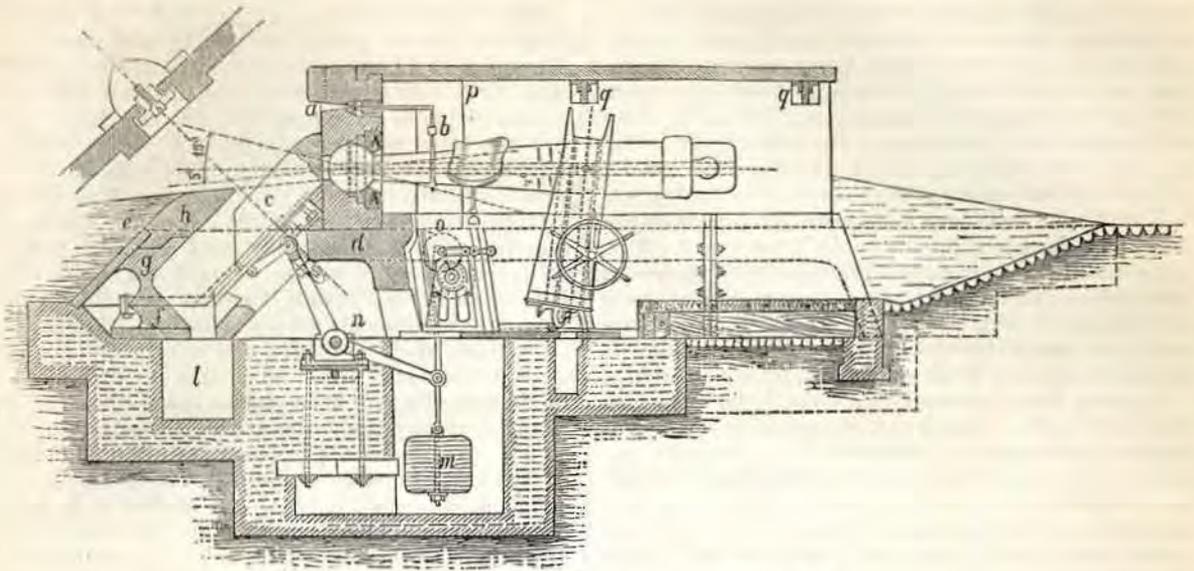


Fig. 1202. — Sezione longitudinale — Scala di 1 a 70.

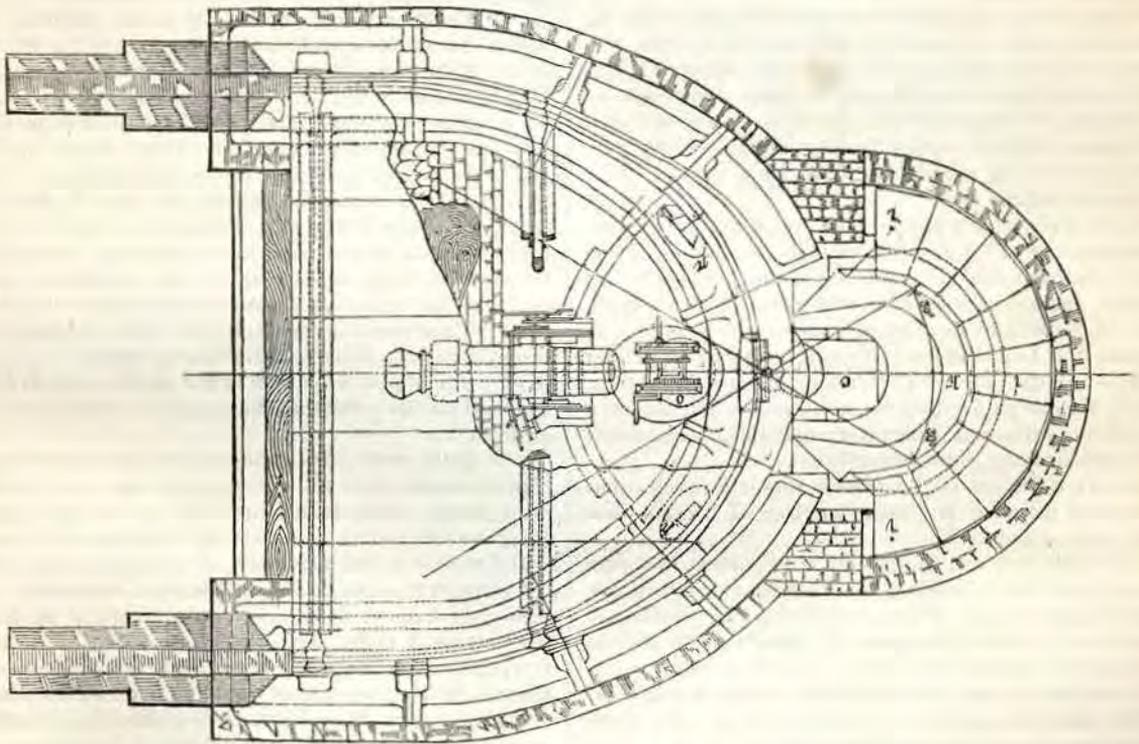


Fig. 1203. — Pianta — Scala di 1 a 70.

e quando il cannone non spara, un pezzo di acciaio e detto *maschera*, che scorre su di un piano inclinato, a cui è unito con apposite guide e che ha gli spigoli arrotondati onde faciliti lo scivolamento dei proiettili che lo colpiscono. Tale maschera è agevolmente liberata dalle unioni che la collegano alla casamatta e può, quando occorre, esser cambiata dall'esterno. Il piano inclinato su cui scorre è fissato con chiavarde e cunei al blocco centrale di fondazione *d*, ed è unitamente alle guide sottratto ai tiri da un antistante *schermo* semicircolare e così costituito. — Sul piede sporgente del blocco centrale di fon-

dazione *f* è collocato il blocco *reggi-parapetto* *g*, e su di esso il parapetto *h*, fatto con un sol pezzo di ferro fucinato. — Il parapetto è collegato al blocco centrale di fondazione con robuste chiavarde. Il reggi-parapetto di ghisa è protetto tutto all'intorno da piastre in ferro fucinato *i*, le quali appoggiano in basso sul muro di fondazione e s'incastano in sommità nel massiccio del parapetto. — Lo spazio che con tale disposizione risulta fra lo schermo ed il piano inclinato, assicura il libero e non interrotto movimento della maschera, e lascia fra questa e la parte interna dello schermo, la distanza ne-

cessaria pel passaggio delle scheggie, le quali si raccolgono in apposito pozzo *l* esistente nella fondazione. — Le scheggie poi che cadono sopra la maschera, quando è abbassata, s'affondano passando per un'apertura praticata nel piano inclinato. — Per manovrare la maschera serve un contrappeso *m* moventesi in un pozzo posto nell'interno della casamatta, e che agisce sulla prima mediante una leva ad angolo *n*, la quale ha il fulcro nella parte murale sottoposta al blocco centrale di fondazione. — L'estremità della leva si uniscono con tiranti articolati, l'una alla parte inferiore della maschera, e l'altra alla sommità del contrappeso, e siccome questo ha massa superiore a quella, così la maschera medesima resta normalmente alzata. — Un argano *o* solleva il contrappeso e produce l'abbassamento della maschera. Tale manovra può eseguirsi da un sol uomo applicato all'argano.

L'unione della corazza frontale con le laterali si effettua collocando a contatto i ripiegamenti esistenti sulla periferia delle lastre, e stringendoli con fermagli speciali *p*. — Le piastre laterali appoggiano superiormente contro robuste travi di ferro *q*, che sorreggono anche le lastre piane del cielo, le quali s'incastano al lembo superiore delle prime. — Tutte le piastre laterali entrano poi inferiormente in una scanalatura ricavata nella testa dei blocchi di fondazione e vi rimangono forzate per mezzo di cunei.

Il puntamento del cannone si eseguisce attraverso un foro rettangolare *a*, praticato sulla piastra frontale, mediante uno strumento speciale *b*, il quale assicura il perfetto parallelismo della visuale con l'asse dell'anima. — E siccome per effettuare tale operazione occorre che il puntatore si collochi a cavallo del cannone, così per rendere al medesimo comoda la posizione si dispone sulla volata una sella.

Questo cannone corazzato venne replicatamente sperimentato dal 1878 al 1882, tirando con esso circa 350 colpi e sempre con esito felice pel funzionamento del sistema, ma non è a nostra notizia che sia stato applicato. Si è restii ad accettarlo, forse perchè si teme che quando con la maschera abbassata, un progetto urti la corazza in corrispondenza dell'alloggiamento della sfera, questo si deformi in modo da non lasciare più muovere il cannone, e da non permettere ulteriori cambiamenti nella direzione dei colpi successivi.

CUPOLE GIREVOLI. — Le torri o cupole girevoli, qualunque sia il tipo a cui appartengono, si compongono delle parti seguenti:

1° *Della corazza* la quale ha in complesso la forma di un solido di rivoluzione, generato da una figura moventesi intorno ad un asse verticale, che risulta poi quello della torre. La parte in parola è metallica, sporge dal parapetto dell'opera di cui la torre fa parte, ed è munita di una o due aperture circolari, le quali servono a dar passaggio alla volata del pezzo o dei pezzi che armano la cupola medesima;

2° *Della piattaforma* che sorregge la corazza, generalmente costituita da varii montanti verticali fissati inferiormente sulla periferia di un'intelajatura orizzontale e circolare, che supporta il tavolato su cui appoggiano i pezzi, e superiormente riuniti da una piastra circolare detta *armilla*. La piattaforma è internata completamente nel parapetto e composta tanto nell'intelajatura quanto nell'armatura laterale da travi di ferro a doppio T;

3° *Dell'apparecchio girante* formato *a)* da un certo numero di rotelle di ghisa, interposte fra il pavimento del vano in cui è collocata la cupola e la faccia inferiore della base della piattaforma, e che si sviluppano tra due

lastre di ferro a corona circolare, fissate una sul pavimento e l'altra alla faccia inferiore della base suddetta. Se la torre ha un perno, tali rotelle sono riunite mediante tiranti ad una corona circolare inflata nel medesimo; se tale perno non esiste, sono libere e mantenute a posto dal peso che sopportano, e da due risalti circolari sporgenti uno per ogni base, i quali contrastano colle corone circolari anzidette, ed impediscono alle rotelle di spostarsi secondo il rispettivo asse. Il movimento rotatorio della torre è ottenuto o con leve fissate alla superficie laterale di essa, che messe in azione puntano col braccio inferiore contro i denti di una corona circolare fissata sul pavimento del vano occupato dalla cupola, concentricamente ed esternamente all'altra liscia su cui appoggiano le rotelle, e la obbligano a muovere o con un rocchetto fissato ad un asse verticale posto lateralmente alla base della cupola, che ingrana con una corona dentata posta in basso alla periferia della base stessa. — Il rocchetto suaccennato riceve il movimento da una ruota tronconica calettata sotto di esso sul medesimo asse, la quale imbocca con un'altra ruota uguale collocata su di un albero orizzontale, mosso per mezzo di un argano a braccia posto in un piccolo locale esistente lateralmente al vano occupato dalla cupola, oppure da una macchina a vapore installata ad un piano sottoposto a quello su cui appoggia la medesima;

4° *Della galleria*, spazio di pianta anulare e di sezione verticale arcuata largo alla base da 1 a 2^m, alto da 2 a 2^m.50 che gira tutt'attorno alla cupola per facilitare le comunicazioni con essa, e contenere i serventi dei pezzi che l'armano, allorchè hanno disimpegnato le loro funzioni, e qualche colpo che vuolsi tenere in vicinanza delle bocche a fuoco, ma fuori della torre. — In questa galleria sbocca il corridojo che mette in relazione la cupola con le altre parti dell'opera, e che dev'essere tanto largo da lasciar passare, ove occorra, le bocche a fuoco della torre medesima. — Il rivestimento delle pareti di tale galleria è fatto o con muratura di getto o mattoni, sostenuta da travi a T di ferro, sagomati secondo la sezione della galleria stessa, fissati in basso al pavimento di questa e riuniti in alto da un anello in ferro concentrico alla periferia della cupola, oppure con blocchi di ghisa;

5° *Della controcorazza* costituita dalla parte di parapetto sovrastante al cielo della galleria, che dovendo esser grossa tanto da resistere all'urto dei progetti, si compone ordinariamente con blocchi di granito o di ghisa.

Il diametro e l'altezza interna delle cupole dipendono dal numero e grandezza delle bocche a fuoco da cui le medesime sono armate, e si determinano in modo da permettere il facile servizio di tali pezzi. — Vi sono torri armate da uno e da due cannoni. Le prime essendo più piccole, riescono naturalmente più resistenti, perchè composte di un minor numero di pezzi, meno visibili e quindi meno esposte ad esser colpite; le altre hanno resistenza inferiore, essendo formate da più parti e risultando più appariscenti, ma sono più economiche perchè la materia ed il lavoro occorrenti per costruire una torre per due pezzi sono molto inferiori a quelli necessari per farne due capaci di un solo pezzo. — Si è per tal ragione quindi che adoperansi generalmente cupole della seconda specie. Le bocche a fuoco vi sono disposte coll'asse parallelo ad uno stesso diametro ed a poca distanza, in modo cioè che sparino nella stessa direzione e contro bersagli poco discosti. — Il puntamento di queste artiglierie si effettua approssimativamente facendo girare la torre, e quindi si rende esatto con piccoli spostamenti dati agli affusti su cui sono incastrate, mediante con-

gegni uniti ai medesimi. — Per eseguire il puntamento approssimativo, occorre che un uomo sporga la testa fuori della cupola, e per conseguenza nel cielo di questa si lasciano una o due aperture che servono a tale scopo, e che risultano altresì utili per dar sfogo al fumo che ristagni nella torre durante un tiro celere e continuato.

Fra le varie cupole proposte ve ne furono diverse provviste di perno, ma generalmente si tende ora ad abolire quest'ultimo, perchè anzitutto l'esperienza dimostrò esser difficile farlo resistente e poi perchè quando non esiste si può installare la torre sopra una specie di pozzo costruito nella massa del ramparo che agevola l'armamento ed il servizio delle munizioni, l'uno e l'altro effettuandosi allora con macchine, le quali sono collocate sull'intelajatura che serve a sostenere i pezzi, e sollevano verticalmente i materiali suaccennati.

Finchè le cupole si costruirono esclusivamente di ferro, la corazza si fece d'ordinario divisa in due parti, di cui l'una cilindrica verticale e relativamente grossa costituiva la murata e l'altra foggiate a calotta sferica con piccola saetta e composta di un doppio strato di lastre sottili unite con chiodi ribaditi formava il cielo che appoggiava sulla periferia interna della base superiore della murata stessa. Quando, invece del ferro, si usarono la ghisa o l'acciaio, il cielo e la murata si unirono in modo che presentassero una superficie sagomata tale da facilitare lo scivolamento dei proiettili e le torri assunsero la forma indicata nella figura 1204, che rappresenta il tipo di quelle in ghisa indurita proposto dal Gruson per cannoni da centimetri 12 a retrocarica. La corazza nella cupola stessa si compone di quattro settori contrastanti fra loro ed appoggiati sull'armilla che riunisce la sommità dei montanti della piattaforma. Un quinto pezzo si appoggia sui suddetti e completa il cielo. In quest'ultimo blocco sono aperti i fori, dai quali i serventi sporgono la testa per eseguire il puntamento approssimativo dei pezzi. Questi fori possono chiudersi con un apposito tappo che si chiude dall'esterno verso l'interno. La torre è senza perno ed il pozzo sottostante serve, come già si disse, all'armamento della medesima ed al servizio delle munizioni. — Il cielo della galleria è costituito da blocchi di ghisa sagomati in modo speciale, onde sia più resistente di quello che risulterebbe quando lo si facesse in muratura. — Il movimento rotatorio alla torre è impresso mediante un rocchetto calettato su di un asse verticale posto al di fuori della periferia esterna della piattaforma, che si proietta nella parte inferiore della figura, e tanto distante da questa da far sì che il medesimo possa imboccare una corona dentata fissata attorno alla base della piattaforma suddetta. — L'asse del

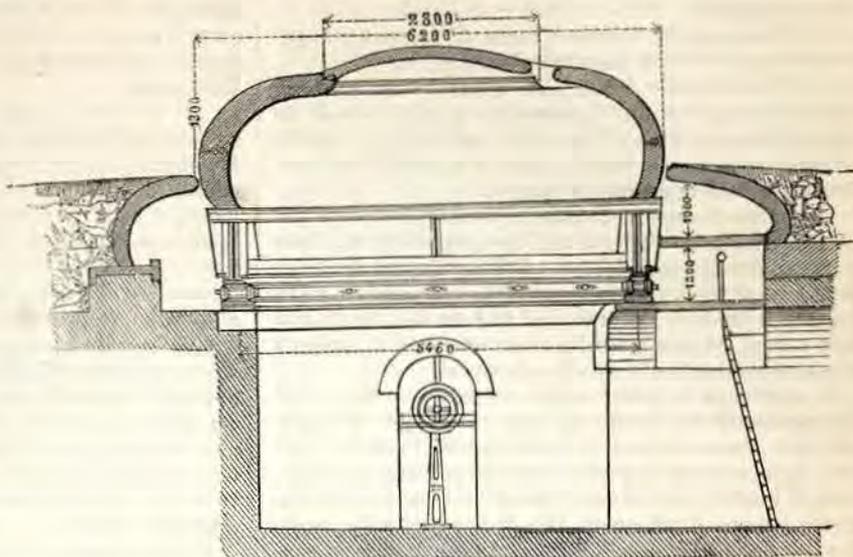


Fig. 1204. — Scala di 1 a 100.

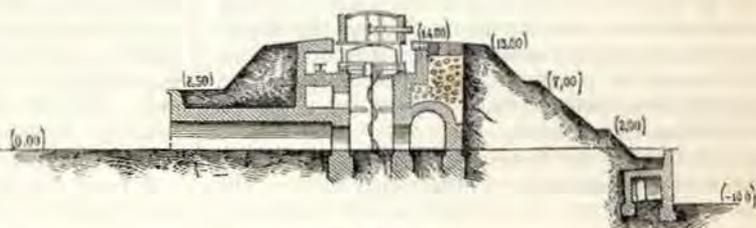


Fig. 1205.

rocchetto è mosso da un altro asse orizzontale, al quale, mediante manovelle, si applica la forza motrice che è ottenuta da tre o quattro uomini posti in un locale situato di fianco al pozzo, quando la torre non è molto pesante, e dal vapore quando la torre è destinata a contenere pezzi molto potenti e quindi di massa e peso rilevanti. — Il peso dei principali blocchi è il seguente:

Dei settori della murata e del cielo complessivamente 99200 kg., della controcorazza composta di 36 blocchi, della estensione di 10' ognuno pure complessivamente 85320 kg.

La figura 1205 fa vedere come possa installarsi una cupola in un'opera, mantenendo nel profilo e nei particolari interni di questa l'organizzazione normale.

OSSERVAZIONI RELATIVE ALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE COSTALI. — Le norme date fin qui si riferiscono alla costruzione di opere appartenenti a piazze terrestri e non sono integralmente applicabili alle opere destinate alla difesa delle coste, giacchè queste ultime debbono lottare colle navi, con elementi, cioè, molto resistenti per effetto della corazzatura di cui sono forniti, difficilmente colpibili stante la mobilità di cui sono dotati, e molto temibili sia perchè provvisti di bocche a fuoco di grosso calibro lancianti proiettili potentissimi e per urto e per scoppio, sia perchè, usufruendo della proprietà che ha il largo mare di esser ugualmente percorribile in tutte le direzioni, sono liberi di concentrarsi nel numero e località più convenienti per battere le opere suddette con fuoco concentrico e preponderante.

Stando così le cose, è quindi evidente che l'organiz-

zazione delle opere costali deve farsi in maniera che riesca possibile:

1° l'impiegarvi bocche a fuoco di potenza comparabile a quelle da cui sono battute;

2° l'impiantarle e costruirle in modo che resistano agli urti ed agli scoppii dei numerosi progetti che in un concentramento di navi l'assalitore può dirigerli contro nell'intento se non di distruggerle, di renderle temporaneamente inabitabili allo scoperto;

3° infine l'eseguire da esse un fuoco celerissimo che valga a diminuire l'effetto dell'invulnerabilità del bersaglio contro il quale debbono lottare nel senso di assoggettare quest'ultimo entro al tempo relativamente breve durante il quale è compreso nel settore battuto da una data opera, ad una quantità ragguardevole di progetti capaci di danneggiarlo ove lo colpiscano.

Si raggiunge il primo scopo col fare le varie parti dei particolari interni del ramparo più ampie di quello che si è accennato per le fortificazioni terrestri. Così coll'organizzazione in casamatte si aumentano le dimensioni di queste, con quella in barbetta, il terrapieno alto si tiene largo 10 ed anche 12^m, il basso 4^m nella parte non occupata da rampe e destinata solo agli spostamenti da punto a punto del terrapieno medesimo; si assegna parallelamente alla linea di fuoco un'estensione più grande ad ogni piazzuola; si sostituisce alla scarpa di raccordamento fra i due terrapieni un muro per meglio proteggere chi percorre quello basso, e finalmente si aumenta l'altezza del parapetto, portandola a 2^m.50 o 3^m, dipendentemente dalle esigenze imposte dal materiale che costituisce l'armamento.

Per raggiungere poi il secondo scopo, quello cioè di assicurare le opere contro i tiri oltremodo potenti ed efficaci delle navi, occorre: moltiplicare ed ingrossare tutte le parti e costruzioni destinate a preservare gli elementi della difesa e perciò nell'organizzazione in barbetta: si adotta un parapetto grosso 12^m ed anche 15^m dipendentemente dalla penetrazione dei progetti che debbono temere; si aumentano di grossezza e di numero le traverse da ramparo, collocandone una per ogni pezzo, e facendole grosse in sommità 8^m o 10^m, onde renderle capaci di resistere alle grandi penetrazioni suddette e di meglio limitare l'azione delle schegge che numerose cadano sui terrapieni; si accresce la grossezza dei muri, delle volte, e specialmente degli strati di terra che rendono queste alla prova per premunirsi dai tiri verticali più potenti; nell'organizzazione in casamatte si preferiscono le costruzioni di tal genere meglio combinate e più resistenti, dando naturalmente la precedenza a quelle in metallo, e specialmente alle cupole, le quali alle proprietà ora dette aggiungono l'altra di aver esteso campo di tiro.

Si raggiunge finalmente la celerità di tiro, rendendo oltremodo facili le comunicazioni fra le varie parti dell'opera, sia per gli uomini, sia più ancora per le munizioni, e cioè: 1° coll'aggiungere entro tutti i locali, destinati a contenere queste ultime ed i materiali, sul terrapieno basso ed alla gola delle casamatte, dei binari che permettano di trasportare col massimo risparmio di tempo e di forza i pesanti progetti dai depositi ordinari ai locali di confezionamento, e da questi al luogo d'impiego; 2° col ricorrere alla costruzione di potenti elevatori, anche idraulici, per sollevare i materiali stessi dal piano inferiore dei ricoveri a quelli delle traverse; 3° coll'installare delle gru agli affusti e sui pajuoli per portare sollecitamente le munizioni dalle riserve poste sotto le traverse oradette alla culatta dei pezzi.

PRINCIPII GENERALI DA SEGUIRSI PER DETERMINARE IL TRACCIATO DELLE OPERE CONTEMPORANEE. — L' in-

roduzione delle artiglierie rigate, oltre a rendere più esatto ed efficace il tiro, ha anche dato modo di aumentare la portata utile di esso e per conseguenza ha reso possibile all'assalitore che voglia impadronirsi di una data opera:

1° D'iniziare quest'assalto molto da lontano;

2° Di distribuire i suoi mezzi di offesa, ossia le sue artiglierie, su una zona perifericamente molto estesa e capace di contenere una quantità grandissima di tali mezzi, i quali avvolgendo l'opera da espugnarsi e battendola poi contemporaneamente e concentricamente, si procurano la possibilità di ottenere un'assoluta preponderanza su di essa e di pervenire con maggior facilità allo scopo finale di distruggerla ed annientarla. — È dunque evidente che, ove la difesa voglia opporsi convenientemente all'attacco, è giuocoforza che organizzi le proprie opere in guisa da impedire il concentramento dei mezzi contrappostile, od in altri termini, è mestieri che si ponga in condizioni le quali favoriscano l'azione lontana degli elementi offensivi che possiede e ciò per prevenire col proprio fuoco il nemico nelle posizioni esterne e distanti.

Parlando dell'epoca moderna, vedemmo come il sistema bastionato fosse necessario in allora, perchè rispondente alle esigenze dell'armamento, che per produrre effetto richiedeva la relativa vicinanza dei combattenti, ma ora che l'armamento stesso si è perfezionato tanto in potenza quanto in gittata e che questa e quella sono divenute grandissime, è evidente la necessità di variare il tracciato passando dal bastionato al poligonale, il quale, come già dicemmo, è solo capace di sviluppare l'azione frontale imposta alle opere odierne.

Si tenga adunque per regola assoluta e generale che per le ragioni oradette, oggi i rampari debbono svilupparsi secondo i lati dei poligoni base. E ciò è tanto più conveniente in quanto che oltre al vantaggio surriferito e che è l'essenziale, si ottengono anche gli altri:

1° di una più grande semplicità di costruzione;

2° di maggior efficacia della difesa vicina, giacchè essa, anzichè effettuarsi per mezzo dei fianchi dei bastioni, molto alti, appartenenti integralmente ai fronti che proteggono, visibili da lontano e quindi demolibili con facilità, è fatta mediante costruzioni speciali dette dal Martini *capannati*, a motivo della forma di capanna che assumono, o *caponiere fiancheggianti*, situate al piede della scarpa, indipendenti dalle parti destinate all'azione lontana, e cioè che è più, protette da tutto il rilievo della controscarpa e dello spalto allorquando i fossi sono asciutti, oppure dal solo spalto allorchè tale fosso è acqueo;

3° di essere meno soggetti all'infilata, giacchè il nemico, per portarsi dalla sua direzione più probabile di marcia, che poco si discosta dalla capitale del fronte, ai prolungamenti esterni di questo, è obbligato a svilupparsi maggiormente e quindi ad impiegare uomini, materiali e tempo superiori a quelli che gli occorrerebbero per raggiungere identica posizione rispetto agli altri due tipi di tracciato;

4° di impiegare un sistema adattabile a qualunque specie di terreno, e privo di ogni relazione geometrica fra le varie sue parti, per cui i fronti, ai quali si applica, possono tenersi di qualsiasi lunghezza, purchè non eccedente il doppio della linea di difesa, cioè il doppio della gittata utile delle più piccole armi adoperate nel fiancheggiamento, ossia dei fucili. — E siccome la gittata in parola è compresa fra 500^m e 700^m, così la lunghezza massima di un fronte poligonale è a ritenersi di 1400^m.

L'estensione di uno qualunque di questi fronti viene poi determinata in funzione del numero di pezzi e tiratori, che ne debbono costituire l'armamento, partendo dal principio che per ognuno dei primi occorrono 14^m o 24^m di linea di fuoco, secondochè trattasi di fortificazioni terrestri o marittime, e che per ogni fucile è necessario uno sviluppo di 1^m. 50 del ciglio stesso.

Le parti fiancheggianti costrutte, come già si disse, al piede della scarpa dei rampari possono collocarsi in un punto qualsiasi del fronte, ma generalmente le si pongono in capitale, allorchè il detto fronte è esteso, oppure al saliente formato da due fronti contigui quando essi sono di limitata estensione. — In quest'ultimo caso, un solo capannato serve a difendere da vicino entrambi i fronti.

OPERE ADDIZIONALI. — Dal suesposto emerge che un fronte poligonale si compone generalmente di un ramparo, avente un dato profilo proporzionato alla resistenza che si vuole raggiungere, sviluppantesi sul lato del poligono base corrispondente al fronte stesso e destinato all'azione lontana, e di una caponiera che provvede alla difesa vicina.

Ove vogliasi poi rafforzare il detto fronte in modo da rendere in esso possibili varie difese successive, vi si aggiungono delle *opere esterne*, quali: rivellini, strade coperte con piazze d'armi salienti e rientranti provviste o no dei relativi ridotti, e coprifaccia; e delle *opere interne*, cioè cavalieri, caserme difensive e simili.

Tali opere sono formate in modo analogo a quello indicato pei fronti bastionati e collocate: i rivellini innanzi alle caponiere poste sulla capitale del fronte, in maniera che le faccie di essi battano i settori indifesi corrispondenti ai salienti attigui della cinta; i coprifaccia parallelamente od alla parte anteriore o testa dei capannati od alle faccie del corpo di piazza concorrenti ad uno stesso saliente per proteggere la testa oradetta e raddoppiare ove son costrutti la linea di fuoco; la strada coperta nel modo già conosciuto.

I cavalieri si pongono in corrispondenza dei salienti formati da due fronti o sulle capitali di questi, e meglio che interni rispetto al ramparo principale, convien situarli come parte integrante di esso, affinchè non costituiscano dietro al medesimo delle grosse traverse, che ricevano tutti i progetti che lo sorvolano e rimandino quindi sui terrapieni del ramparo stesso le schegge prodotte negli scoppii di tali progetti.

Le caserme difensive sono costruzioni formate da due o più piani di ricoveri, simili per forma e dimensioni a quelli ordinariamente impiegati sotto i terrapieni, che si collocano nei varii fronti per alloggiarvi la guarnigione e per costituire, in ognuno di essi, un punto più resistente degli altri, nel quale possa ritirarsi il difensore sopraffatto, per tentare un'ultima ed ostinata resistenza o riguadagnare il perduto. — Nell'epoca moderna queste caserme difensive si elevavano nell'interno dei bastioni; ma, siccome dopo l'introduzione delle artiglierie rigate, ove le si mantenessero entro i salienti formati dai fronti attuali, risulterebbero poco desolate e quindi presto distrutte, così conviene disporle sotto i cavalieri in corrispondenza, cioè, di appositi rialzamenti fatti nel ramparo, in modo che la terra di questo protegga la testa dei ricoveri.

Le opere addizionali valgono indubitatamente ad accrescere il valore difensivo dei fronti, ma se si pensa che, in seguito ai progressi fatti dall'artiglieria, è molto probabile che da qui innanzi la lotta fra attacco e difesa si decida, anzichè da vicino, come quando le armi erano poco perfezionate, mentre le due parti sono lontane l'una

dall'altra, mentre, cioè, l'aggressore tende a soverchiare col proprio fuoco quello dell'assalito, e questi cerca di impedirlo; è facile convincersi che la vera potenza delle opere fortificatorie consiste nell'esser capaci di rendere gagliarda ed efficace l'azione lontana. — Ora, le opere addizionali, sia per il poco rilievo, sia per la direzione delle faccie che le compongono, la quale è obbligatoriamente fissata, non risultano per certo atte ad aumentare l'azione suddetta, bisogna quindi concludere col riconoscere che tali opere non debbono riguardarsi indispensabili come pel passato, ma da usarsi con parsimonia e solo quando si preveda di trovarsi in condizioni tali che rendano necessario di spingere agli estremi anche la lotta vicina. — Negli altri casi, le risorse finanziarie consumate nella costruzione di queste opere addizionali saranno evidentemente molto meglio impiegate ad aumentare le difese del ramparo principale allo scopo di renderlo più resistente ed esteso e perciò più potente, giacchè è da esso che si decideranno le sorti della lotta.

Si è detto più volte che una delle caratteristiche essenziali del tiro odierno si è l'esattezza, ma conviene aggiungere altresì che questa è più sensibile rispetto alla lunghezza ed altezza del bersaglio che non riguardo alla sua profondità, per cui, ove vogliasi risentire il meno possibile degli effetti distruttivi del tiro stesso, bisogna fare le opere della minima estensione in larghezza, cioè nel senso parallelo alla direzione del tiro oradetto. — Le opere addizionali tendono invece ad aumentare detta dimensione e sono quindi anche per questa ragione poco consigliabili.

Come conseguenza della considerazione suesposta, e che è del massimo valore per la costituzione di buoni tracciati, rilevasi altresì la somma utilità che rivestono le disposizioni già descritte riguardanti le casamatte corazzate ed in special modo poi le torri girevoli, giacchè esse non mirano solamente a provvedere miglior protezione agli elementi della difesa pel fatto che li ricoprono con materiali molto resistenti, ma restringono altresì l'estensione del bersaglio formato dalle parti che sostengono tali elementi, per cui, acquistando i medesimi una certa invulnerabilità, possono diminuirsi senza alterare la potenza dell'opera e dar luogo con ciò ad una vistosa economia nell'impianto dell'opera medesima.

Parti fiancheggianti.

Scopo. — Per impedire al nemico che sia giunto presso al ciglio dello spalto di attraversare con relativa facilità l'ostacolo materiale rappresentato dal fosso e per rendere in certo modo attivo l'ostacolo medesimo, si usano le parti fiancheggianti, le quali raggiungono gli scopi oradetti mediante linee di fuoco opportunamente disposte per battere con tiri radenti il fondo del fosso medesimo, e per sopprimere gran parte dello spazio indifeso chiamato angolo morto esistente in prossimità dei rampari sotto il prolungamento del pendio del parapetto.

DIREZIONE DEI FUOCHI FIANCCHIEGGIANTI ED ARMI IMPIEGATE NEL FIANCCHIEGGIAMENTO. — Il fuoco che si effettua dalle parti suddette chiamasi *fiancheggiante*, ed è diretto in senso *normale* o *parallelo* all'asse del fosso. — Nel primo caso, si ha il fiancheggiamento *diretto*; nel secondo, quello di *fianco*.

Il fiancheggiamento diretto si eseguisce colle gallerie di scarpa e di controscarpa, di cui già parlammo nel profilo; quello di fianco si effettua con spezzamenti speciali del ramparo come si praticò nei sistemi bastionati, o con costruzioni apposite sporgenti dalle scarpe, detti *caponiere* o *capannati*, ai quali indicammo precedentemente.

Il fiancheggiamento eseguito con costruzioni stabilite alla controscarpa dicesi anche di *rovescio*.

Dei due modi di fiancheggiamento succitati è in generale preferibile quello di fianco, anzitutto perchè con esso il tiro risulta più radente rispetto al fondo del fosso e quindi più efficace, e poi perchè richiede una quantità di uomini e materiali molto minore dell'altro praticato direttamente.

Le armi impiegate nelle parti fiancheggianti sono il fucile, il cannone e la mitragliatrice. Si adotta il fucile quando l'estensione del fosso da fiancheggiarsi essendo limitata non è possibile utilizzare la gittata di armi più potenti. — Le gallerie ed i capannati di opere formate con fronti poco estesi si armano sempre con fucileria.

I cannoni e le mitragliatrici s'impiegano invece nelle caponiere dei fossi appartenenti a fronti estesi e si preferiscono al fucile perchè hanno effetti materiali e morali superiori e rendono quindi più potente la parte fiancheggiante.

PARTICOLARI SUI CAPANNATI. — Il capannato è una costruzione a pianta rettangolare mistilinea o pentagona, larga quanto occorre perchè possa ricevere l'armamento assegnatole, lunga quanto è largo il fosso da fiancheggiarsi, ricoperta con volta alla prova ed alta quanto è necessario per contenere ciò che in esse deve ricoverarsi. — Generalmente i capannati sono *doppi*, cioè, presentano una linea di fuoco in corrispondenza di ognuno dei muri perimetrali laterali, diretti normalmente alla magistrale del fronte che difendono e che diconsi *fianchi*; hanno il muro anteriore, chiamato *testa*, sporgente verso l'esterno con tracciato curvilineo od a dente molto aperto, ed il pavimento alto 0^m.20 o 0^m.60 sopra il fondo del fosso asciutto, od al pelo dell'acqua secondochè sono armati con fucileria o con cannoni.

Nei fossi asciutti le caponiere hanno i muri perimetrali alti quanto il rivestimento della scarpa dalla quale sporgono e sono contornate dalla controscarpa in modo che la distanza fra i cigli di questa e dei muri suddetti non sia minore della larghezza minima stabilita pei fossi a pareti rivestite, cioè, di 9 m.

È necessario soddisfare a tali condizioni, perchè se si avessero i muri perimetrali anzi accennati più bassi di quello di scarpa ed il fosso circondante il capannato più stretto dell'ordinario si creerebbero dei punti, nei quali l'ostacolo contro l'assalto risulterebbe diminuito, per cui il nemico sarebbe ivi attratto a superarlo.

Nei fianchi e nella testa dei capannati in parola sono aperte delle feritoje o delle cannoniere, dalle quali si trae nel fosso; il ciglio inferiore di queste aperture deve trovarsi a non più di 1^m.50 o 2^m sul fondo del medesimo perchè il tiro risulti radente rispetto ad esso, e siccome tale disposizione rende agevole all'attaccante d'imboccare le suindicate aperture, così s'impedisce a questi di avvicinarsi al piede dei muri perimetrali, costruendo attorno ad essi un fosso largo 4^m o 5^m e profondo sotto il livello del fosso principale di 2^m a 3^m, che dicesi *diamante*.

Le caponiere sono *aderenti* o *staccate*. — Si dicono aderenti quando hanno i fianchi riuniti dalla scarpa che difendono, staccate allorchè esiste un certo intervallo fra questa e l'estremità di quelli. — Le prime sporgono meno verso l'esterno e permettono quindi un maggior riavvicinamento fra le parti di scarpa corrispondenti ai ripiegamenti del fosso attorno alla testa del capannato stesso ed il ciglio di controscarpa, per cui le parti oradette risultano meglio protette dai tiri indiretti, ma facilitano la scalata del ramparo perchè il nemico trova su di esse un ripiano, sul quale può riordinarsi prima di accingersi a raggiungere il pendio; le seconde spor-

gono di più verso l'esterno e lasciano quindi più esposti i tratti di scarpa posti vicino ai fianchi, ma rendono più difficile all'aggressore di pervenire al ciglio di fuoco, giacchè l'assaltatore medesimo per passare dalla sommità delle caponiere in parola al ciglio oradetto deve ancora superare il fosso interposto fra queste due parti.

Generalmente nei fronti con fosso asciutto le caponiere più usate sono le aderenti ed in tal caso si diminuisce l'inconveniente costituito dalla facile imbrecciabilità delle parti di scarpa attigue ai fianchi delle medesime, costruendo a discarico tali parti. — I locali del piano inferiore di questi muri si organizzano a galleria di scarpa che riesce utilissima per difendere da vicino i fianchi suddetti ed il fosso della testa del capannato.

Nei fossi acquei invece le caponiere sono quasi sempre staccate, in primo luogo perchè non esistendo in tal caso muri di scarpa non importa preoccuparsi del defilamento di essi, e poi perchè l'interruzione risultante fra la gola di tali capannati ed il ramparo costituisce una rada atta a riparare un certo numero di galleggianti, barche e zattere, destinati a trasportare in dati momenti dei nuclei di truppa dalla scarpa alla controscarpa onde rafforzare qualche punto pericolante di questa.

Le caponiere sono con o senza cortile; le prime vengono impiegate quando per la larghezza del fosso che difendono, assumono dimensioni ragguardevoli. — Il cortile è costituito da un'interruzione più o meno larga interposta fra i due fianchi e riesce molto utile per provvedere alla ventilazione dei locali ricavati entro quelli. — Le caponiere prive di cortile sono più semplici, occupano in pianta minore spazio e si adattano quindi di più al fiancheggiamento dei fossi non molto larghi.

I capannati sono importantissimi per la difesa vicina e debbono perciò esser costruiti in modo che si conservino fino agli ultimi momenti della resistenza dell'opera a cui appartengono. — Per raggiungere questo scopo, allorchè battono fossi asciutti, si costruiscono quindi bassi il più che è possibile, affinchè il rilievo della controscarpa li protegga dai tiri nemici; nei fossi inondati si stabiliscono invece col pavimento a m. 0.50 o m. 0.60 sul pelo dell'acqua e si ricoprono, tanto sulla testa quanto sui fianchi, nelle parti che sporgono dal ciglio di fuoco dello spalto con rialzi di terra addossati ai muri stessi o staccati, come già si disse parlando dei coprifaccia.

Il fosso che gira tutt'attorno alle caponiere viene battuto quando è asciutto con una o più delle seguenti disposizioni, cioè: 1° per mezzo di feritoje aperte nella testa delle medesime; 2° con gallerie di scarpa poste immediatamente all'infuori dei fianchi e di cui sopra parliamo; 3° finalmente con una galleria di controscarpa che si sviluppa lungo il perimetro di tale fosso. Allorchè questo è acqueo, puossi ancora raggiungere lo scopo con le feritoje aperte nella testa, ove questa sia riparata da un coprifaccia, ma le altre disposizioni sono inattuabili, per cui suolsi sostituire alle medesime uno spezzamento del fronte fatto sul rovescio del capannato in modo da costituire dietro ad esso una cortina che si raccordi alle parti laterali e più avanzate del fronte mediante due fianchi normali all'asse del fosso di cui trattasi e che danno perciò i tiri atti a fiancheggiarlo (Vedi fig. 1210).

ESEMPI E DISCUSSIONE DI VARIE SPECIE DI CAPANNATI. — I capannati armati con fucileria sono semplicissimi, e vedesi infatti dalle figure 1206 e 1207 che si compongono di un solo ambiente ricoperto da volta alla prova, a cui si accede mediante un corridojo o *poterna* che parte dallo interno dell'opera e che ha il pavimento disposto a piano inclinato, a cordonata o a gradinata in dipendenza della differenza di livello che la medesima deve superare.

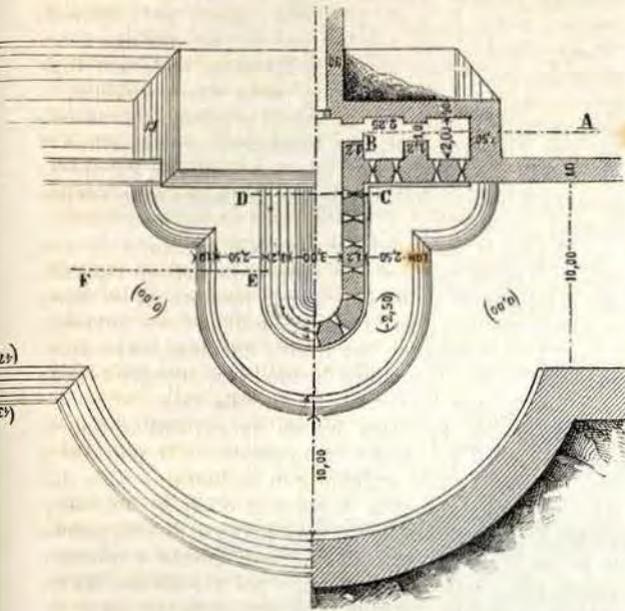


Fig. 1206. — Scala di 1 a 400

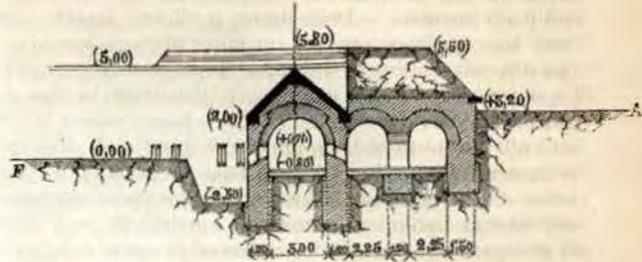


Fig. 1207. — Sezione ABCDEF — Scala di 1 a 400.

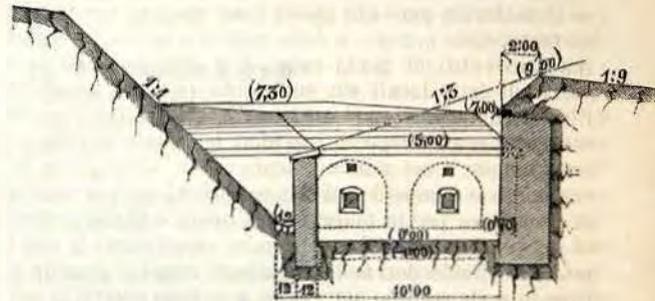


Fig. 1209. — Sezione A B — Scala di 1 a 400.

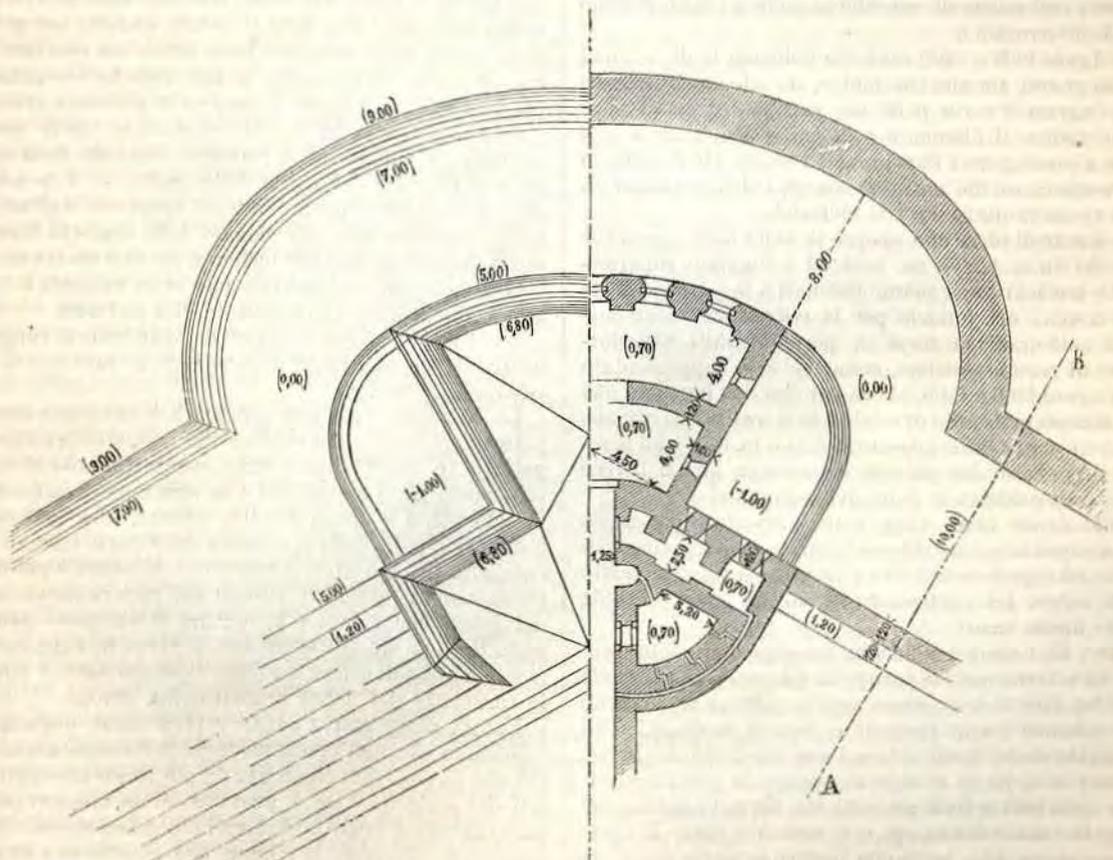


Fig. 1208. — Scala di 1 a 400.

Le figure 1208 e 1209 danno esempio di una caponiera armabile con artiglierie, appartenente ad un fronte con fosso asciutto. — Dalle figure medesime appare che ogni bocca a fuoco occupa un ambiente o casamatta; tale disposizione è necessaria per impedire che i progetti i quali per una delle cannoniere penetrino in una di tali casamatte, danneggino anche i pezzi situati nelle laterali. La testa del capannato è munita di feritoje orizzontali che battono il fosso antistante; la solita poterna mette in comunicazione la parte fiancheggiante coll' interno dell'opera a cui essa appartiene. — Prima di giungere alle casamatte e simmetricamente disposti rispetto all'asse di tale poterna sonvi due locali di forma trapezia mistilinea che servono di magazzini per le munizioni e che hanno perciò tale ampiezza da contenere l'intera dotazione assegnata ai pezzi della caponiera. — Considerato però che questi pezzi sparano con carica costante, delle granate o delle scatole a mitraglia e che sono provvisti di pochi colpi, è a ritenersi che uno solo dei detti locali sia sufficiente per comprendere l'intera dotazione suddetta, ond'è che l'altro rimane utilizzato come corpo di guardia, nel quale si dispongono cinque o sei uomini incaricati di sorvegliare la caponiera e d'impedire al nemico che vi sia pervenuto di ascendere per la poterna nell'opera o di discendere in senso opposto. — Questi uomini eseguono il compito loro chiudendosi nell'or nominato corpo di guardia e tirando nella poterna attraverso a feritoje costrutte nel muro che questa ha comune con quello. — E si può anzi rendere più efficace l'azione di questa difesa interrompendo la comunicazione in corrispondenza del corpo di guardia mediante un ponte scorrevole ritrabile dentro di esso e collocando un cancello in ferro ad ogni estremo di tale interruzione.

Le figure 1208 e 1209 suddette indicano le dimensioni da assegnarsi, sia alle casamatte, sia alle murature che compongono le varie parti del capannato; come pure fanno vedere il diamante e la galleria di scarpa che serve a proteggere i fianchi ed a rendere più difficile lo imbriacciamento del muro di scarpa laddove questo risulta meno protetto dai tiri indiretti.

Lo strato di terra che ricopre le volte delle caponiere è grosso da m. 1.50 a m. 2.00 ed è foggiate superiormente secondo varii piani, destinati a favorire lo scolo delle acque, ma quando per la ristrettezza degli ambienti sottoposti la terra in parola resulti superiormente di poca estensione, come nel caso rappresentato dalle figure 1208 e 1209, allora per non dar luogo ad una disposizione mancante di solidità la si sostituisce con uno strato di pietra dura grosso m. 0.30 o m. 0.40 che favorisca il rimbalzo dei proietti e protegga quindi invece della terra suddetta la volta del capannato.

Nelle figure 1210, 1211, 1212 è riportato l'esempio di una caponiera staccata con cortile, armabile con artiglieria ed appartenente ad un fronte con fosso inondato molto largo. Le particolarità notevoli emergenti da queste figure sono:

1° Che i muri dei fianchi del capannato sono protetti all'esterno con un parapetto addossatovi, nel quale si prolungano le cannoniere aperte nelle pareti frontali delle casamatte appartenenti ai fianchi medesimi. Tali casamatte sono organizzate col sistema detto alla Haxo, che ha per scopo di ridurre al minimo la porzione scoperta della parete frontale suddetta, sia coll'aggiunta del parapetto suaccennato, sia coll'inclinare verso il basso la generatrice della volta che ricopre la parte anteriore dell'ambiente. — Di queste casamatte ve ne ha 14 per ogni fianco, ma ciò non significa che debba ognuna con-

tenere un pezzo, perchè, ove ciò fosse, l'armamento della caponiera diverrebbe troppo numeroso. — Dette costruzioni sono invece accoppiate a due a due e così suddivise vengono successivamente occupate da una medesima bocca a fuoco, in modo cioè, che quando per effetto di un prolungato fuoco nemico, una di esse divenga innocupabile, possa esser sostituita dall'altra, onde non diminuisca l'azione offensiva della parte fiancheggiante. — Nel parapetto addossato ai fianchi si aprono solo le cannoniere corrispondenti alle casamatte armate affine di dare sufficiente resistenza alla parte di tale parapetto compresa fra due delle oradette cannoniere e che prende il nome di *merlone*.

2° Che la testa del capannato è costituita da una massa di terra sostenuta da muri a discarico e riparata dai colpi nemici da un coprifaccia formato da un dente separato mediante un fosso acqueo dalla testa suddetta.

3° Che il ramparo del fronte fiancheggiato è spezzato dietro alla caponiera in modo da formare la rada ed i fianchi che battono il fosso della testa.

4° Che la caponiera ha sui fianchi due ordini di fuoco di cui il più basso casamattato ed il più alto a cielo scoperto, colle artiglierie in barbetta. — Tale disposizione, che aumenta la potenza offensiva fiancheggiante del capannato, non è però priva di difetti, perchè in primo luogo accresce il rilievo di questo e lo rende quindi più visibile da lontano, e poi perchè non ha carattere di durata, essendo poco probabile che sotto all'azione lontana del fuoco nemico i pezzi scoperti della linea superiore si mantengano intatti fino agli ultimi momenti della difesa. — Per conciliare queste contrarie esigenze oggidì si usa quindi di tenere i capannati ad un solo ordine di fuochi nei fronti con fossi asciutti ed a due ordini nei fronti con fossi inondati, giacchè nel primo caso la costruzione essendo bassa resta ben protetta dal rilievo della controscarpa e nel secondo aumenta di potenza offensiva senza diminuire di sicurezza, poichè, stante l'esistenza dell'acqua, qualunque sia il profilo adottato, si è obbligati a rialzarla tanto da farla sporgere al disopra del ciglio dello spalto. — È possibile però lo scemare l'entità dei danni apportati dall'azione lontana nemica sulla più elevata delle oradette linee di fuoco, organizzandola per fucileria, giacchè questa recandosi ad occuparla soltanto quando se ne presenta il bisogno, non è esposta agli effetti del tiro suddetto.

5° Che i locali non occupati dalle artiglierie vengono usufruiti per magazzini di munizioni e materiali e per ricoveri di uomini.

La comunicazione alla caponiera è composta da una poterna costrutta sulla capitale del fronte e da un ponte gettato in quest'ultima direzione attraverso al fosso interposto fra il capannato e la cortina retrostante. — Questo ponte è difeso dai tiri nemici, che infilano il fosso principale, dalla sporgenza delle parti laterali del ramparo. Il fosso attraversato da tale ponte è poi fiancheggiato da casamatte situate nel rientrante formato dal fianco che riunisce la cortina al ramparo principale, laddove questo si prolunga verso la capitale del fronte a guisa di orecchione, per riparare dai tiri diretti le casamatte del fianco oradetto (fig. 1210).

FORMA COMPLESSIVA DELLE PIAZZE FORTI ODIERNE. — Vedemmo che nell'epoca moderna le fortezze erano costituite da una cinta composta da più fronti costrutti sui lati del poligono base e provvisti di un numero più o meno grande di opere addizionali dipendentemente dalla resistenza maggiore o minore che in ciascuno di essi volevasi raggiungere. — L'introduzione delle artiglierie rigate obbligò a modificare anche questa forma comples-

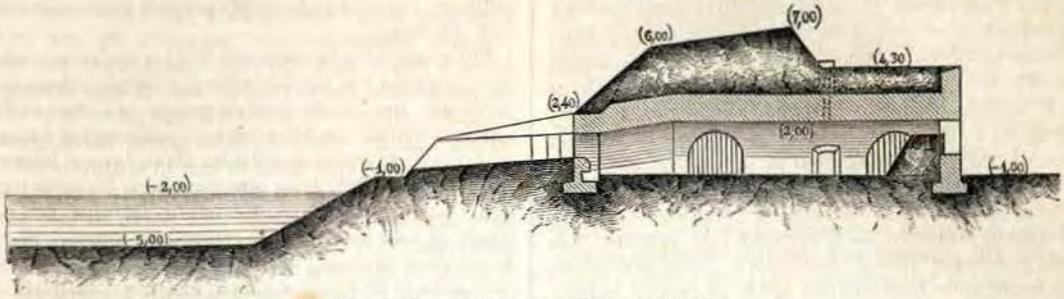


Fig. 1211. — Profilo EF — Scala di 1 a 400.

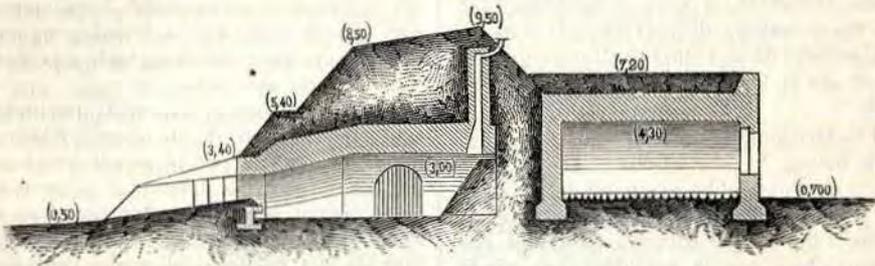


Fig. 1212. — Profilo CD — Scala di 1 a 400.

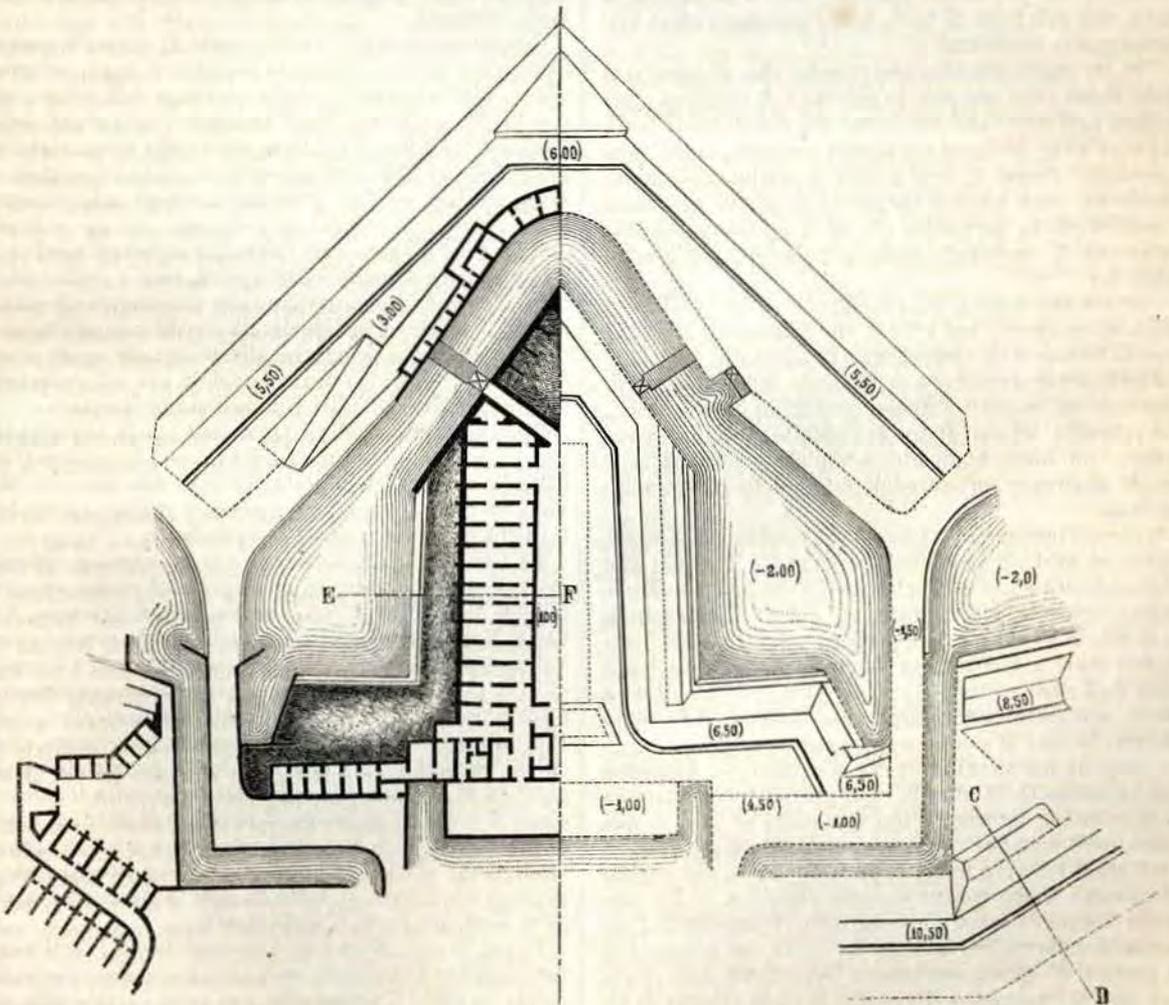


Fig. 1210. — Scala di 1 a 2000.

siva delle piazze forti, poichè per effetto di tale perfezionamento l'assalitore potendo stabilirsi assai lontano da esse, estendersi su ampia cerchia e concentrare contro le medesime un potente fuoco, partente da punti molto distanti fra loro e opportunamente scelti nel vasto spazio di terreno disposto attorno alle dette piazze, alla difesa, se volle mantenere la possibilità di sopraffare l'assalitore stesso nell'atto in cui inizia le offese, altro non rimase che aumentare lo sviluppo del fronte destinato a contenere le batterie le quali debbano condurla a questo risultato. — E siccome tale aumento non era punto raggiungibile coll'ampliare le forme precedentemente usate onde non elevare opere di nessun valore, attesa la grande estensione che avrebbero assunto, e costosissime, così si dovettero abbandonare le forme suddette e costruire le fortezze a campo trincerato, cioè composte di una linea esterna di forti staccati e di un nucleo centrale costituito da una cinta continua a grande sviluppo racchiudente la località che vuolsi assicurare contro gli assalti.

Trattasi ora di vedere quali sieno le norme da seguirsi per applicare tale forma.

Che un campo trincerato debba comporsi delle accennate due parti principali è ormai cosa generalmente ammessa, giacchè l'opinione sostenuta da alcuni che per ragioni economiche e per la considerazione che la difesa è condotta a sviluppare al massimo grado i propri mezzi sul perimetro esterno, basti a costituire la piazza una sola linea di forti, è da riguardarsi come vittoriosamente confutata:

1° col ragionamento, osservando che il nemico il quale riesca anco con piccolo partito e di sorpresa a penetrare nell'intervallo compreso fra due di detti forti, può senz'altro dirigersi sul nucleo centrale, in cui sono ammassate riserve di ogni genere e produrvi danni incalcolabili, anco quando sia presto respinto, non fosse altro coll'effetto pernicioso che la di lui comparsa non tralascerà di esercitare sulla popolazione del nucleo suddetto;

2° coi dati storici, ricordando che se Metz e Parigi non avessero avuto nel 1870 la cinta interna, i Tedeschi dopo le battaglie di Gravelotte (18 agosto) e Châtillon (19 settembre) avrebbero certamente forzati alla capitolazione gli eserciti francesi battuti in detti scontri, che ritirati invece dietro le suddette cinte poterono evitare un accerchiamento completo, riordinarsi e quindi effettuare un'onorevole difesa delle piazze suaccennate.

Il campo trincerato di Lintz, oggi condannato a scomparire ed anzi già parzialmente demolito, è il solo che si sia costruito senza un nucleo fortificato, ma tale disposizione, criticata già da tutti gli autori di rinomanza, riuscirebbe molto più inopportuna oggidì, giacchè essendo i forti generalmente situati a maggior distanza l'uno dall'altro e dalla cinta di quello che risultino a Lintz, non potrebbero agire verso l'interno del campo allorchè in esso si svolgesse un combattimento.

CINTE DI SICUREZZA E CINTE D'ASSEDIO. — Ammessa così la necessità di aver in ogni campo trincerato una cinta continua interna, è ora a vedersi se essa debba costruirsi di semplice *sicurezza*, cioè capace di resistere a soli assalti di viva forza, oppure *d'assedio*, cioè capace di resistere anche contro *assedio regolare*. — La questione è stata discussa e questa volta riconoscendo l'importanza delle ragioni addotte da coloro che esagerando la portata di queste sostennero l'abolizione delle cinte continue, si è ammesso altresì che la cinta interna di un campo trincerato destinato a servire per la difesa di un

centro importante appartenente ad una grande potenza militare, raggiunge lo scopo per cui è costruita allorchè è di sicurezza.

Malgrado ciò, la cinta di Parigi ha resistenza superiore a quella che risulterebbe dall'applicazione di questo principio, ma ciò si verifica poichè all'atto dell'approvazione definitiva del progetto delle fortificazioni della capitale francese si dovettero accordare i fautori della proposta governativa, che chiedeva la costruzione di una linea di forti e di una cinta interna, con i sostenitori di una cinta unica capace di grande resistenza. Tuttavia il tipo di cinta adottato è difettoso, giacchè è composto di fronti bastionati, con muri scoperti, fianchi infilabili e rampari sprovvisti di traverse e di qualsiasi altro ricovero alla prova, mentre sarebbe stato molto più semplice e conveniente il costruire la cinta stessa con tipo di sicurezza a fronti poligonali provvisti di piccole caponiere fiancheggianti e protetti dalla scalata con un muro staccato.

Le cinte dei campi trincerati destinati a far da ridotti centrali alle forze di un piccolo Stato debbono essere invece di *assedio*, perchè ove le forze stesse sieno assalite all'improvviso durante il periodo di formazione e non possano perciò opporre che poca resistenza sulla linea dei forti, sia loro possibile eseguirli valida e prolungata alla periferia del nucleo centrale, onde lo Stato aggredito guadagni con ciò il tempo occorrente ai soccorsi stranieri per accorrere ad assicurarne la pericolante esistenza.

Comunque sieno poi le cinte, tanto di sicurezza quanto di assedio, debbon sempre svilupparsi a molta distanza, almeno due chilometri, dalla periferia dell'abitato che racchiudono, affinchè facili riescano i movimenti delle truppe della difesa e l'abitato stesso non venga danneggiato dai tiri che diretti contro la cinta la sorpassino senza colpirla. — Tale principio conduce naturalmente a dare alle cinte interne grandissimo sviluppo, e rende quindi anche più razionale l'altro già esposto di costruirle con carattere di semplice sicurezza, cioè a profilo limitato in comando e grossezza, con parsimonia di muratura e di traverse, ogniqualevolte circostanze affatto speciali non facciano presentare che la grande spesa a cui si andrebbe incontro organizzandole più robustamente sia compensata dall'utile che possono procacciare.

ORGANIZZAZIONE DELLA LINEA DEI FORTI, INTERVALLI FRA QUESTI, DISTANZA DALLA CINTA. — L'organizzazione della linea dei forti è stata fatta in due maniere, talvolta si è costituita con *fortini a difesa reciproca*, tal'altra con forti a *difesa indipendente*.

Le torri di Lintz, collegate con un cammino coperto provvisto di palizzate, appartengono al primo sistema, le linee dei forti di Parigi, Verona, Roma, Cracovia, Anversa, Metz e Strasburgo al secondo, che ha ormai la prevalenza, poichè offre maggiore garanzia contro l'assalto di viva forza, preparato da un vivo cannoneggiamento, e non presenta gl'inconvenienti attribuibili all'altro, cioè: 1° di avere il fiancheggiamento sempre poco sicuro, giacchè al momento della crisi ogni opera penserà più facilmente a sè che non alle adiacenti; e talvolta inefficace, come di notte ed in tempo di nebbia e di neve; 2° di obbligare ad istituire numerosi comandi, i quali dovranno affidarsi ad ufficiali inferiori e perciò probabilmente a persone non dotate di tutte le qualità necessarie a chi deve occupare posto sì importante.

Prima di ogni altra cosa è necessario che i forti sieno tatticamente ben situati onde: 1° agiscano convenientemente su tutto il terreno che può esser battuto dalle artiglierie di cui sono armati e che deve estendersi non

meno di m. 2500 o 3000 sul fronte; 2° favoriscano i ritorni offensivi all'esercito difensore.

L'intervallo fra i forti dipende dalla natura del terreno, dall'importanza ed estensione della linea che debbono costituire e dalle risorse di cui si dispone. — In generale si cerca di collocarli od in modo che incrocino i fuochi sulla zona interposta fra due di essi, ed allora, considerato che la portata efficace delle artiglierie contro ai lavori di assedio non supera i m. 3000, si tiene l'intervallo non superiore ai m. 2500; od in modo che tale incrociamiento non avvenga e che per conseguenza ogni mezzo intervallo sia battuto solo dal forte più vicino, ed allora l'intervallo stesso si spinge anco fino a m. 6000.

Il mutuo appoggio dei forti contro le offese lontane e le condizioni di poca infallibilità del fronte principale di essi sono tanto più sviluppate e migliori quanto più grande è il raggio di curvatura della linea su cui i forti stessi risultano situati; sono quindi da sfuggirsi nel tracciato generale della linea medesima i salienti e rientranti troppo pronunciati. Per applicare adunque siffatto principio e combinarlo colla necessità che si ha di far chiusa questa linea, si dà ad essa forma convessa verso l'esterno, e quando tale curvatura sia troppo sensibile si spezzano all'infuori i fronti principali dei forti affine di proteggere maggiormente le caponiere che ne fiancheggiano il fosso.

La distanza dei forti dalla cinta interna è determinata partendo dal criterio di mettere tutta la città o centro del campo trincerato al sicuro dal bombardamento. — Se riteniamo adunque che la gittata efficace delle artiglierie contro un bersaglio esteso come quello rappresentato dal già detto centro, è di m. 8000, che in generale la cinta continua dista di 2 chilometri dalla periferia dell'abitato da preservarsi e che le batterie di bombardamento non sieno costruibili a distanza minore di m. 1500 dai forti, per poco che questi sieno ben costruiti, si deduce, che la distanza fra forti e cinta non può essere inferiore ai m. 4500 e che tende a divenire di m. 5000 e m. 6000 ogniqualvolta non sia soddisfatta la condizione (cosa certamente facile atteso il continuo aumento di fabbricati che si manifesta nei centri importanti) di aver la cinta interna alla distanza supposta dall'abitato.

Riguardo alle dimensioni dei forti è da ammettersi che più essi sono lontani dagli adiacenti e dalla cinta interna, più debbono essere capaci di valida e prolungata resistenza, e che conviene in generale farli assai grandi, giacchè, ammesso pure che tale resistenza non sia proporzionata alla grandezza, è pur sempre vero che si troverà in migliori condizioni morali un'opera la quale abbia 1500 o 1800 uomini di guarnigione e sia comandata da un colonnello, di quello che lo sarà un'altra più piccola difesa solo da 300 o 400 uomini sotto gli ordini di un capitano o di un maggiore. L'applicazione assoluta di questo principio, attesa la distanza molto grande che esiste fra linea di forti e cinta ed i limiti assegnati all'ampiezza degli intervalli, condurrebbe pertanto a costruire in ogni campo trincerato numerosi ed estesi forti e ad impiegare quindi somme e forze considerevolissime per impiantarli, armarli e difenderli, ond'è che per diminuire questi inconvenienti si è proposto di ridurre i forti a dimensioni minori, contentandosi cioè di averli capaci di una guarnigione di 600 ad 800 uomini e di un armamento di 30 a 40 cannoni. — Siffatta proposta è divenuta un fatto compiuto in Germania nelle costruzioni eseguite in questi ultimi anni a Metz, Strasburgo e Colonia, ma alcuni, ciò malgrado, si oppongono assolutamente a questa soluzione per le già dette ragioni morali, e piuttosto che ce-

dere sulle dimensioni dei forti acconsentirebbero ad un aumento negli intervalli. — Anche in Italia la disposizione predetta ha però prevalso, pare quindi che basandosi su dati di fatto essa sia da preferirsi.

BATTERIE INTERMEDIE ED ANNESSE. — Per quanta cura si ponga nella scelta della posizione e nel determinare il tracciato dei forti, è ben difficile l'evitare nella zona esterna parti non battute o battute solo imperfettamente dall'artiglieria dei medesimi. Per sopprimere tali spazi indifesi si ricorre allora alla costruzione di appositi trinceramenti col ciglio di fuoco alto soli m. 2 o m. 2.50 sul terreno naturale, col terrapieno coincidente o poco interrato rispetto a questo, col fosso profondo m. 2 e privo di rivestimento e con un armamento variabile da 4 ad 8 pezzi, detti *batterie intermedie*, situati negli intervalli dei forti e che oltre allo scopo suindicato servono anche a dividere i fuochi dell'aggressore e ad impedirne un troppo intenso concentramento sui forti capace di ridurli presto al silenzio. — L'assedio di Parigi del 1870-71 ha poi dimostrato che la costruzione di tali batterie è conveniente altresì perchè con esse si aumenta il numero delle bocche a fuoco lottanti coll'assaltatore, e si colloca quest'aggiunta in opere di piccolo rilievo, di tracciato ed organizzazione sconosciute al nemico e per conseguenza meno esposte ai colpi di quello che lo siano i forti.

Batterie aventi scopi analoghi possono anche costruirsi attigue ai forti e sul prolungamento del lato di gola; allora si chiamano *annesse* e vengono provviste dei soli ricoveri necessari per contenere i serventi addetti ai pezzi che le armano e le munizioni di consumo giornaliero, giacchè essendo pel rimanente tali opere da riguardarsi come dipendenze dei forti suddetti, debbono in essi trovare tutti i rifornimenti occorrenti.

Generalmente queste batterie intermedie ed annesse si costruiscono in terra all'atto di porre la piazza in condizioni da resistere e durante l'assedio, ma ciò non toglie che le prime specialmente si facciano con carattere permanente, quando gl'intervalli fra i forti sono molto grandi: in tal caso debbono però essere opere chiuse e presentare tracciato di vere ridotte, onde possano all'occorrenza difendersi isolatamente.

Queste sono le opere principali che costituiscono un campo trincerato, ma ad esse e per meglio provvedere a tutte le esigenze della difesa se ne aggiungono soventi nella zona compresa fra forti e cinta delle altre le quali servono a ricoverare le truppe mobili ed a permetterle il facile e sicuro spostamento da un punto all'altro del campo. — Tali opere sono eseguite o con carattere campale mentre si sta apprestando la piazza per sostenere un assedio o preventivamente: sono costituite le prime da baraccamenti, accampamenti, alloggiamenti capaci di esser difesi, e le seconde da strade colleganti i forti, o irradianti dai baraccamenti suddetti alla periferia e mascherate alla vista del nemico con filari d'alberi e siepi o con l'adattamento conveniente a doppio spalto della zona sulla quale si sviluppano.

DESCRIZIONE DEL FORTE TIPO DI UN CAMPO TRINCERATO. — Si è detto già che il tipo di forte generalmente adottato per la prima linea dei campi trincerati consiste in un'opera chiusa armata con 30 e 40 bocche a fuoco e presidiata da una guarnigione di 600 ad 800 uomini; trattasi ora di particolareggiare quest'interessante argomento studiando uno dei detti tipi, sotto il duplice aspetto di vedere come si costruiscano le opere le quali hanno in oggi maggiore importanza e di rilevare come ad esse si applichino i principii fin qui esposti. — Per far questo studio descriveremo e discuteremo il forte riportato nelle

- a. Ricoveri uomini e locali per servizi relativi.
- b. Magazzini materiale e viveri di riserva.
- c. Caponiere fiancheggianti.
- d. Latrine.
- e. Magazzini a polvero di rifornimento.
- f. Magazzini a polvero di consumo giornaliero.

- g. Corpi di guardia.
- h. Galleria di scarpa.
- i. Scale di accesso ai ricoveri delle traverse.
- k. Galleria di controscarpa.
- l. Discese nel fosso.
- m. Ponte e portina d'ingresso.

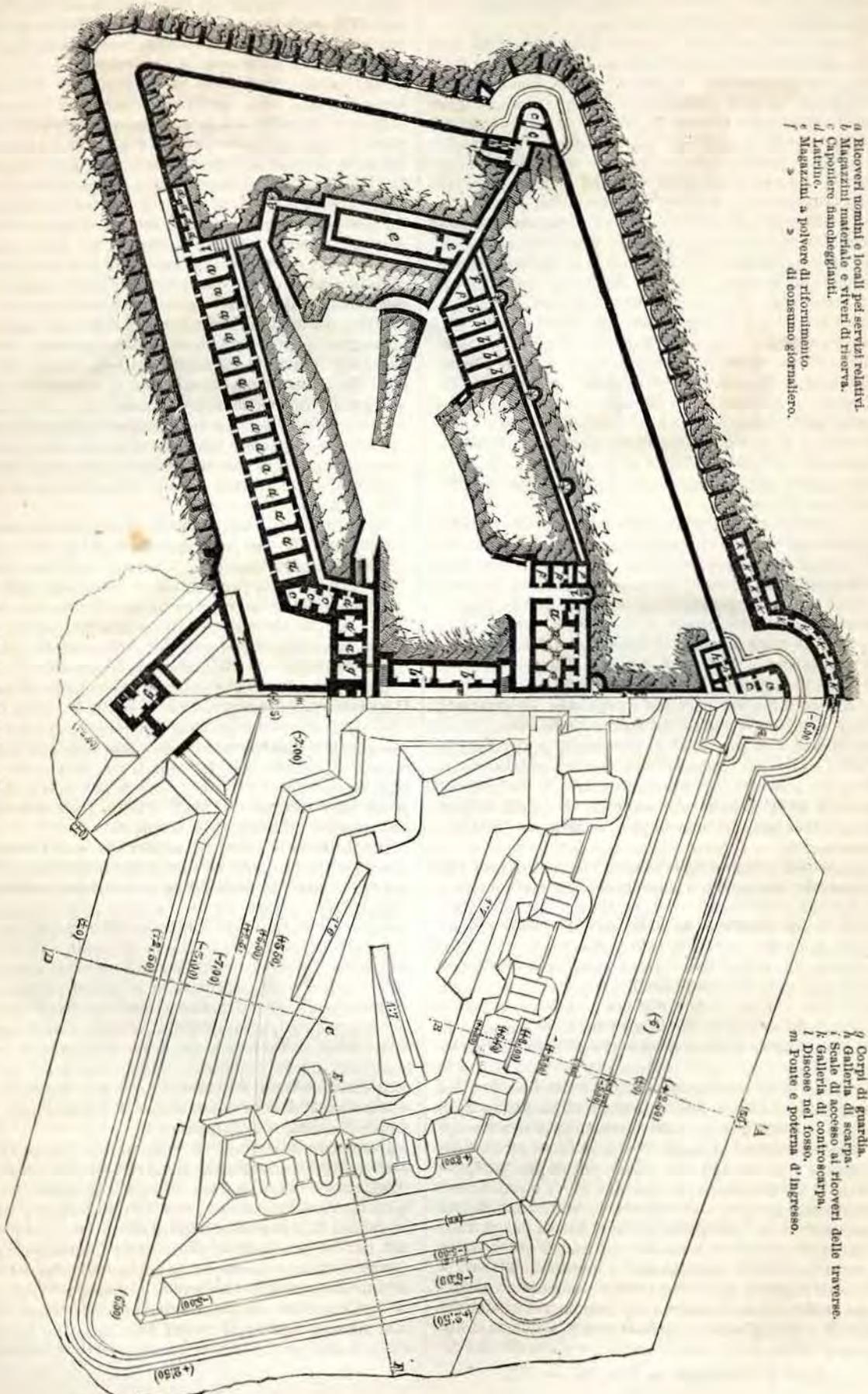


Fig. 1213. — Scala di 1 a 1500.

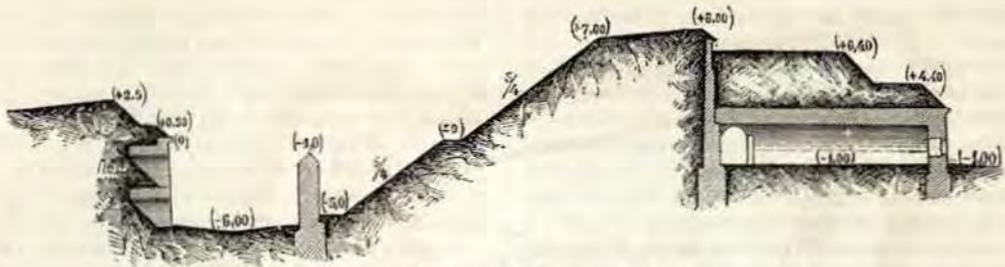


Fig. 1214. — Sezione AB — Scala di 1 a 500.

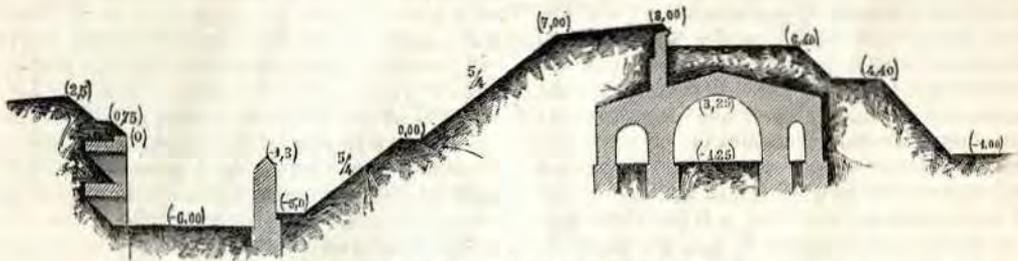


Fig. 1215. — Sezione EF — Scala di 1 a 500.

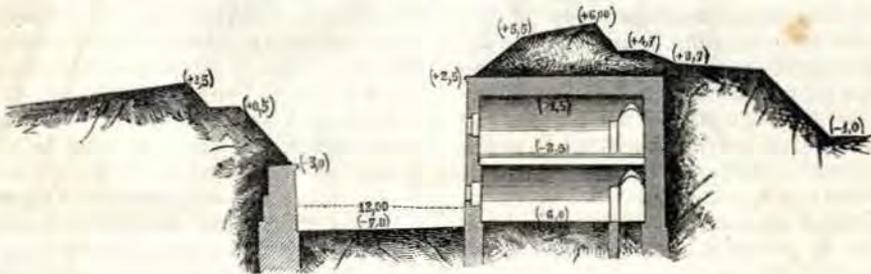


Fig. 1216. — Sezione CD — Scala di 1 a 500.

fig. 1213, 1214, 1215 e 1216, adottato dai Tedeschi nei campi trincerati costrutti dopo la guerra del 1870-71.

TRACCIATO. — Il forte si compone di un lato frontale lungo m. 285, di due fianchi lunghi m. 110, e di una gola a tracciato bastionato costruita con perpendicolare di

m. 45 sopra un lato di base di m. 335. — Il lato frontale per meglio assicurare la parte che lo fiancheggia è spezzato all'infuori, l'opera assume quindi la forma di una grande lunetta chiusa alla gola da un fronte bastionato, in cui i varii elementi hanno le dimensioni seguenti:

Lunghezza delle faccie alla magistrale	m. 150;	alla linea di fuoco m. 134
» dei fianchi » »	» 110;	» » » 65
» delle faccie del fronte di gola alla magistrale »	» 140;	» » » 38
» dei fianchi » » » » »	» 12;	» » » 14
» della cortina » » » » »	» 36;	» » » 30

Angolo al saliente principale 140°.

Angolo di spalla cioè formato dalle faccie col fronte attiguo 120°.

PROFILI. — Il profilo delle faccie e dei fianchi (Vedi figure 1214 e 1215) è conforme ai principii ammessi, ha il ciglio di fuoco alto m. 8 sul terreno, il parapetto alto m. 2 sul terrapieno e questo diviso in basso ed alto con un dislivello di circa m. 2. — La grossezza del parapetto è di m. 7, l'inclinazione del pendio è di $\frac{1}{7}$ e quella della scarpa esterna di $\frac{5}{4}$. — Tale scarpa all'altezza del terreno naturale è interrotta da una berma larga m. 1. Il muro di scarpa è staccato, alto m. 5 sulle faccie, m. 4.70 sui fianchi, defilato al $\frac{1}{3}$ su quelle, più del $\frac{1}{3}$ su questi e grosso m. 1. Fra l'interno di questo muro ed il piede della scarpa esterna del ramparo si ha un cammino di ronda largo m. 2, sollevato di m. 0.70 a m. 1 sul

fondo del fosso che è profondo m. 5 e largo m. 9. — La controscarpa è rivestita con un muro a discarico a due ordini di volte, alto m. 6, che giunge a livello del terreno naturale. — Oltre la controscarpa si ha un cammino di ronda largo m. 1 ricavato allo scopo di facilitare la sorveglianza delle adiacenze dell'opera e quindi lo spalto alto m. 2.50 sul terreno naturale, m. 1.75 sul cammino di ronda, colla scarpa interna a 45° in cui può intagliarsi un particolare interno per fucileria all'atto di predisporre l'opera a difesa. — Il ciglio dello spalto trovasi sul prolungamento del pendio del parapetto, e perciò lo spalto stesso risulta battuto con efficacia e radenza dal fuoco partente dal ramparo.

Nel corpo di quest'ultimo sono ricavati tanto sulle faccie quanto sui fianchi dei ricoveri che descriveremo in seguito.

La gola ha profilo speciale (vedi fig. 1216), avuto riguardo al fatto ch'essa non è esposta al fuoco regolare come gli altri fronti. — Questo profilo ha dimensioni ridotte tanto in comando quanto in grossezza rispetto a quello delle faccie e dei fianchi, ha muro di scarpa aderente e semplicemente coperto alla vista, un solo terrapieno, e la scarpa interna del ramparo in terra a pendenza naturale giacchè è esposta al fuoco rivolto direttamente contro al fronte principale. — Nell'interno del detto ramparo vi sono due piani di locali, formanti i ricoveri per la guarnigione del forte ed illuminati direttamente dal fosso, il quale appunto per meglio soddisfare a questo compito ed altresì perchè ha dimensioni affatto indipendenti dalle condizioni di defilamento del muro di scarpa è più largo che nelle altre parti, cioè ha m. 12 di larghezza. — La controscarpa è costituita in basso da un muro aderente pieno alto m. 4, e superiormente, per economizzare muratura, è fatta in terra. Il comando del ciglio di fuoco è di m. 6, il parapetto è grosso m. 4.50 ed organizzato per fucileria. — Il fosso risulta di m. 7 sotto il terreno naturale cioè di m. 1 più profondo di quello che sia nelle altre parti del forte; ciò è fatto per procurare alla scarpa l'altezza di m. 9.50 occorrente per costruire i due piani di locali suaccennati.

Il fronte di gola ha principalmente gli scopi di proteggere l'interno del forte dai colpi di mano e dagli assalti di viva forza eseguiti da truppe mobili, che l'assedante sia riuscito a far penetrare nell'interno del campo per gl'intervalli dei forti e di costituire una parte atta a ricevere convenientemente i ricoveri uomini occorrenti nell'opera. — Ha tracciato bastionato anzitutto perchè tale fronte è destinato essenzialmente a sostenere un combattimento vicino, e poi perchè permette con questo tracciato di ridurre la profondità del forte, conformemente ai principii più sopra esposti.

PARTI FIANCHEGGIANTI. — Si provvede alla difesa vicina del fronte principale (fig. 1213) con una caponiera posta sulla capitale di esso, a quella dei fianchi con mezzecaponiere collocate colla parete anteriore sul prolungamento del muro di scarpa del fronte suddetto, ed a quella della gola mediante casamatte ricavate nei fianchi del fronte da cui la gola stessa è costituita.

Il capannato in capitale è aderente, armato con due bocche a fuoco per fianco ed a testa leggermente curva. — Le due casamatte corrispondenti ad ognuno dei fianchi oradetti sono costruite esternamente al muro staccato del fronte: dietro a questo muro e come parti integranti della caponiera stessa sonvi poi da ciascuno lato della capitale un tratto di galleria di scarpa ed un locale. Di questi locali uno fa da corpo di guardia e l'altro da riservetta delle munizioni. — Anteriormente alla testa del capannato gira il fosso che si mantiene della larghezza di m. 9 lungo tutto il perimetro esterno del primo, e che è battuto con fuochi di fanteria partenti da feritoje aperte: 1° nella testa del capannato medesimo; 2° nella parete frontale del tratto di galleria di scarpa summentovato; 3° nel muro analogo della galleria di controscarpa la quale si sviluppa intorno alla testa della caponiera, prolungandosi anche parallelamente al fronte principale entro al piano inferiore delle volte a discarico costituenti il rivestimento della controscarpa suddetta. — Il capannato di cui trattasi è finalmente ridotto alla prova con uno strato di terra sovrapposto alle volte, ed è circondato da un fosso diamante.

I fianchi dell'opera sono difesi ciascuno da una mezza

caponiera armata con fucileria e costituita da un solo ambiente a pianta trapezia ricoperto con due volte a botte aventi la generatrice parallela alla direzione del fianco e impostate verso la metà del locale su apposito arco. — Le feritoje sono aperte solamente nella testa della mezza caponiera e sul lato di questa che guarda il fosso del fianco. — La controscarpa gira tutt'attorno a questo capannato mantenendosi alla distanza di m. 9 a m. 10 dal perimetro di esso ed è in parte organizzata a galleria di controscarpa destinata a proteggerlo.

La gola del forte è difesa da casamatte armate con cannoni o con mitragliatrici, ricavate nei fianchi del fronte bastionato che la costituisce ad entrambi i piani dei locali esistenti lungo il fronte medesimo.

ORGANIZZAZIONE DEL RAMPARO. — Il fronte principale è provvisto di una traversa ad ogni due pezzi e risulta armato, comprendendovi anche i pezzi posti agli angoli di spalla, con 18 bocche a fuoco. — Le traverse sono distanti m. 26 d'asse in asse, munite di ricovero col pavimento a livello del terrapieno basso, alte m. 1 sulla linea di fuoco e grosse m. 9 in sommità. — Il disegno della fig. 1213 rappresenta il forte durante la pace e per conseguenza le scarpe laterali delle traverse in parola vi sono indicate a pendenza naturale, ma siccome all'atto di mettere l'opera in istato di difesa tali scarpe si rivestirebbero con gabbioni o fascine fino a m. 0.60 sotto il ciglio di fuoco, così in definitiva la piazzuola per due pezzi risulta lunga circa m. 13 parallelamente al ciglio medesimo. — Le traverse sono anteriormente arrotondate allo scopo di ottenere che limitino il meno possibile il campo di tiro orizzontale delle artiglierie.

Si accede dal terrapieno basso ad ogni piazzuola mediante due rampe larghe m. 2.50 inclinate al $\frac{1}{4}$ circa; ai ricoveri delle traverse da un'apertura posta sul rovescio di queste. — I passaggi dalla piazzuola ai ricoveri oradetti non sono stabiliti permanentemente, ma si aprono in prossimità della linea di fuoco ed in quel numero che si ravvisa necessario solo quando si eseguisce il rivestimento delle scarpe laterali dalle traverse suddette. Questi paraggi si rivestono con legnami.

La parte di terrapieno basso che resta compresa fra il piede delle rampe ora nominate ed il ciglio interno del terrapieno stesso è larga m. 3.

I fianchi essendo disposti in modo da risultare facilmente infilabili, hanno una traversa ad ogni pezzo. Per risparmio di spesa e di spazio tali traverse non sono però tutte provviste di ricovero, ma bensì sono costruite alternativamente vuote e piene e le prime col locale situato in modo che il muro laterale di esso, posto verso la gola, serva altresì di rivestimento alla corrispondente scarpa della traversa. La scarpa di questa rivolta verso l'esterno è sempre tenuta a 45°. — Le traverse provviste di ricovero sono in sommità grosse m. 5, le altre solamente m. 3.

Internamente al ciglio di fuoco, il profilo del fianco non si arresta all'estremità di esso, ma bensì si risvolta parallelamente alla gola per circa 16 metri e quindi si ripiega verso l'interno del forte perpendicolarmente alla direzione suddetta per costituire una specie di traversa che protegge la piazzuola ricavata al saliente di gola, e maschera il dislivello di 2 metri che si manifesta nel passaggio dal profilo stesso a quello adottato nella gola oradetta.

Ogni fianco è armato con 4 pezzi posti su piazzuole larghe da metri 5 a 6 e comunicanti col terrapieno basso per mezzo di rampe larghe metri 2.50 ed inclinate al $\frac{1}{4}$.

Le traverse piene hanno la scarpa posteriore inclinata a 45°; ugual disposizione è adottata pure per la scarpa

interna del ramparo dei fianchi onde sieno maggiormente protetti i locali disposti sotto ai medesimi.

Il terrapieno del fronte di gola è organizzato per fucileria lungo tutto il suo sviluppo.

Sulla capitale del forte vi ha un traversone grosso 4^m in sommità, alto 1^m di più del fronte principale, colle scarpe laterali a pendenza naturale, che protegge e la caponiera centrale di comunicazione che si sviluppa lungo la capitale suddetta ed alcuni ricoveri occorrenti alla guarnigione dell'opera. Questo traversone si protende sino al pendio dei fronti principali e di gola e costituisce sul primo la traversa del saliente che è più grossa delle altre.

LOCALI ALLA PROVA. — La figura 1213 dimostra che locali alla prova esistono:

1° Sotto il terrapieno del fronte principale, ove dividonsi in tre gruppi disposti uno sulla capitale e gli altri due agli estremi del fronte. Questi locali sono larghi 2^m quando risultano sotto i ricoveri delle traverse, 5^m nelle rimanenti parti e lunghi circa 14^m. La volta cilindrica che ricopre ogni ambiente è grossa 0^m.70, ed ognuno di questi è separato dal corridojo anteriore da un muro grosso 0^m.30 alto 2^m.30.

2° Sott'ognuno dei fianchi, ove si hanno locali di forma rettangolare (fig. 1213 e 1215) lunghi 25^m, larghi 6^m.50, ricoperti da volta cilindrica a tutto sesto grossa 1^m, e circondati da un corridojo fatto per separare i locali stessi dalle terre adiacenti onde le polveri che si collocano in quelli non risentano l'umidità di queste.

3° Sotto alla gola, verso la scarpa della quale si hanno due piani di locali che prendono luce dal fosso di tal fronte (fig. 1213 e 1216). Nei due piani questi locali sono lunghi circa 9^m, larghi 5^m, alti 3^m nell'inferiore, 4 nel superiore. Il pavimento dell'ordine più basso è sollevato di 0^m.50 sul fondo del fosso. In entrambi i piani gli accennati ricoveri sono poi riuniti verso l'interno del forte da un corridojo largo 2^m, separato da essi dal solito muro alto 2^m circa. Lateralmente ai locali ora descritti e verso i fianchi dell'opera ne esistono altri più piccoli in cui sono ricavate le latrine.

4° Alla controscarpa, ove si ha un fabbricato isolato alla prova che serve di corpo di guardia.

DESTINAZIONE DEI VARI LOCALI. — L'armamento del forte, compreso quello delle parti fiancheggianti, risulta di 40 bocche a fuoco da difesa: se per calcolare approssimativamente la forza della guarnigione si assegnano adunque, come suolsi fare ordinariamente, 35 uomini per pezzo, si avrà detta guarnigione costituita da 1400 uomini. I ricoveri corrispondenti al fronte di gola contengono ciascuno comodamente 15 uomini, e siccome di questi locali se ne hanno 68 (V. fig. 1213), così si deduce che solo in questo fronte possono ricoverarsi 1000 uomini cioè circa i due terzi della guarnigione.

Questa guarnigione in un'opera qualsiasi suolsi dividere in tre parti uguali, di cui la prima è di servizio, cioè di sentinella alle porte, alla linea di fuoco, di pattuglia, pronta a far fuoco colle artiglierie e si ricovera nei corpi di guardia e nei locali delle traverse; la seconda è di picchetto cioè sempre riunita e pronta a recar soccorso alla precedente ed è riparata entro ricoveri posti sotto il ramparo; la terza infine riposa completamente ed è alloggiata in ricoveri analoghi. Tenendo conto di questa suddivisione, si deduce quindi che nell'opera considerata, i soli ricoveri della gola bastano a provvedere alloggio sicuro agli uomini che non sono di servizio, ma se si considera che non è certo conveniente il disporre l'intera parte di picchetto lontano dal fronte principale e che essa può invece trovare utile collocamento nel

gruppo di locali costruito sulla metà di tale fronte, si vede altresì che quando si pratici quest'ultima destinazione vi sarà nell'opera eccedenza di locale su quello che è necessario per alloggiare i $\frac{2}{3}$ della guarnigione e che si potrà quindi impiegare l'accennata esuberanza per ricavarvi gli ambienti necessari agli ufficiali, al comando, all'infermeria, alla cucina, alle prigioni e a tutti gli accessori insomma inerenti al servizio del personale costituente il presidio dell'opera.

I locali ricavati sotto il terrapieno del fronte principale presso gli angoli di spalla restano così completamente usufruibili come magazzini per materiali di artiglieria e genio, e per viveri di riserva. Una piccola parte di questi locali serve poi, come vedremo, a contenere le polveri e munizioni di consumo giornaliero.

Attesa la natura dell'opera che qui si descrive, due sole specie di magazzini a polvere vi occorrono, cioè quelli di rifornimento e quelli di consumo giornaliero. I primi sono posti uno sott'ogni fianco e costituiti da ampi locali a pianta rettangolare, circondati da corridoi capaci, come già dicemmo, di preservarli dall'umidità delle terre circostanti e preceduti da un vestibolo.

I magazzini di consumo giornaliero sono collocati sotto il fronte principale, in numero di quattro, cioè: due all'estremità esterne del gruppo di ricoveri costruito sulla capitale di tale fronte, ed altri due all'estremità del fronte medesimo presso gli angoli di spalla. I primi due forniscono le munizioni, ciascuno a 6 pezzi del fronte principale contati da una parte e dall'altra del traversone a cominciare dalla capitale; gli altri due ai rimanenti 3 pezzi delle due metà di tale fronte e alle artiglierie del fianco più vicino.

Fanno sistema coi magazzini di consumo centrali, due altri ambienti destinati, il più interno rispetto al ramparo a servire per riservetta dei progetti carichi e il più esterno per locale di caricamento dei progetti stessi. I magazzini degli angoli di spalla mancano di quest'ultimo accessorio; è quindi da ritenersi che i progetti contenuti nelle riservette di questi magazzini verranno allestiti negli altri due e trasportati quindi nelle riservette stesse percorrendo il corridojo che si sviluppa sotto la linea di fuoco.

Tutti i magazzini a polvere e le riservette progetti sono illuminati da lampade situate entro nicchie costrutte in uno dei muri perimetrali nel modo che già indicammo.

I materiali ad accensione intrinseca, come spolette, cannelli fulminanti, palle a fuoco ecc., sono alloggiati nei due piccoli locali che vedonsi segnati al piede delle rampe che dal terrapieno interno conducono a quello basso del fronte principale.

COMUNICAZIONI. — L'ingresso al forte è posto sulla capitale del fronte bastionato di gola ed è difeso sulla controscarpa di questa da un'opera foggjata a dente, il cui terrapieno costituisce un allargamento del cammino di ronda sovrastante alla controscarpa medesima nel quale è ricavato il corpo di guardia destinato a proteggere l'accesso. Il profilo di questo dente si compone di due parti, cioè: di una anteriore in terra a forma di spalto organizzato per fucileria e di un'altra posteriore formata da un robusto muro staccato alto 2^m.50 come il ciglio dello spalto antistante.

Si accede al forte con una strada larga 6^m che attraversa la faccia sinistra del dente suddescritto a livello del terreno naturale entro apposita interruzione difesa da una barriera o cancello a due battenti, e si dirige quindi, discendendo sino a — 2^m.50, al ponte in muratura a due arcate, che attraversa il fosso di gola, avendo la carreggiata alla quota oradetta.

Passato il ponte, la comunicazione è costituita da una poterna che attraversa il ramparo di gola, e nella quale, immediatamente dopo la porta d'ingresso aperta nel muro di scarpa della gola medesima, s'incontra l'interruzione della comunicazione stessa fatta con un ponte scorrevole lateralmente che sovrasta ad una camera ricavata sotto il pavimento della poterna. Il ponte si manovra dall'ambiente in cui si ritira e che costituisce il corpo di guardia dell'ingresso.

Oltrepassato il ponte scorrevole, la poterna già detta dà accesso al corridojo che si sviluppa alle testate dei ricoveri del piano superiore del fronte di gola ed immediatamente dopo alle scale che conducono al corridojo analogo al precedente situato al piano inferiore dei ricoveri stessi. I due piani oradetti comunicano altresì mediante scale poste sul prolungamento della cortina di gola ed alle quali si perviene anche direttamente dal terrapieno interno del forte, come appare dalla pianta (fig. 1213).

La poterna centrale dopo le prime scale summentovate prosegue a svilupparsi sotto il traversone disposto sulla capitale del forte in mezzo a due locali resi alla prova dalle terre del traversone stesso e destinati a contenere i pezzi da campagna che si impiegano alla difesa della gola, quando si manifesta un assalto da questo lato, su piazzuole costruitevi all'atto di porre il forte in stato di difesa. Oltrepassati i detti locali, la poterna suddetta si risvolta sui due lati per dar luogo a due sbocchi che conducono al terrapieno interno e ai ricoveri costruiti sotto il fronte principale, i quali da tali risvolti ricevono altresì aria e luce.

Proseguendo oltre i risvolti medesimi la poterna in parola si prolunga entro il ramparo del fronte suddetto e raggiunge l'altra poterna del capannato che lo fiancheggia. Da quest'ultima si dipartano poi ed il corridojo posto sotto il ciglio di fuoco e altre due poterne che girando dietro ai locali annessi al suddetto capannato conducono ai cammini di ronda protetti dal muro staccato del lato frontale.

Partenti dal terrapieno interno del forte e sviluppantesi sulla capitale di ogni angolo di spalla, esistono poi altre due poterne le quali guidano ed al corridojo posto sotto il ciglio di fuoco del ramparo ed alle mezze caponiere dei fianchi. Verso l'estremità esterne di queste poterne è posto l'accesso al cammino di ronda collocato dietro al muro staccato dei fianchi.

In ogni mezzo forte, determinato dal traversone centrale, si sale dal terrapieno interno al terrapieno basso, per mezzo di quattro rampe larghe 3^m. 50 ed inclinate di $\frac{1}{7}$ o di $\frac{1}{6}$, tre delle quali sono addossate alle scarpe interne del ramparo del fronte principale, del fianco e della gola, e la quarta è situata sulla capitale degli angoli di spalla. È da notarsi che le prime corrispondono a parti di ramparo sprovviste nell'interno di ricoveri abbisognavoli di luce, e che per conseguenza non privano di questa alcuno di quelli.

Oltre alle quattro rampe suaccennate, sempre in ogni mezzo forte se ne ha poi una quinta larga 2^m, inclinata del 6 di base per 1 di altezza, addossata al traversone e destinata esclusivamente ai pedoni.

Il traversone oradetto non interrompe la comunicazione fra i terrapieni bassi dei due mezzi forti, giacchè un passaggio ricoperto da volta è ricavato sotto il primo in corrispondenza dei secondi.

Già si disse come si sale dal terrapieno basso alle piazzuole.

Si accede alle gallerie di controscarpa ricavate ai salienti muniti di caponiere per mezzo di porte praticate

nel muro della controscarpa medesima a livello del fondo del fosso e si discende a questo dall'interno del forte mediante due scale, situate nel fronte di gola all'estremità dei ricoveri uomini posti sotto alle faccie di tale fronte. Queste scale conducono anche alle latrine, le quali, come sappiamo, sono situate presso gli angoli di gola dell'opera.

Le comunicazioni coperte fra i locali ricavati sotto i terrapieni ed i ricoveri delle traverse, sono stabilite mediante scale a chiocciola collocate in corrispondenza dell'asse di ciascuna di queste nel corridojo anteposto ai primi.

Il forte descritto è sprovvisto di strada interrata a piè del ramparo, giacchè essendo il terrapieno interno ad 1^m sotto il livello del terreno naturale, si ha nella scarpa del ramparo medesimo altezza sufficiente per ricavarvi la fronte dei locali in esso costruiti.

Si accede al cammino di ronda della controscarpa o direttamente alla gola del forte dal terrapieno del dente che protegge l'accesso al forte o per mezzo di scale mobili che si appoggiano alla controscarpa in caso di bisogno e che si ritirano poi nell'interno del forte per le discese aperte nel fronte di gola.

FORTIFICAZIONE PROVVISORIA O MISTA - CASI IN CUI S'IMPIEGA. — La fortificazione provvisoria o mista s'impiega nei casi seguenti:

1° Quando trattasi di rafforzare una posizione d'importanza essenziale per la difesa di uno Stato e non si hanno i mezzi o il tempo occorrenti per attuare l'occupazione con opere aventi il carattere di robustezza proprio della fortificazione permanente.

2° Quando trattasi di accrescere, correggere o completare un sistema di fortificazione permanente già esistente.

3° Quando si tratta di organizzare a difesa un punto di capitale importanza per un esercito che voglia mantenersi in una data zona conquistata durante una campagna mentre continuano le operazioni.

Nel primo caso le opere provvisorie sono eseguite anche in piena pace e possono per conseguenza essere studiate preventivamente e costruite con comodità ed esattezza. Nel secondo caso sono fatte nel periodo di esitazione che in generale precede le ostilità e risultano perciò elevate con mezzi assai abbondanti ma con scarsezza di tempo.

Nel terzo caso infine sono elevate durante le ostilità e per conseguenza con mezzi e tempo limitatissimi.

Caso per caso bisogna quindi rendersi esatto conto delle vere condizioni in cui deve eseguirsi il lavoro e determinare l'entità di esso proporzionalmente ai mezzi e al tempo disponibili, senza dimenticare che conviene più non iniziare un'opera anzichè farla incompleta, poichè gli uomini impiegati nell'incompiuto lavoro possono per chi si accinge ad eseguirlo esser più utilmente usufruiti in altro modo. Il fattore che in simili circostanze ha massima importanza è il tempo, ed a tal riguardo è ammesso che occorrono almeno sei settimane per giungere a fare un'opera mista capace di difendersi con successo, ed otto settimane per averla completa.

PRINCIPII E NORME DA SEGUIRSI NELLA COSTRUZIONE DELLE FORTIFICAZIONI PROVVISORIE. — Tali principi non sono diversi da quelli della fortificazione permanente, poichè un'opera mista elevandosi sempre quando si è nell'impossibilità di farne in sua vece una più solida, è naturale che debbasi cercare di avvicinarsi quanto più è possibile a questa.

Per conseguenza il profilo, il tracciato, i particolari interni e la forma complessiva delle opere miste debbono essere uguali a quelli delle permanenti, tranne alcune

varianti non sostanziali richieste dalla specialità del caso, e che qui sotto enumeriamo.

A) Bisogna aver sempre presente che nelle costruzioni di un'opera provvisoria il tempo può mancare da un momento all'altro, conviene quindi regolare il lavoro in modo da condurre colla massima celerità l'opera stessa al punto in cui sia capace di resistere ad un brusco irrompere del nemico. Pervenuti a questo punto e assicurato così che l'opera dia già un certo vantaggio, il tempo ulteriore s'impiega ad aumentare a grado a grado la potenza e resistenza del già fatto.

Le opere permanenti si eseguono sempre cercando di far bene con la massima economia, nelle provvisorie invece ogni argomento finanziario è da sacrificarsi alla celerità.

B) Se la fortificazione che si costruisce occupa posizione tanto importante da far ritenere che debba in seguito trasformarsi in permanente, senza ledere le esigenze del momento, devesi cercare di adottare profili e tracciati che facciano tale trasformazione.

C) Circa ai particolari di costruzione si abbia presente:

1° che il dominio o comando dell'opera può ridursi, affine di diminuire l'entità degli sterri necessari per costituirlo, ma che non conviene tenerlo al disotto dei 4^m, perchè altrimenti si farebbe costruzione di poco valore ed incapace di contenere i numerosi locali blindati che anche in queste opere sono necessari;

2° che la grossezza del parapetto, delle traverse e di tutte le masse coprenti in generale è da tenersi uguale o superiore a quella assegnata alle masse medesime nelle fortificazioni permanenti, e mai minore, perchè i rilevati suddetti, non avendo ordinariamente il tempo di assettarsi, offrono poca resistenza alla penetrazione dei progetti nemici;

3° che i ricoveri, magazzini, poterne, ecc. i quali nelle opere permanenti sono coperti da volte alla prova, sieno protetti da blindamenti costituiti da un cielo piano di ferro o di legname o di entrambi questi materiali, ricoperto da uno strato di terra capace di resistere ai progetti di massima potenza che vi saranno lanciati, e sostenuto con armature o telai fatti pure con legname e ferro. È conveniente tenere i cieli suddetti piani, perchè in tal modo i locali che ricoprono riescono più bassi e possono ancora collocarsi entro ai rampari aventi piccolo comando.

Per sostenere e costituire le blinde sono altresì da impiegarsi i muri e le gittate fatte con calcestruzzo manipolato con malta a base di calce a rapida presa, perchè non sempre è possibile il disporre nelle varie località del quantitativo di legname e ferro necessario per compiere opere alquanto numerose. Ai detti muri si assegnano però dimensioni superiori alle ordinarie, onde compensare in tal modo la mancanza di resistenza che si manifesterebbe in essi, quando si trovassero esposti al tiro prima di raggiungere un conveniente assettamento.

Secondo recenti esperienze eseguite in Olmutz, per costituire una blinda capace di resistere alle granate da 21 cent. che sono oggidì le più potenti fra quelle lanciate dalle artiglierie impiegate per l'attacco delle fortificazioni terrestri, occorre comporla di due strati di rotaje da ferrovie, ricoperti da altri due strati composti il primo di muratura di getto o calcestruzzo ed il secondo di terra ed alti rispettivamente 1^m.25 e 2^m. I sostegni di tale cielo debbono esser composti da telai aventi una luce di larghezza non superiore ad 1^m.50, formati con travi della squadratura di 0^m.30 e distanti l'uno dall'altro non più di 1 metro;

4° che alla scarpa del profilo invece di impiegare muri di rivestimenti aderenti, si usino, per render più difficile la scalata e non ritardare l'eseguimento dell'opera, muri staccati, palancate, cioè righe di grossi travi alti 2^m.50 posti a contatto e riuniti da altri orizzontali, cancellate in ferro alte 3^m o 3^m.50, situate al piede della scarpa stessa ma sempre deflati. Alla controscarpa invece come parte non esposta al tiro si possono ancora usare rivestimenti fatti con muro a secco quando non richiedasi troppo tempo per procurarsi il materiale a ciò necessario;

5° che il fiancheggiamento è da effettuarsi ancora mediante caponiere costrutte in ferro, legname e terra, ma esse si armano solo con fucileria od al massimo con mitragliatrici per non aumentarne troppo le dimensioni, onde non richiedano molto tempo per esser costrutte;

6° che, per non ritardare la costruzione del ramparo, non conviene ricavarne nel suo interno i ricoveri; ma bensì addossarli alla scarpa interna del ramparo stesso in modo che possano costruirsi anche dopo elevata la parte principale del medesimo.

ATTACCO DELLE OPERE FORTIFICATORIE ED APPRESTAMENTO A DIFESA DELLE MEDESIME. — Esaminate fin qui le regole da seguirsi per costruire delle opere fortificatorie sufficientemente resistenti, accenneremo ora ai modi da tenersi per impadronirsi delle medesime, per difenderle e per metterle all'atto della difesa in perfetto stato, cioè in condizioni da sviluppare le proprietà di cui si sono volute capaci allorchè sonosi costruite, sia completandole nelle parti che non si è ravvisato opportuno di eseguire nell'impianarle, sia riparandole per farvi scomparire ogni traccia delle degradazioni che il tempo non lascerà di apportare anche a quelle con massima cura fabbricate.

Il complesso delle operazioni che guidano a raggiungere i primi due compiti, prende il nome di *attacco o difesa di un'opera o piazza qualsiasi*, quello col quale si ottiene il terzo, dicesi *apprestamento a difesa o messa in istato di difesa di un'opera o di una piazza*.

L'attacco e la difesa di un'opera riguardano essenzialmente la parte militare, e quindi in proposito verranno solo enunciati i vari procedimenti, coi quali possono eseguirsi; l'apprestamento a difesa delle fortificazioni riguarda invece da vicino l'arte dell'ingegnere e perciò, quantunque tale punto rientri veramente nelle operazioni di difesa, pure lo particolareggeremo alquanto nella considerazione che durante una campagna può presentarsi facilmente il caso in cui, per mancanza del personale tecnico specialmente incaricato di tal genere di lavoro, debba l'iniziativa cittadina subentrarvi onde impedire disastri nell'eseguimento della difesa di qualche luogo fortificato.

VARI MODI DI ATTACCARE UNA PIAZZA FORTE. — Una piazza forte può attaccarsi in vari modi, cioè:

- 1° Coll'investimento o blocco;
- 2° Per sorpresa;
- 3° Col bombardamento;
- 4° Coll'attacco di viva forza;
- 5° Coll'assedio regolare.

I. *Investire, bloccare o circondare* una piazza vuol dire contornarla di truppe così disposte, da impedire qualsiasi comunicazione della piazza medesima col territorio posto fuori di essa, agli scopi di paralizzare dapprima l'azione della guarnigione che contiene, e di obbligarla poi a capitolare per effetto della mancanza di mezzi di sussistenza che non tarderà a manifestarsi.

Il blocco si impiega come attacco speciale, ma costituisce sempre l'operazione preliminare degli attacchi

regolari e per bombardamento, ed ha in questo caso lo scopo d'impedire alla piazza di ricevere dal di fuori rinforzi capaci di permetterle resistenza più prolungata di quella concessa dai mezzi in essa contenuti.

II. Si chiama per *sorpresa* l'attacco che si effettua contro una piazza, allorchando si cerca di penetrarvi inavvertiti, prima cioè che al difensore sia dato prendere le disposizioni necessarie per respingere gli assalitori. — La sorpresa è praticabile solo contro piazze o non ultimate, o prive di difensori, o presidiate da guarnigione poco energica, trascurata, capace di tradimento, o completamente sfnita, sia fisicamente che moralmente.

III. Chiamasi *bombardamento* il sistema d'attacco consistente nel trarre violentemente con pezzi di grosso calibro sopra una piazza, onde produrvi danni d'ogni genere ed apportare gravi perdite alla guarnigione.

Lo si adopera o per distruggere importanti mezzi d'azione, come flotte, arsenali, stabilimenti militari, ecc., o per demoralizzare, coi danni di ogni genere prodotti nella piazza, la guarnigione e la popolazione di questa ed indurli così ad arrendersi, o finalmente come ausiliario di altri modi di attacco, come, ad esempio, per facilitare una sorpresa o preparare l'assedio regolare.

IV. L'attacco di viva forza od assalto consiste nel tentativo di penetrare a qualunque costo in una piazza, senza far precedere alcun altro preliminare. — Lo si eseguisce o forzando le porte, o scalando i rampari, o superando una breccia aperta da lontano, e tuttocì, malgrado le resistenze che il difensore può opporre.

L'attacco di viva forza si impiega o da solo nelle circostanze indicate per le sorprese, o come complemento degli altri modi d'attacco, allorchando, dopo aver paralizzati od annientati gli elementi della difesa, cioè rovinata le opere, distrutti i pezzi, aperte delle breccie, si vuol obbligare la difesa stessa ad arrendersi con un atto vigoroso.

V. Finalmente l'assedio, detto anche *attacco regolare* od *attacco a passo a passo*, consiste nel distruggere o paralizzare metodicamente gli elementi difensivi della piazza, alla quale ci si avvicina lentamente protetti da trincee, affine di render possibile l'apertura di breccie praticabili nelle opere che la costituiscono, e quindi l'assalto, partendo da punti molto vicini alle breccie medesime.

Per distruggere o paralizzare gli elementi difensivi della piazza si impiegano:

1° un fuoco continuo, sistematico e preponderante eseguito con pezzi di grosso calibro protetti da trinceramenti speciali detti *batterie*;

2° il fuoco di *fucileria* e le *mine*;

3° le disposizioni necessarie per respingere le sortite dell'assedio.

Le trincee che, come già si disse, permettono all'assalitore di avvicinarsi ben protetto alla piazza, sono fossi profondi circa 1^m. 30, fiancheggiati sul ciglio rivolto verso la medesima da una massa coprente, distante 0^m. 40 dal ciglio oradetto, costruita con le terre ricavate dai fossi stessi e formante un riparo contro al fuoco di fucileria.

Tali trincee o permettono di avanzare al coperto verso la piazza, e diconsi allora di *comunicazione* o di *approccio*, o costituiscono degli *appostamenti* per le truppe incaricate di respingere le sortite, proteggere le batterie d'attacco, ed assicurare l'eseguimento di altri lavori, e chiamansi allora *piazze d'armi* o *parallele*.

Queste ultime sono rivolte verso la fortezza e l'avviluppano in parte. — Esse si succedono a distanze variabili, e sono stabilite dall'attaccante per mantenersi

sul terreno conquistato di mano in mano che ritiene necessario di procurarsi una nuova posizione difensiva. — La prima di queste piazze d'armi è sempre disposta in modo da risultare al sicuro dai tiri notturni più efficaci, e dista in media dalle opere attaccate circa 1000 m., l'ultima è costruita sul ciglio dello spalto di queste.

Gli *approcci* sono disposti secondo la distanza più breve fra i punti occupati dall'attaccante e la piazza e si sviluppano per conseguenza sulle capitali delle opere assediate: essi si avanzano per lo più a zig-zag fino al piede dello spalto, in modo che il prolungamento dei singoli tratti cada all'infuori delle opere attaccate aventi maggiore sporgenza affinché non risultino da queste battuti d'infilata.

Indicazione sommaria del procedimento seguito per effettuare l'assedio regolare. — L'attacco regolare si compie in tre periodi, sia che trattisi di svilupparlo contro una fortezza costituita da una sola cinta continua, sia contro un campo trincerato. — I periodi e le operazioni principali eseguite in ciascuno di essi sono i seguenti:

1° *periodo* o *periodo preparatorio* si estende dall'iniziamento dell'assedio fino all'apertura della 1^a parallela e comprende lo stabilimento del blocco, la sistemazione delle truppe e dei materiali occorrenti nello assedio, la costruzione delle batterie di bombardamento, la scelta del *fronte* o *punto d'attacco*, di quel punto, cioè, in cui sembra più facile e conveniente eseguire l'apertura della breccia e l'assalto definitivo e che generalmente è costituito:

in una cinta bastionata: da un bastione e dalle due mezzalune contigue, oppure da una mezzaluna e dai due bastioni attigui;

in una cinta poligonale: da un fronte della cinta stessa;

in una linea di forti: da due od al massimo tre di questi, dipendentemente dall'intervallo che esiste fra i medesimi.

Il primo periodo abbraccia insomma l'eseguimento di tutte le operazioni necessarie all'attaccante per rendersi padrone del terreno esterno fino al punto in cui reputa opportuno di costruire la prima parallela.

2° *periodo* o *periodo dell'attacco lontano*, si estende dalla costruzione della 1^a parallela fino all'iniziamento dell'ultima, situata sul ciglio dello spalto e che dicesi *coronamento dello spalto*; comprende: la lotta d'artiglieria, durante la quale l'assalitore, acquistata la necessaria preponderanza nel fuoco di questa con la costruzione di numerose batterie, progressivamente e sistematicamente distrugge o paralizza le forze della difesa, e specialmente quelle situate sul fronte d'attacco, onde procurarsi la possibilità di procedere coi suoi lavori di trincea, parallele ed approcci, fino al coronamento suddetto, e da questo passare al possesso materiale della piazza.

3° *periodo* o *periodo dell'attacco vicino*, si estende dal punto in cui incominciarsi il coronamento, e va fino alla capitolazione della piazza, e comprende l'eseguimento del coronamento medesimo e di tutti i lavori occorrenti per far scomparire gli ostacoli rappresentati dai fossi e dalle scarpe, valendosi all'uopo della mina, onde giungere infine ad impadronirsi della fortezza con un atto risoluto, od attacco di viva forza.

DIFESA DI UNA PIAZZA — LAVORI DI APPRESTAMENTO A DIFESA. — La *difesa* cerca sempre di contrapporsi nel modo più conveniente all'attacco per render inutili le operazioni che questo tenta nei vari casi, e per re-

PAGINE MANCANTI
DA 857 A 892
COMPRESSE,
POICHE' STRAPPATE

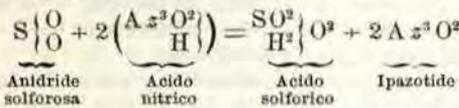
Conviene nell'applicazione di questi suffumigi ricordare le proprietà chimiche delle sostanze adoperate.

Così il solfo, che riscaldato al riparo dell'aria dà solamente vapori di solfo, se invece si spande sopra una lamina arroventata a 150°, in parte si risolve in vapori di solfo, ed in parte abbrucia convertendosi coll'ossigeno dell'aria in anidride solforosa.

Il Galès (1) adoperava il solfo mescolato col salnitro. Il salnitro, mercè la sua proprietà ossidante, per cui si può considerare come un vero magazzino di ossigeno, determina una maggiore produzione di anidride solforosa, ma si determina nel medesimo tempo lo sviluppo di acido solforico e di vapori nitrosi.

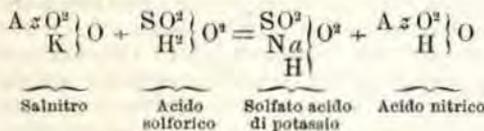
Si forma cioè una piccola quantità d'acido solforico e d'acido nitrico.

Si sa infatti che l'acido nitrico agisce sull'anidride solforosa nel modo espresso dall'equazione



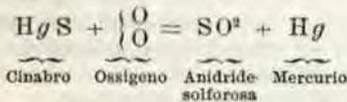
L'ipazotide col vapore d'acqua si cambia in acido nitrico.

Si sa poi quale è l'azione dell'acido solforico sui nitrati (2)



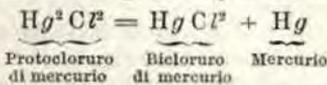
I corpi composti adoperati nelle fumigazioni mercuriali sono il cinabro, il sublimato corrosivo ed il calomelano.

Il cinabro è il protosolfuro di mercurio o solfuro *mercurico*. Questo composto se è riscaldato ad una temperatura assai elevata, fuori del contatto dell'aria, passa allo stato di vapore senza decomorsi. Invece in contatto dell'aria dà luogo alla reazione seguente:



Convertà adunque procurare che negli apparecchi di fumigazione non arrivi l'aria se non si vuole avere dell'anidride solforosa.

Il calomelano o protocloruro di mercurio dà facilmente vapori, ma facilmente vi si trovano commisti dei vapori di mercurio e di sublimato corrosivo, per una decomposizione espressa dalla seguente equazione:



Il calomelano è infatti uno dei corpi che fanno eccezione alla legge di Ampère, avendo una densità di vapori minore di quella che dovrebbe avere. Pare che qui intervenga il fenomeno della *dissociazione*, cioè della decomposizione parziale in relazione colla temperatura (3).

Convertà adunque praticare le fumigazioni di calomelano con una corrente d'acqua, cioè fare le fumigazioni umide.

Anche le fumigazioni di sublimato corrosivo devono esser fatte umide, giacchè il bicloruro, $Hg Cl^2$, si potrebbe decomporre.

Le fumigazioni arsenicali vennero presto prudentemente abbandonate per i gravi inconvenienti a cui avevano dato luogo.

In generale quando si mescola una sostanza ossidante con una sostanza organica, come allorchè si vogliono fare dei *coni fumanti*, convertà ricordare che un eccesso di materia ossidante, nitrato di potassio od altra, facilmente dà luogo a combustioni attivissime ed a vere detonazioni. Non sono rarissimi i casi di disgrazie e di incidenti spiacevoli avvenuti per la dimenticanza di questa regola elementare.

I fratelli *Bremond* (4), in ordine alle fumigazioni umide, dimostrarono sperimentalmente che tutti i rimedii solubili nell'acqua possono essere trasportati dal vapore dell'acqua stessa che li tiene disciolti, e dare luogo ad effetti fisiologici e terapeutici. Il loro lavoro è degno veramente di essere consultato.

In molti casi si può far a meno di ogni apparecchio per l'applicazione dei suffumigi; si fa uso semplicemente di una paletta calda, di una pietra o di un mattone arroventito, di un vaso in cui è in ebollizione una decozione, e si ricevono i vapori col mezzo di coperte, di un barile sfondato, di un sacco di tela incerata, quando si tratta di fumigazioni generali; oppure di un cartoccio di carta e di una coperta quando si vogliono fare delle inalazioni.

Quando invece si deve preservare con gran cura il capo, è necessario di far uso di speciali apparecchi, che offrono vantaggi indiscutibili (5).

L'uso delle casse da fumigazioni è antichissimo, e già il *Pareto* ne descrive differenti forme (6).

Quelle che sono in uso oggidì sono di legno, di forma di un parallelepipedo, con una delle faccie laterali che si apre a mo' di porta. Superiormente si trova un foro per cui il malato fa passare il capo, e l'intercapedine fra il collo e la circonferenza del foro viene chiusa come meglio si può con una tovaglia. In basso si trova il fornello da cui si produce il fumo, sotto un sedile su cui il malato piglia la posizione seduta. Col fumo si trovano nella cassa anche i prodotti di combustione della sorgente di calore adoperata.

Il *Galès* (7) fece una modificazione di poco momento, applicando all'apertura una specie di collare di cuojo o di tela cerata che veniva legato sopra al mento, ed escludendo così l'anidride solforosa che si infiltrava attraverso al tessuto della tovaglia.

Negli apparecchi di *Jourine* e *Triayre* si fa cadere la sostanza sopra una pietra arroventita al fuoco, ed i vapori che si sviluppano in grande quantità (8) sono condotti con un tubo nell'apparecchio. L'apparecchio del *Rapon* è diviso in due parti; nell'inferiore arriva il vapore, mentre nella superiore siede il malato. Una specie di valvola, che si apre dal di fuori, permette di far arrivare attorno al corpo dell'ammalato dei vapori umidi o di fumigazioni propriamente dette.

L'apparecchio *Riauw* è una specie di caffettiera assai

(1) *Essai sur la diagnose de la gale, sur ses causes, et sur les conséquences médicales pratiques à déduire des vraies notions de cette maladie*, Paris 1812.

(2) V. *Treatati speciali di chimica ed Enciclopedia chimica*, Torino, Unione Tipografico-Editrice. — WURTZ, *Chimica medicale*; NAQUET, *Principes de chimie*.

(3) V. *SAINTE-CLAIRE DEVILLE, Lavori sulla dissociazione*.

(4) *Absorption cutanée — Expériences physiologiques et applications thérapeutiques*, Paris 1863.

(5) V. GAUJOT, *Arsenal de la chirurgie*.

(6) V. *Œuer. compl.*, Paris 1840.

(7) *Mém. et rapp. sur les fumig. sulfureuses*, Paris 1816.

(8) V. *Fenomeni di Bouigny nei trattati di fisica*.

complicata che può essere posta senza pericolo sotto le coperte del letto.

Mauroy immaginò un simile apparecchio più semplice, che permette di condurre il vapore di preferenza su questa o quell'altra parte del corpo, ed il *Lécuyer* immaginò un consimile congegno, fatto di uno scaldino o fornello, di un recipiente o bollitojo, a cui si unisce il tubo che conduce il vapore, e di due scatole che possono contenere degli aromi.

Anche l'apparecchio di *Chaussier*, che era adoperato per i casi d'asfissia, per annegamento, può servire assai bene per le fumigazioni. In questo apparecchio il recipiente è chiuso da un coperchio a guisa d'imbuto, munito di un tubo ricurvo che porta il vapore sotto le coperte disposte in modo da limitarne l'azione alla parte che si desidera.

L'apparecchio di *Duval* è fatto per applicare le fumigazioni sotto le coperte. Si compone di un fornello ad alcool a quattro fiamme che mette in ebollizione l'acqua di un recipiente di rame. Il vapore attraversa una laminetta bucherata, su cui si dispongono delle erbe aromatiche.

Allorchè si vuole portare l'apparecchio sotto le coperte, conviene aver somma cura di evitare le scottature e l'incendio. In tal caso è sempre da preferire la lampada ad alcool.

Questa lampada dovrebbe essere chinsa tutt'intorno da una rete metallica, che per la nota proprietà di queste tele non permette alle fiamme di uscire.

Il dottore *Lee* (1) per le fumigazioni di calomelano, in cui, come si sa, è conveniente che intervenga il vapore d'acqua, adoperava un apparecchio munito di due lampade: l'una destinata alla vaporizzazione del calomelano, l'altra all'ebollizione dell'acqua, perchè il calomelano ha il suo punto di vaporizzazione superiore ai 100°. Il *Blaise* invece si serve di una sola lampada che riscalda un recipiente centrale, in cui stanno 50 grammi di calomelano, circondato da una specie di canale circolare, in cui si trova dell'acqua.

Con quest'apparecchio si fa risparmio di alcool, e la stessa fiamma fa volatilizzare il calomelano e bollire l'acqua. Per fare le fumigazioni, il malato siede tenendo l'apparecchio fra le gambe, oppure sotto la sedia e si avviluppa accuratamente col mezzo di coperte.

L'apparecchio di *Lauglebert* (2) è destinato alle fumigazioni di cinabro coll'intervento del vapore d'acqua. È un apparecchio tubulare, a doppia parete di rame, pieno d'acqua nello spazio compreso fra il cilindro interno ed il cilindro esterno. Nell'interno del tubo si trova una lampada ad alcool, che mentre riscalda l'acqua contenuta, riscalda dal basso una coppella di metallo, in cui si trova del cinabro. Il vapore d'acqua esce per quattro tubi appositamente praticati. Per servirsene si comincia dall'avviare l'ebollizione nel tubo prima di collocare nella capsula il solfuro di mercurio, in quantità di otto o dieci grammi. L'apparecchio è adoperato nello stesso modo del precedente, e la fumigazione deve durare da quindici a venti minuti (3).

Il *Churchill* si adoperò per semplificare gli apparecchi per le fumigazioni di calomelano. Il suo apparecchio (4)

può esser applicato sopra una delle solite lampade da trasporto (*watchman's candle-lamp*): è fatto di un recipientino circolare pieno d'acqua, con un sollevamento interno, su cui si pone il calomelano.

Al posto della candela si pone una piccola lampada a spirito di vino.

I dottori *Luigi* ed *Emilio Bremond* (5) dimostrarono l'utilità speciale di un loro apparecchio. Questo apparecchio si compone di un generatore di vapore con valvole che determinano la pressione massima di due atmosfere. Un tubo permette di elevare, col vapore, la temperatura dell'ambiente, in cui sta il malato, a 40°; un altro tubo comunica con un tubo ad Y, di cui un braccio è in comunicazione con un polverizzatore, che trascina col vapore i vapori d'acqua di una soluzione medicinale contenuta in un'apposita bottiglia. Con questo apparecchio si può adoperare il rimedio a dosi esatte; se ne può aumentare o diminuire la quantità, e col mezzo del polverizzatore si possono condurre nella cassa anche le sostanze incapaci di volatilizzarsi.

Gli inventori suggeriscono per gli ospedali delle speciali modificazioni, così da renderlo meno caro.

L'apparecchio per le fumigazioni del *Toogood-Dawning* (6) serve per le fumigazioni secche.

La sostanza vegetale brucia in un fornello d'argento, sopra una piccola griglia, e la combustione vi è mantenuta col mezzo di un piccolo soffietto e di un tubo di gomma elastica che porta l'ossigeno necessario alla combustione. Alla parte superiore vengono applicati tubi ed imbuto, fatti in modo da portare il vapore sulla parte su cui si vuole farlo agire. La combustione si mantiene abbastanza bene in questo apparecchio, purchè si mescoli alle foglie, alle radici, ai semi, di cui si fa la fumigazione, della polvere di cascarilla che è singolarmente acconcia ad alimentarla.

Con questo apparecchio si fanno fumigazioni calde e secche di belladonna, di tabacco, di cicuta, di digitale, di aconito, ecc., che l'autore riconobbe eccellenti per la guarigione di molte nevralgie ribelli ad altri modi di cura.

Per le fumigazioni destinate alle mucose interne sono spesso necessari apparecchi complicati, destinati a far attraversare gli *sfinteri* o stringimenti che ne chiudono la comunicazione coll'esterno ed a vincere l'elasticità delle pareti delle cavità che rivestono.

Ricorderemo come semplice curiosità l'apparecchio a pompa, con cui si facevano (7) le fumigazioni, specialmente di tabacco, al retto, con cui si introducevano nel retto i vapori del tabacco abbruciato.

L'apparecchio di *Mandl* (8) serve a portare le fumigazioni nel naso, nella bocca, nella laringe, è assai semplice, componendosi di un matraccio di vetro riscaldato sopra un fornello metallico. Superiormente questo matraccio ha due tubature, di cui l'una, fatta a mo' di imbuto, serve ad introdurre il liquido, e l'altra è unita con tubo di caoutchouc vulcanizzato, inodoro, per quanto è possibile, del diametro di 12 millimetri e lungo da 30 a 35 centimetri. Questo tubo è unito ad una girella di legno, a cui è legato un altro tubo più grosso, destinato a portare il vapore nella cavità.

L'apparecchio fumigatorio *Charrière* è fatto di un

(1) *V. The Lancet*, 1857, e *Bull. de thérap.*, 1857.

(2) *Traité théorique des maladies vénériennes*, Paris 1864.

(3) Nel Catalogo della casa Collin, successore *Charrière*, questo apparecchio è quotato lire 25.

(4) *V. DECHAMILLE, Dictionnaire. — Treatment of Syphilis by Mercurial Fumigation, with a Description of a new and cheap Vaporis. — Med. Times*, 1872.

(5) *Absorpt. cutanée — Expériences physiologiques et applicat. thérap.*, Paris 1883.

(6) *V. Sur un nouveau appareil de fumigation, destiné principalement au traitement des névralgies*, *Bull. thérap.*, 1849.

(7) *BELL, Cours de chirurgie*.

(8) *Bull. de thérap.*, 1857.

fornello che contiene una lampada ad alcool, con un'apertura larga da poter spegnere la fiamma col soffio quando la temperatura è troppo alta; di un recipiente in cui si fa l'evaporazione e di un largo condotto elastico, che finisce con una specie di padiglione.

Questo apparecchio ha il vantaggio di sostituire un piccolo tubo, che facilmente si riscalda troppo, con un largo tubo, e di poter dirigere a volontà la fumigazione sopra un organo isolato (1).

L'*aspiratore igienico di Baillemont* offre molti vantaggi, ed ebbe l'elogio dei teorici e dei pratici, poichè è comodo (2), facile ad essere trasportato, atto a funzionare presto e facilmente, e soprattutto pel tempo che si desidera.

Il nome di aspiratore igienico dato dall'inventore al suo apparecchio si spiega nel suo uso per le fumigazioni di catrame che sono consigliate come un mezzo di prevenzione alle persone predisposte alle malattie dell'apparato respiratorio (angine, laringiti, affezioni polmonari).

L'apparecchio si compone di due cilindri di latta, che si possono introdurre l'uno nell'altro in modo che rimanga fra le due pareti laterali un intervallo di un millimetro. Questo intervallo è mantenuto da quattro fili di ferro, saldati parallelamente al lato del cilindro minore.

L'apparecchio si può paragonare ad una scatola, o meglio ad un astuccio, in cui il coperchio (cilindro esterno od inferiore) non combacia esattamente colla scatola, così da lasciare un intervallo, per cui può passare l'aria aspirata.

Il cilindro superiore od interno offre sulla sua base due aperture del diametro di un centimetro, diametralmente opposte, che stabiliscono la comunicazione fra i due cilindri.

Inoltre, il cilindro superiore è munito di un tubo aspiratore, munito al suo punto di distacco di un diaframma interno, che è destinato a fermare il liquido che per una troppo forte aspirazione sarebbe condotto nel tubo. Così si impedisce che il tubo del vapore venga chiuso dai prodotti di condensazione del fumo. All'estremità del tubo si possono adattare diversi apparecchi, destinati alle diverse fumigazioni. Il liquido da evaporare viene introdotto nel cilindro inferiore, così che non oltrepassi di 3 centimetri il livello degli orifizi praticati alla base del recipiente superiore od interno.

Quando si adopera il catrame, basterà imbrattare di questa sostanza le superficie laterali che si combaciano: se l'agente adoperato è un solido, nel quale caso invero il nome di fumigazioni sarebbe meno opportuno, giacchè non interverrebbe menomamente il fumo, questo viene finissimamente polverizzato ed intimamente mescolato con un corpo grasso. Quindi si ungono con questo miscuglio le due superficie dei due cilindri, come si adopera pel catrame, oppure si ungono le due superficie di grasso e quindi si sparge sopra la polvere del rimedio. Basta avvicinare l'apparecchio a qualsiasi sorgente di calore per ottenere immediatamente dei vapori.

È facile comprendere in qual modo agisce questo apparecchio.

Nell'aspirazione, prodotta dall'apparecchio toracico, la pressione fa discendere il livello del liquido compreso fra i due cilindri sotto il livello dei due fori di comunicazione dei due cilindri: quindi l'aria penetra attraverso a questi due passaggi e gorgoglia sopra il liquido, e quindi passa nel tubo aspiratore. La forza di

aspirazione necessaria, dovendo superare appena una pressione di 3 centimetri di liquido, si può considerare veramente come nulla, da poter adattarsi ai polmoni più deboli. Questo apparecchio è notevole per la sua semplicità, per la facilità con cui si può preparare e ripulire da chiunque, pel suo prezzo insignificante e per la facilità con cui si può trasportare.

La superficie totale di saturazione è di 330 centimetri quadrati.

Fra i più semplici e più moderni apparati adoperati per fumigazioni va ricordato quello del *Duval*, costruito dal Collin, fatto di un fornello metallico, nel cui interno si trova una lampada ad alcool a 4 fiamme che riscaldano il liquido contenuto in un recipiente annulare munito superiormente di due aperture, di cui l'una serve per l'introduzione del liquido medicinale e l'altra dà passaggio alla fumana, che è condotta sulla parte che si vuole medicare col mezzo di tubi speciali piegati ad angolo (fig. 1247).

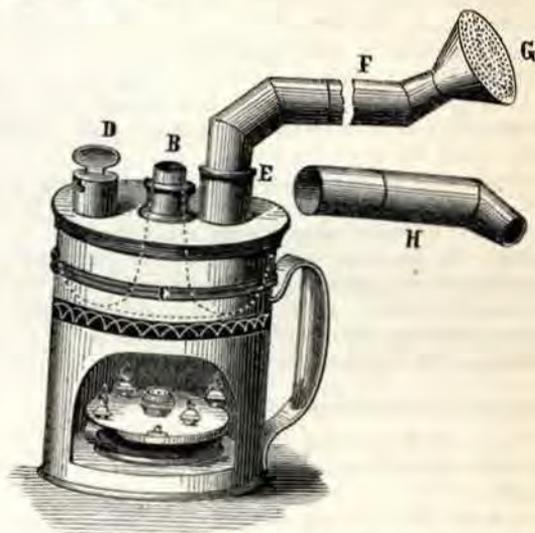


Fig. 1247. — Fumicatoio di Duval — D, Apertura per cui si introduce il liquido; E, tubo della fumarina; B, caminetto; F, G ed H, tubi per condurre il fumo sulla parte affetta.

Il modo di agire delle fumigazioni è sempre oltremodo complesso: ma in tutti i casi agisce l'elemento calore.

Se la temperatura delle fumigazioni di vapore d'acqua sta fra i 30° ed i 35°, queste agiscono come emollienti, e l'eccitazione della pelle è leggera. Non si può dire che l'aggiunta che si fa generalmente di sostanze mucilaginose abbia una ragione scientifica, perchè le mucilagini non passano allo stato di vapore. In realtà, se noi vogliamo eccettuarne la piccola quantità sollevata meccanicamente, l'azione di queste fumigazioni è identica a quella del puro vapore d'acqua, e le sostanze mescolate agiscono in un modo molto problematico.

Invece, aumentando la temperatura del vapore, cambiano completamente gli effetti fisiologici della loro azione sulla pelle, che offre un intenso arrossimento che è in relazione anche colla forza con cui il vapore è lanciato sulla superficie del corpo, cioè coll'azione meccanica unita all'azione termica.

Se la temperatura è di 40° e 45°, il primo effetto della fumigazione è la contrazione dei piccoli vasi per effetto dell'azione riflessa del sistema nervoso centrale che si

(1) V. Bull. de thérap., tom. 38.

(2) V. GAUJOT, Arsenal de chirurgie; GAVARRET, Bull. de l'Acad. de Méd., 1864.

trasmette dai nervi di senso per i nervi *vaso-motori*, cioè per quei nervi che regolano i fenomeni di moto nei vasi sanguigni.

Questa contrazione dura un tempo brevissimo, e succede il fenomeno precisamente contrario della dilatazione.

Questa dilatazione può essere l'effetto della paralisi per stanchezza dei nervi *vaso-motori* o del suo predominio dell'azione delle fibre dilatatrici sulle fibre che determinano la contrazione.

Consequentemente si nota l'iperemia con ipersecrezione di sudore che trova naturalmente la sua spiegazione, ed il cui effetto è la diminuzione del calore.

Contemporaneamente si nota un acceleramento della circolazione e della respirazione che è in qualche modo affannoso. Aumentando la temperatura del vapore di acqua o prolungandone a lungo l'azione, la congestione sanguigna invade anche le parti profonde, ed il calore, non potendo più disperdersi dalla superficie esterna, determina un aumento nella temperatura del sangue, con acceleramento dei battiti del cuore e della circolazione.

La temperatura delle fumigazioni ben di rado raggiunge i 50° od i 55°, e quando li raggiunge, l'azione non sia prolungata troppo, da non determinare un indebolimento nelle contrazioni cardiache o la completa paralisi del cuore.

Quando poi la fumigazione è locale, i fenomeni generali non sono in regola generale degni di nota: si può dire che si limitano esclusivamente al sudore.

Nella fumigazione secca merita nota la perdita di calore assai considerevole per l'evaporazione del sudore, che non si trova, come nelle fumigazioni umide, in un'aria allo stato di saturazione. L'aumento del sudore è una perdita insignificante, e la tolleranza in generale sta a quella per le fumigazioni umide nel rapporto $\frac{2}{3}$ (1).

Ecco i risultati degli studii fatti dal dottor *Large* (2) sull'influenza dei bagni di vapore secco entro le così dette *stufe*:

— temp. 50°: il polso si accelera e dopo venticinque minuti arriva a 83-88 pulsazioni al minuto, dopo cui si ha una fase di depressione con abbassamento del polso a 74 p.

— temp. 70°: acceleramento del polso a 110-120 p. Il malato prova un senso di malessere, delle pulsazioni violente e dolorose nella regione precordiale; la respirazione è angosciata, toracica per immobilità del diaframma.

— temp. 90°: i fenomeni sono in misura molto maggiore, il polso raggiunge senza difficoltà le 130 a 135 p., e la respirazione diventa affannosa con un dolore fortissimo dietro lo sterno.

Nel medesimo tempo rimane modificato tutto il chimismo della nutrizione, con aumento nelle quantità di acido carbonico e nell'urea che rappresentano i prodotti finali della lenta ossidazione che si compie nei tessuti.

L'agente medicinale che trovasi commisto nel fumo modifica l'azione delle fumigazioni in modo positivo. Le sostanze ottenute dal regno vegetale sono però in generale poco attive, ed anche nelle fumigazioni non mancano le fame usurpate.

Il regno minerale invece ci dà sostanze attivissime per fumigazioni negli alcool, negli acidi, nello zolfo, nel mercurio, nel cloro.

In queste fumigazioni bisogna aver cura che non si elevi troppo la temperatura, altrimenti si ottengono facilmente gli effetti rubefacenti o si stabilisce una corrente di sudore che è contraria all'assorbimento del rimedio che si vuole ottenere in modo fisico e fisiologico.

L'assorbimento dei rimedii per la pelle è infatti lo scopo a cui si tende colle fumigazioni.

Questo assorbimento è un fatto oggidì dimostrato ed è in correlazione colle leggi fisiche della materia.

La pelle, nelle condizioni più normali, ha per ufficio l'assorbimento e l'esalazione (3).

Le esperienze di *Dechambre* e *Rabuteau* (4) dimostrano che il jodo si assorbe per la pelle e passa nell'organismo, ed i signori *Bremond* (5) dimostrarono che la pelle può assorbire anche delle sostanze non volatili, trascinata meccanicamente in una fumigazione del vapore.

Si ricordi la curiosissima esperienza del *Bichat*, che ci spiega un fatto notato da tutti nella nostra fisiologia intima, per cui un membro immerso in una atmosfera di gas putridi li assorbe, e questi vengono poi eliminati per la parte inferiore del canale digerente.

Il *Bichat* osservò che la morte non tardava a sopravvenire in un coniglio, il cui corpo, eccetto la testa, si trovava in un'atmosfera di acido solfidrico, e si può coi soliti reattivi (acetato di piombo) dimostrare la presenza di quest'acido nei tessuti.

Altro fatto curioso è notato dal *Carpenter* nell'aumento di peso dei fantini in un'atmosfera satura di umidità.

Le esperienze sul jodo del *Dechambre* dimostrarono la presenza di questo corpo nell'urina.

I dottori *Bremond* sperimentarono principalmente col joduro di potassio, sostanza che non è volatile, la cui presenza è facilmente dimostrabile coi sali di piombo e di mercurio. I soggetti delle esperienze, posti in una cassa per fumigazioni, respiravano l'aria dell'esterno col mezzo di un tubo, ed avevano ermeticamente chiuso col mezzo della gomma elastica i fori delle mucose maggiori e le mani avvolte entro una stoffa impermeabile.

Gli AA. verificarono che il joduro di potassio veniva assorbito, poichè ne determinavano la presenza nelle urine:

1° In maggior quantità a 38°;

2° In maggior quantità in ragione della dose del rimedio;

3° In maggior quantità colla pelle pulita.

Anche la terebentina è assorbita in questo modo ed è facile dimostrarne la presenza nelle urine col mezzo del solfato di ferro che mette in libertà l'olio essenziale determinando la produzione d'iridescenze sulla superficie del liquido.

I fisiologi si posero il problema: per quale via avviene l'assorbimento cutaneo? Alcuni sostengono che la via dell'assorbimento è il condotto escretore delle ghiandole sudorifere (*Röhrig*, *Fort*), secondo il *Fort* l'assorbimento non ha luogo per l'epidermide, che è lo strato esterno della pelle, ma si fa esclusivamente per i canalicoli piccolissimi di queste ghiandole, che egli, per similitudine, chiama polmoni cutanei. Allorchè questi tubi sono vuoti l'aria ed i gas si introducono nel loro interno per effetto della pressione atmosferica e di veri fenomeni di assorbimento capillare.

(1) *RAPOU*, *Essai sur l'atmidiatrice, ou médecine par les vapeurs*, Paris e Lyon 1819, ed un'altra opera dello stesso autore: *Traité de la méthode fumigatoire*, Paris 1824.

(2) *V. Archiv. gén. de médecine*, Paris 1880.

(3) *V. Trattati di fisiologia del BECLARD, del BOUCHARDAY, dell'HOLL*.

(4) *Absorption de l'iode par la peau*, *Gaz. hebdom.*, 1874.

(5) *V. opera citata.*

Durante il sudore la pelle adunque non assorbirebbe più od almeno assorbirebbe molto meno, dovendosi fare la parte del gas che si discioglie nel sudore stesso.

La maggior parte dei fisiologi ammette invece che l'assorbimento sia un fatto generale di tutta la superficie dell'epidermide. Le esperienze del Reinhard (1) provrebbero che l'esalazione di acqua è più attiva nelle guancie che, come si sa, sono le meno ricche di glandole sudorifere nella topografia di queste glandole.

Tuttavia nessuno potrà mai adottare l'opinione di Krause che attribuisce l'ufficio della perspirazione (assorbimento ed esalazione) unicamente alla parte continua dell'epidermide, tanto più che conosciamo la natura speciale dell'epidermide e la profondità a cui si trovano i vasi sanguigni.

Infatti se si vorrà considerare le condizioni anatomiche della pelle, e ricordare che la superficie esterna dello strato corneo dell'epidermide è veramente spugnosa per le cellule che si distaccano, non si potrà negare un assorbimento fisico per l'epidermide: se poi si ricorda che per l'assorbimento è necessaria una rete capillare sanguigna, non si potrà negare l'importanza che deve avere in questa funzione l'elemento glandolare.

Condizioni indispensabili per un sufficiente assorbimento sono:

1° Che la temperatura non sia troppo elevata;

2° Che il medicamento non eserciti sulla pelle un'azione irritante o caustica.

Le fumigazioni di vapore di solfo determinano una sensazione di calore e di secchezza che si esagera nelle parti più delicate della pelle. In certi luoghi si producono dei piccoli bottoncini rossi. Anche il sistema muscolare è favorito da queste fumigazioni.

Prolungate troppo e troppo spesso ripetute le fumigazioni di solfo determinano debolezza e magrezza e la crispazione e l'annerimento della pelle. Bisogna preservare le mucose, potendo i vapori di solfo produrre anche delle bronchiti mortali.

Le fumigazioni d'acido solforoso od anidride solforosa (SO_2) sono irritanti per la pelle.

Abbiamo notato come coll'aggiunta del nitrato di potassio si determini la produzione di una piccola quantità d'acido solforico, cioè di una sostanza corrosiva che intacca l'epidermide nelle sue parti più sensibili e sottili. Perciò converrà aver cura che non si produca questa reazione.

Le fumigazioni di cloro sono assai poco adoperate a scopo curativo; diremmo che sono definitivamente abbandonate. Lo stesso si può dire delle fumigazioni ammoniacali. Si ricordi che l'ammoniaca determina l'oftalmia professionale dei vuotacessi e che gli operai che lavorano attorno al cloro od a prodotti industriali in cui si mette a profitto le proprietà decoloranti di questa sostanza sono particolarmente soggetti a laringiti e bronchiti (2).

In quanto alle fumigazioni mercuriali si sa che i Kabil (3) fanno uso da tempo antico di pastiglie di cinabro che abbruciano sui carboni roventi. Ricordiamo ancora come i Cinesi adoperino per la cura delle lesioni sifilitiche locali un metodo consimile, esponendo la superficie malata al fumo di una candela fatta di cera e di cinabro (4).

L'assorbimento per la pelle del calomelano è quasi insignificante, e l'effetto di queste fumigazioni dipende

principalmente dall'assorbimento che si effettua per le mucose bronchiali. L'azione del sublimato corrosivo sulla pelle determina irritazione e sudore.

Singolari sono le esperienze di Claudio Bernard sulle fumigazioni d'acido solfidrico che misurano la rapidità di eliminazione dell'acido solfidrico. Iniettando una soluzione di acido solfidrico nel retto se ne può determinare la presenza nella saliva dopo 66 minuti secondi. Facendo l'iniezione nella vena giugulare (del collo) bastano appena cinque minuti secondi.

Le fumigazioni sono poi molto più rapide che i bagni solforosi nei loro effetti fisiologici. Dunque concludiamo:

a 30°-35° sono assorbite principalmente le sostanze volatili;

a 38° e più sono assorbite anche le sostanze non volatili;

a 45°-50° agiscono specialmente per l'elemento caustico.

USI TERAPEUTICI.

Fumigazioni generali. — *Bagni di vapore.* — Affezioni reumatiche e gottose, principalmente nel reumatismo muscolare cronico, ed in certi casi di acne e di eczema cronico, di lichene, di psoriasi, nelle enteriti croniche ed enteralgie, cioè in tutti i casi medici in cui si vuol ridestare le funzioni della pelle.

Generalmente si aggiungono delle sostanze eccitanti al vapore.

Fumigazioni acide ed alcooliche. — L'acido adoperato è l'acetico; all'alcool si aggiunge dell'acqua per impedire che il vapore si accenda. Nella sciatica ed in qualche caso d'affezioni articolari.

Fumigazioni solforose. — Malattie della pelle, rogna, scrofole, ingorghi glandolari, fistole, ecc.

Fumigazioni mercuriali. — Estesamente applicate nei tempi passati. Non si può negare l'efficacia di questo metodo di cura in tutte le manifestazioni dell'infezione sifilitica, ma non sapremmo dire che vantaggio abbiano sugli altri metodi di cura, necessitando quasi sempre di apparecchi di un prezzo piuttosto elevato.

Su questo riguardo crediamo di esprimere l'opinione dei principali sifilografi dell'epoca nostra da noi consultati. In generale i pratici riconoscono l'efficacia delle fumigazioni mercuriali ma prediligono il metodo delle frizioni di unguento mercuriale.

Fumigazioni di terebentina. — Il *Chevandier* adoperò nelle affezioni reumatiche il fumo dei ritagli di pino. I boscajuoli della Drôme infatti si curano dei reumatismi stando seduti in vicinanza dei forni da pece.

Si possono adoperare i vapori carichi di essenza od il fumo stesso.

Colleghiamo a queste fumigazioni i tanto decantati panciotti di lana di pino silvestre, di problematica efficacia.

Fumigazioni iodurate. — Non danno mai origine ai dispiacevoli accidenti iodici (*jodismo*). Servono in tutti i casi in cui è prescritto l'uso interno del joduro di potassio.

In via profilattica queste fumigazioni potrebbero servire per prevenire le manifestazioni tarde della sifilide e gli avvelenamenti per rame, mercurio, piombo.

Gli operai che lavorano in questi metalli e coi preparati che li contengono dovrebbero (5) far uso di queste fumigazioni almeno una volta ogni settimana.

(1) Zeitsche, f. Biologie, 1869.

(2) Il Nysten descrisse una bronchite mortale prodotta dall'ammoniaca, ed il mio preparatore di chimica ebbe a soffrire pel cloro una forte laringite.

(3) V. DORVAULT, *Formulaire*.

(4) V. FOLLIN, *De la syphilis*, 1869.

(5) V. BREMOND, opera citata.

Fumigazioni locali esterne. — Utili in generale nelle affezioni locali ben circoscritte.

Fumigazioni sulle mucose. Vie respiratorie. — Il medico prescrivendo le fumigazioni della mucosa respiratoria può cercare solamente un'azione locale, che modifichi gli atti vitali che in essa si compiono, oppure può ricercare anche degli effetti generali, dovuti ad un vero assorbimento della sostanza medicinale. I vapori medicinali, tanto nell'uno quanto nell'altro caso, o sono diffusi nell'aria dell'ambiente, o vengono aspirati col mezzo di un tubo.

Si parlò con troppo entusiasmo dei buoni risultati ottenuti con diverse fumigazioni nella cura della tisi polmonare in generale. Infatti se in qualche caso possono dare qualche beneficio, possono pure essere cause di bruttissime conseguenze.

Le fumigazioni emollienti sono utilmente adoperate nel periodo acuto delle laringiti e delle bronchiti; le aromatiche riescono utili nel secondo periodo. Il Mandl adoperò con ottimo successo delle fumigazioni ottenute da un liquido composto di

Acido acetico	grammi	50
Creozoto	»	5
Acqua	»	500

3 fumigazioni al giorno di 20 a 25 minuti per 2 o 3 mesi:

Carte per fumigazioni. — Venne proposta dal Trousseau (1) la carta nitrata che si abbrucia nella camera in cui stanno i malati di *angina pectoris* e di *asma*. Questa carta si prepara coll'immersione di fogli di carta in una soluzione satura fredda di nitrato di potassio. La lenta combustione di questa carta spande nell'aria una certa quantità di acido ipozotico a cui spetterebbe l'azione specifica vantata da quest'autore contro l'asma.

Il *Morpain* aggiunse ai vapori nitrici delle sostanze resinose. Ecco la formola della carta di Carrié secondo il *Codez*:

Carta grigia	grammi	120
Nitrato di potassio	»	60
Foglie di belladonna	»	5
» stramonio	»	5
» digitale	»	5
» lobelia	»	5
Semi di fellandrio	»	5
Mirra	»	5
Olibano	»	5

Invece della carta, che dà prodotti di incompleta combustione che irritano i bronchi, si possono adoperare anche (*Guyot-Dannezy*) (2) le foglie stesse secche della belladonna. Si può pure adoperare una polvere fatta di bisolfato di sodio, di salnitro e di perossido di manganese che si fa ardere sopra una pietra arroventata. Si sviluppano dei vapori d'acido nitroso e nitrico, si fanno anche sigaretti arsenicali e nitrici, con carta arsenicale o nitrica.

Le fumigazioni arsenicali sulle mucose non sono completamente abbandonate; si adoperano anche queste fumigazioni per determinare un eccesso di secrezione (*ipercrinia*) di saliva (3). In questo caso si adopera il metallo allo stato di corpo semplice.

Nei casi di *asfissia* vennero proposte delle inalazioni irritanti d'acido nitrico, cloridrico, acetico, o di anidride solforosa o di ammoniaca per combattere la paralisi locale.

Bisogna però in queste operazioni adoperare con

somma prudenza, onde non avvenga che si ottenga un effetto perfettamente opposto a quello che si desidera.

Non parliamo delle fumigazioni al retto ed all'occhio. Si adoperavano le fumigazioni di tabacco nell'asfissia, ma l'enorme distensione della parete addominale e la pressione sotto-diaframmatica che producevano le fece abbandonare. Il *Gaupp* preconizza le fumigazioni di foglie di quercia nel forte tenesmo che tribola gli ammalati nei casi di dissenteria epidemica.

Nelle malattie delle orecchie sono ancora adoperate delle fumigazioni, specialmente per l'orecchio esterno.

Non parliamo delle fumigazioni che sarebbero portate nella cassa del timpano, col mezzo di una sonda, per mezzo della tromba d'Eustachio che stabilisce una comunicazione fra l'orecchio medio e la faringe.

Difficili da praticare, sono di dubbia efficacia e non sono senza pericoli.

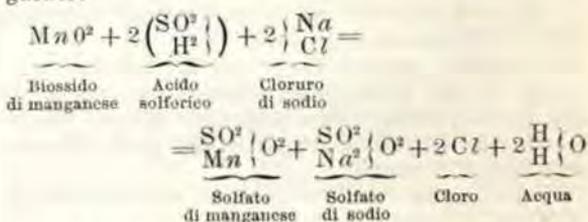
Fumigazioni disinfettanti. — L'argomento della disinfezione venne ampiamente svolto dai professori Pagliani nell'articolo speciale.

Ricorderemo qui solamente fra le fumigazioni disinfettanti quelle comunemente ricordate di *Guyton* e di *Smith*.

La fumigazione *guytoniana* si ottiene con sale comune (250 gr.), biossido di manganese (100 gr.), acido solforico (200 gr.), e acqua (200 gr.).

L'acido solforico viene aggiunto l'ultimo ed a poco a poco. La dose basta per una fumigazione in un ambiente di 111 m. c.

La reazione che avviene è espressa dall'equazione seguente:



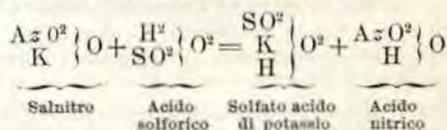
L'azione disinfettante di questa fumigazione spetta al cloro che se ne sviluppa.

La fumigazione dello *Smith* invece è di acido nitrico. Si mescoli

Acido solforico a 66°	grammi	64
Acqua	»	42
Salnitro	»	64

in una capsula di porcellana sulla cenere calda. Si mette prima l'acido solforico e l'acqua, ed il salnitro viene introdotto a poco a poco.

Avviene la semplice reazione seguente:



Fumigazioni per profumi. — Si adoperano profumi ottenuti mediante vere fumigazioni cioè colla imperfetta combustione di sostanze aromatiche, di aromi animali, di balsami, di resine aromatiche, di gomme resine.

Sotto l'azione del calore una parte dell'olio essenziale che contengono queste sostanze evapora attivamente spandendo nell'aria grati profumi cui l'olfatto presto si abitua per paralisi fisiologica dei nervi speciali. In questi

(1) V. TROUSSEAU e PIDOUX, *Matière médicale*, Paris 1876; V. BOURCHARDAT, *Formulaire*.

(2) *Journ. de Bordeaux*, 1864.

(3) CHAVERIAT, Lyon.

profumi oltre all'azione gradevole sui nervi del senso conviene ricordare la speciale azione *ozonifica* delle essenze scoperta dal nostro Paolo Mantegazza. Dobbiamo quindi riconoscere nell'evaporazione delle essenze una vera azione disinfettante.

Si raccomandano questi suffumigi nelle camere dei malati, onde velare in qualche modo gli odori ingrati delle sostanze perspirate dalla cute, ecc.

Fra le sostanze più spesso adoperate ricorderemo:

L'ambra grigia, proveniente dal *Physeter macrocephalus*, che è adoperato per profumi specialmente nell'Oriente.

Questa sostanza spande bruciando un odore abbastanza piacevole.

Il *benzoino* od *assadolce* proveniente dallo *Styrax Benzoin*, dalla cui corteccia si ottiene a Giava, a Sumatra, a Siam col mezzo di tagli artificialmente fatti.

Spande bruciando un odore gradito di vaniglia.

Brucia con fiamma viva caliginosa.

La *mirra*, che è una gommoresina proveniente dal *Balsamodendron Myrra* e *B. Ehrembergianum* dell'Arabia felice.

L'*olibano* od *incenso*, proveniente da piante del genere *Boswellia* delle Indie orientali.

Gli *aceti composti*, cioè mescolati ad essenze svariate, che si versano sopra una paletta calda.

I suffumigi di benzoino si fanno generalmente con un carbone ardente su cui si applica un pezzo di benzoino.

Fra i preparati che si trovano nel commercio noteremo i seguenti.

Le *pastiglie del Serraglio*, dette anche *coni* o *chiodi* fumanti, sono composte di un intimo miscuglio delle seguenti sostanze:

Benzoino	grammi	80
Balsamo toluano	»	20
Sandalo citrino	»	20
Carbone leggiero	»	500
Salnitro	»	40

a cui si dà consistenza con una soluzione di gomma adragante, riducendo la massa in forma di piccoli coni a cui si dà fuoco per l'apice. Il salnitro mantiene benissimo la combustione del carbone che si fa lentissimamente ed uguale.

Consimili coni si preparano colla formola seguente:

Benzoino polverizzato	grammi	30
Polvere di lycopodio	»	35
Nitrato di potassa	»	20

con cui si fanno 10 coni.

La *carta profumata* fatta di carta imbevuta di benzoino, che spande l'odore suo caratteristico allorchè viene posta sopra la fiamma di una candela. Le sigarette di benzoino, fatte di carta nitrata, imbevuta di tintura di benzoino.

Le *pastiglie aromatiche russe*, che spandono un grato profumo facendole scorrere sopra una paletta arventita.

La composizione di queste pastiglie è la seguente:

Balsamo peruviano	parti	1
» della Mecca	»	1
» di Tolù	»	1
Storace	»	4
Benzoino	»	4
Cannella	»	4
Cascarilla	»	4
Zucchero	»	4
Vaniglia	»	2
Garofani	»	1
Muschio	»	1/18

Ambra grigia	parti	1/18
Succino	»	8
Lacca	»	1
Spirito di rose <i>quanto basta</i> .		

Questo miscuglio viene ridotto in bastoncini che sono messi in commercio generalmente avviluppati nella stagnuola.

BIBLIOGRAFIA. — Aldini, *Saggio sperimentale sull'esterna applicazione del vapore*, Milano 1818. — Ammon, *Ueber cornea conica*, *Deutsche Klin.* 1851. — Assalini, *Ricerche mediche sui bagni di vapore e di calore e sulle fumigazioni di sostanze ammoniacali e balsamiche di zolfo, di mercurio, ecc.*, Napoli 1820. — Astruc, *De morbis veneris*, 1731. — Bahand-Larivière, *Recherches sur l'atmidiatricque*, Paris 1833. — Baillemon, *Aspirat. hygiénique*, *Bull. Acad. de Méd.*, 1833. — Baresprung, *Mittheil. aus. d. Abth. f. syphil. Krankh.*, in *Annalen der Charité*, 1856. — Bauer, *Dissertatio de balneis vaporosis nativis*, Lipsiæ 1741. — Beauclair, *Fumigations iodées*, *Arch. d'optalm.*, 1856. — Beaunis, *Nouveaux éléments de physiologie*, 1880-81. — Bell, *Corso di chirurgia*. — Béclard, *Trattato di fisiologia*, Parigi 1880. — Bernard, *Leçons sur la chaleur animale*, Paris 1876. — Bicker Caarten, *Apparechi per fumigazioni mercuriali*, *Neder. l. Lamet*, 1854. — Block, *Archiv. de physiol. norm. et patol.*, 1874. — Boëch, *Ueber Wachholderriücherungen in der Hauttherapie*, 1875. — Bouchout e Desprès, *Dizionario*, 1877. — Bouchardat, *Formulaire magistral*, Paris, 23^a ed., 1881. — Boutigny, *Bull. Acad. Méd.*, 1857. — Bremond (L. ed E.), *Absorption cutanée*, Paris 1873. — Bressy, *Recherches sur les vapeurs*, Paris 1879. — Burnett, *Note sur les effets produits par la vapeur de mercure*. — Cantani, *Trattato di materia medica*, Milano, Vallardi, *Phil. Trans.*, 1824. — Carro, *Observations pratiques sur les fumigations sulfureuses*, Vielm 1819; *Vapori*, articolo del *Dict. de Méd.*, Paris 1846. — Chanel, *Bull. Thérap.*, 1836. — Chauffeury von Ysselstein, *Nederl. Weekbl.*, 1854 e 1855. — Charbonnière, *Risposta a lettere polemiche contro le fumigazioni*, Parigi 1742. — Chevalier, *Rapp. sur l'appareil de Duval*, *Bull. de l'Acad. de Méd.*, 1835. — Churchill, *Treatment of syphilis by Mercurial Fumigation*, *Med. Times*, 1872. — Coley, *Practical Treatise on the Dis. of Children*, Londra 1836. — Cremming, *Monthly Journ.*, 1846. — D'Arcet, *Description des appareils à fumigation*, Paris 1818. — Dechambre, *Absorption de l'iode par la peau*, *Gaz. hebdom.*, 1874. — Desmarest, *Rec. de mém. de méd. militaire*, 1864. — Dopfer, *Sulla maniera di amministrare i bagni di vapore e le fumigazioni*, Torino 1790. — Dorvault, *L'officine*, Paris 1880. — Downing, *Sur un nouveau app. de fumigation*, *Bull. therap.*, 1849. — Fleischer, *Untersuch. über das Resorptionsvermögen der menschlichen Haut*, Erlangen 1877. — Follin e Duplay, *Traité de path. externe*, Paris. — Fracastoro, *Syphilitidis, sive de morbo Gallico*, Veronæ 1530. — Furster, *De la fumigation pulmonaire avec la belladone dans la coqueluche*, *Bull. therap.*, 1834. — Galès, *Essai sur le diagnose de la gale, ecc.*, Paris 1812; *Mém. et rapp. sur les fumig. sulfureuses*, ecc., Paris 1816. — Ganjot, *Arsenal de la chirurgie contemp.*, Paris 1867. — Gaupp, *Würtenb. Corresp. Blatt.*, 1855. — Glas, *Upsala Läkarefören Förhandlingar*, 1867. — Goldsmith, *Americ. Med. Times*, 1867. — Grappin, *Des effets des vapeurs mercurielles sur l'homme*, 1845. — Guyot-Dannécy, *Journal de Bordeaux*, 1864. — Hann,

Dict. Encycl. des sciences méd., Paris 1880, ed. Masson e Asselin. — Hallé e Nysten, *Dict. des sciences médic.*, Paris 1816. — Hallopeau, *Du mercure*, Paris 1878. — Hebra, *Ueber die Anwendung des Schwefels in Huthkrankheiten*, 1860. — Hinard, *Fumigations de tabac*, *Bullet. therap.*, tom. 24. — Hoppe, *Ueber die Arznei-u. Memorabilien*, 1862. — Heurteloup, *Traitement de la syphilis par les fumig. mercurielles*, *Gaz. des hôp.*, 1875. — Jeannel, *Fumigation, Nouveau dict. de médéc. et de chirurg. prat.*, 1872. — Joffroy, *Influences des excitations cutanées sur la circul. et la calorif.*, Paris 1878. — Lane, *The Treatment of Syphilis by moist mercurial Fumigation*, *Brit. Med. Journ.*, 1875. — Langlebert, *Nouveau procédé pour faire des fumigations médicamenteuses*, *Journal de pharm. et chimie*, 1854; *Traité des maladies vénériennes*, Paris 1864. — Large, *Archiv. gén. de méd.*, febbraio 1880. — Lodibert, *Essai de thimiatechnie médicale*, Paris 1808. — Mandl, *Des fumigations comme traitement de la bronchite chronique*, *Bull. therap.*, 1857. — Martin-Solon, *Essai de la créosote en fumigation chez les phthisiques*, *Bullet. therap.*, 1833; *De l'usage des fumigations pulmonaires*, ecc., *ibid.*, 1834. — Meibomius, *Diss. de usu vaporatumum*, ecc., Helmstadii 1734. — Miquel, *Bull. therap.*, 1836. — Morspaign, *Emploi des vapeurs nitro-vireuses-résineuses dans les accès d'asthme*, *Bull. therap.*, 1873. — Rapon, *Essai sur l'atmid.*, Paris et Lyon 1819; *Traité de la méthode fumigatoire*, Paris 1824. — Sales-Girons, *Traitement de la phthisie pulmonaire par l'inhalation de liquides pulvérisés et par les fumigations de goudron*, 1860. — Ratier, articolo *Fumigation*, *Dict. en 15 volumes*. — Röhrig, *Arch. des Heilk.*, septemb. 1872. — Trousseau, *Bons effets des fumigations salpêtrées*, *Bull. therap.*, 1853. — Vallin, *Trattato sulle disinfezioni*, Parigi 1883. — Wilders, *The Treatment of Syphilis*, ecc., Londra 1875. — Winkernitz, *The Practitioner*, 1878.

Dott. CARLO ANFOSSO.

FUMO, FUMAJUOLO — Vedi Riscaldamento.

FUOCHI D'ARTIFIZIO. — Francese *Feux d'artifice*. Inglese *Fire works*. Ted. *Feuer-werke*. Spagn. *Fuego de artificio*.

GENERALITÀ.

Chiamansi *fuochi di artificio*, *fuochi lavorati*, *fuochi artificiali* od *artificiali* (dalla parola latina *artificium*, *ingegnoso*) certe composizioni di materie infiammabili, esplodenti, detonanti, che possono produrre effetti di fuoco brillanti per varietà, forma, luce e colore, che servono di spettacolo nelle feste tanto pubbliche quanto private; ed in certe circostanze sono utili come artifizii da guerra.

La fabbricazione dei fuochi d'artificio, che costituisce un ramo dell'arte detta *pirotecnia* (dalle voci greche *πυρ*, fuoco e *τεχνή*, arte), era praticata da tempo immemorabile dai Cinesi, i quali sapevano già ottenere effetti di luce meravigliosi sia per la composizione dei fuochi che per la bellezza dei colori. In Europa si fabbricarono fuochi d'artificio solo dopo la scoperta della polvere da fuoco, cioè nell'undicesimo secolo (1); e nel quattordicesimo in Italia i Fiorentini ed i Bolognesi vi si dedicarono con molto buon successo. Secondo quanto troviamo scritto nelle cronache di quei tempi, in Firenze nell'oc-

casione delle feste di san Giovanni Battista e dell'Assunzione si facevano dei palchi alti più di venti metri dal suolo e su questi si collocavano delle statue le quali poi dalla bocca e dagli occhi gettavano fuoco. In Roma dall'alto di Castel Sant'Angelo e dalla cupola di S. Pietro si facevano illuminazioni con lampade e con pentolini e poi nei fuochi detti farnesi si sviluppò tutta l'arte della pirotecnia. In seguito i Ruggieri padre e figlio diedero spettacolo nelle principali città di Europa dei più belli e dei più splendidi fuochi lavorati che si siano veduti, e questi poi, dopo il XVII secolo, si perfezionarono, ed attualmente col concorso non solo della chimica e della fisica, ma anche con quello della pittura, della scultura, dell'architettura raggiunsero, si può dire, il massimo sviluppo.

I fuochi d'artificio si possono dividere in due grandi categorie, cioè: *fuochi d'artificio fissi* e *fuochi d'artificio mobili*.

Sono chiamati *fissi* quei fuochi i quali bruciando sul sito non si muovono, ma per la conformazione e disposizione loro variano di disegno e di effetto; *mobili* invece quelli i quali, benchè posti sopra adatti sostegni, pure bruciando si muovono e si progettano in alto, ove poi bruciano producendo scoppii ed effetti brillanti e multicolori.

Tanto i fuochi artificiali *fissi*, quanto quelli *mobili* si dividono in *scintillanti*, *colorati* e *detonanti*. Sono *scintillanti* quelli che, bruciando, producono l'effetto come di stelle, causato da scintille generate dalla loro composizione; *colorati* quando il loro effetto proviene dalla colorazione della fiamma; *detonanti* quando, bruciando, danno origine a detonazioni più o meno intense. Spesso i *fuochi scintillanti* ed anche quelli *colorati* sono nello stesso tempo *detonanti*.

I componenti della polvere da fuoco (vedi POLVERI e MATERIE ESPLOSIVE) sono la base di quasi tutti i fuochi artificiali, però per la composizione pirica di questi si devono seguire certe regole e certe proporzioni, a fine di produrre quei dati effetti di *combustione* che di molto differiscono da quelli della sola polvere da fuoco. Ciò si ottiene variando le proporzioni dei componenti di questa, cioè del nitro, dello zolfo, del carbone, ed aggiungendo ad essi altre sostanze vuoi per colorarli, vuoi per modificarne la combustione.

Regola generale, pei fuochi artificiali, la composizione pirica deve essere di combustione meno pronta di quella richiesta per la polvere da fuoco. Questo scopo si ottiene in due maniere: 1^a Triturando la polvere da fuoco e riducendola in polverino, poi comprimendola fortemente in modo da avere un corpo abbastanza compatto il quale quando verrà acceso in un punto arderà più o meno lentamente a seconda della pressione che si fece su di esso. 2^a Mescolando ai componenti della polvere da fuoco, del carbone, dello zolfo, oppure anche delle materie resinose o grasse, del licopodio, della canfora, della limatura di ferro, di acciaio, di rame, di zinco, di magnesio, ecc.

Per ottenere *fuochi d'artificio a colori vari e vivaci* si devono introdurre nella composizione dei medesimi certe sostanze le quali si vaporizzano all'alta temperatura di combustione delle miscele e mescolandosi ai gas combustibili producono i voluti effetti brillanti di colore. A tale scopo servono solati alcalini, terrosi e metallici, resine, minerali, polveri metalliche.

Il *scintillamento* di certi fuochi lavorati è prodotto

(1) L'invenzione della polvere da fuoco ha origine lontanissima. Diceasi la scoprissero i Cinesi. BACONE, che visse nel XIII secolo, descrive la polvere da guerra, ma parla di essa come di trovato conosciuto ed adoperato da lungo tempo. È cosa certa e provata che nell'undicesimo

secolo si impiegarono in guerra armi da fuoco; è quindi erroneo l'attribuire l'invenzione della polvere al monaco francescano Bertoldo Schwartz, il quale visse nel XIV secolo, vale a dire tre secoli dopo la prova certa dell'esistenza della sua supposta invenzione.

dalla limatura fina, lunga e non ossidata del ferro. È brillante, è vivissimo quando la limatura è di acciaio o di ghisa per la consistenza del carbone e del silicio. Usando limatura di rame si ha scintillamento verde; verde azzurro per quella dello zinco; bianchissimo e lucente trattandosi del magnesio.

Il succino, la colofonia, il sal marino seccissimo producono fiamma giallognola, il nero fumo con polvere ordinaria una vampa rossa intensa; scaglie di mica gialla danno scintille giallo-dorate, il verdetto fiamma verdognola, il solfato di rame col sale ammoniac, verde-olivo, la canfora, bianchissima, il licopodio, giallo-rossa. Quasi tutte le composizioni dei fuochi d'artificio che variano a seconda dell'effetto che si vuole raggiungere, sono rinchiusi in cartocci cilindrici di cartone, rarissimamente di metallo, chiusi da una parte ed aperti dall'altra, per introdurre le miscele ed uno stoppino per accenderle. I cartocci subiscono modificazioni al pari delle materie che contengono, e di entrambi ci occuperemo tra poco.

Premesse queste considerazioni generali sui fuochi d'artificio, eccoci a descrivere la loro fabbricazione, ed incominceremo dallo studio delle materie con cui sono formati e dalla descrizione degli utensili del razzajo, per poi discorrere delle varie specie del medesimo e del modo di farli esplodere.

FABBRICAZIONE DEI FUOCHI D'ARTIFICIO.

Materie adoperate. — Le materie specialmente impiegate nei fuochi d'artificio sono parecchie, e noi le divideremo in gruppi: 1° gruppo, **Materie per razzi**, e sono: il nitro, lo zolfo, il carbone, il nero fumo, la polvere, il polverino, il clorato di potassa, la gomma arabica, la destrina, la gomma lacca, la resina, la colofonia: 2° gruppo, **Materie per composizioni raggianti**: Scaglie di fondita, limature di ferro, di acciaio, di ghisa, di zinco; 3° gruppo, **Materie per composizioni colorate**: sali a base di soda, di barita, di stronziana, di calce; sostanze metalliche: antimonio, zinco, rame, mercurio, piombo, loro leghe e loro sali; 4° gruppo: **Materie per composizioni diverse**: carta, cartone, pergamena; alcool, allume, ambra, asfalto, bitume, canfora; cera, colla, cotone, olii di tino e di trementina, pece, resina, sego, vernici, aceto.

Materie per razzi — Nitro. — Il nitro, sostanza conosciutissima, va conservato al riparo dall'umido, perchè lo si deve impiegare allo stato secco, nel quale stato è di aspetto polverulento.

Zolfo. — Lo zolfo va purissimo, ridotto in polvere impalpabile. Convien lavarlo, indi farlo essiccare completamente per evitare una combustione spontanea allorchando lo si deve mescolare col clorato di potassa.

Carbone. — Il carbone può essere adoperato di due sorta: *leggero* o *pesante*, preparato cioè o con legni leggeri, quali il pioppo, il salice, l'ontano, la fusaggine, o con legni densi, quali il carpino, il faggio, la quercia. Il *leggero* è fragile, poroso e facilissimamente infiammabile; il *pesante* riesce duro, compatto e ritarda la combustione. Il primo è impiegato nella fabbricazione di fuochi e getti ordinari, il secondo serve nella composizione delle diverse paste per getti, per le fiamme colorate, per le stelle, ecc. ecc.

Leggero o pesante, il carbone è sempre impiegato ben bene triturato od in mortal, od in sacchi di cuojo, od in apparecchi appositi di triturazione, e ciò perchè si incorpori meglio colle altre sostanze. Dopo la triturazione lo si suole passare al setaccio, e secondo la finezza della polvere lo si classifica in tre grossezze.

Nero di fumo. — In certe composizioni dei fuochi lavorati si suole sostituire, e con vantaggio, alla polvere di carbone leggero il nero fumo. Questo, come è noto, è prodotto dalla combustione di sostanze resinose. In commercio se ne trova in grande quantità, utile al nostro scopo. Però quando è troppo grasso deve essere trattato con acqua alcalina, alla temperatura dell'ebollizione, quindi lavato, poscia essiccato. Dovendolo poi comporre col clorato di potassa deve subire una seconda lavatura.

Polvere e polverino. — La polvere (*vedi*) ed il polverino producono effetti differentissimi nei fuochi lavorati. La *polvere in grani* serve a produrre forti detonazioni. Quella da caccia finissima brucia meglio e dà minore fumo, ma per essere a caro prezzo non è troppo conveniente, salvo il caso di composizioni difficili. La *polvere da guerra* sostituisce benissimo quella da caccia nel nostro caso. Non serve invece affatto per fuochi d'artificio la *polvere da mina* perchè ha i grani troppo grossi ed insudicia troppo gli apparecchi. Il *polverino* non è altro che polvere ridotta in polvere finissima usando le volute precauzioni nella triturazione. Il polverino può essere sostituito da una miscela di sei parti di nitro, una di carbone ed una di zolfo.

Clorato di potassa. — Il clorato di potassa è di potente aiuto nella composizione dei fuochi colorati. Esso è preparato per doppia decomposizione tra l'ipoclorito di calce ed il cloruro di potassio, oppure facendo reagire insieme una corrente di cloro, trecento parti di calce stemperata in cento di acqua e centocinquantaquattro di cloruro di potassio, tutto riscaldato dai 60 ai 100 gradi. È in cristalli scorliti, anidri, malleabili, scoppia mescolandolo colla maggior parte dei combustibili; combinato collo zolfo scoppia violentemente e spontaneamente, come già avvertimmo, ma lo si può serbare per lungo tempo, senza alcun pericolo, all'asciutto, in vasi ben chiusi. Quando fu proposto per fabbricare polvere detonante, fu presto lasciato perchè scoppiava durante le operazioni necessarie. Tuttavia per certi effetti di fuochi colorati è ancora adottato, usando a tal uopo le dovute precauzioni.

Destrina. — La destrina in certi fuochi lavorati sostituisce la gomma. Essa è formata per l'azione degli acidi o della diastasia sull'amido. La si adopera in piccola quantità, umettandola leggermente con acqua; i composti con essa restano consistenti, abbastanza duri, e la combustione riesce molto meno rallentata di quando si adopera gomma arabica.

Gomma-lacca o lacca-resina o lacca-lacca. — La gomma lacca che si ottiene polverizzando la lacca in bastoni e trattandola replicatamente con grande quantità di acqua bollente, carica di soda, e coll'allume, è impiegata in polvere finissima, principalmente nei fuochi a colori. Per essere difficile a venire triturrata finissimamente, si suole, per ottenere lo stesso scopo, disporre degli strati alternati di gomma-lacca e di nitro, indi fondere il tutto a fuoco dolce, poscia eseguirne la macerazione ed infine lasciarlo qualche tempo nell'acqua. Allora il nitro si scioglie, la gomma-lacca rimane sul fondo del vaso, la si passa al filtro, la si lascia seccare dolcemente all'ombra e così si ha il prodotto voluto.

Colofonia. — La colofonia, materia resinosa, solida, contenuta nella trementina, chiamata dai Francesi *colophane*, *braisee*, *arcanson* e dagli Inglesi *bracen-resin*, si ottiene dal residuo della distillazione della trementina, è riducibile senza difficoltà in polvere fusibile, infiammabile, ed è sostituita spesso volte alla gomma.

Materie per composizioni raggianti. — Oltre al carbone pesante, sono necessari per fuochi raggianti i rima-

sugli di fondite dei metalli, le limature del ferro, dell'acciajo, della ghisa, scaglie di zinco e di antimonio ed anche la deposizione, nei camini, dei vapori di zinco.

Scaglie di fondita. — Le scaglie di fondita si ottengono scaldando al calor rosso pezzi sottili di fondita bianca (così chiamata pel colore della frattura), indi gettandoli nell'acqua fredda per renderli di facile rottura. Si pestano col martello, si passano per diversi setacci e si ottengono tre gradazioni di scaglie in grossezza, usando l'avvertenza di separare la polvere a grana finissima. Per rendere queste più facilmente infiammabili si aggiunge un decimo del loro peso di zolfo poco tempo prima d'impiegarle, a fine di evitare che lo zolfo si attacchi al metallo.

Limatura di ferro, d'acciajo e di ghisa. — Le limature di ferro, di acciaio, di ghisa che il razzajo si procura di varia grossezza dalle officine in cui si lavorano i detti metalli, devono essere recenti, senza ossidazione, nè mescolate ad altri metalli.

Per avere grandi scintille qualche volta si adoperano piccoli pezzetti di ferro o di acciaio.

Una limatura abbastanza adotta è quella che proviene dalle fabbriche degli aghi.

Bisogna usare molta cura nella conservazione e nell'impiego delle diverse limature, perchè si ossidano facilmente ed ossidazioni non servono più allo scopo. Si può prevenire l'ossidazione triturandole in un mortajo con un poco di vernice, o scaldandole in un vaso assieme con un poco di olio di lino finchè abbiano preso una tinta nero-lucente.

Zinco. — Si sa che lo zinco, quando è scaldato ad una temperatura dai 200 ai 300 gradi diventa fragilissimo e polverizzabile. Ed è appunto in polvere che lo zinco è utilissimo al razzajo, perchè bruciando produce una luce vivissima di color bianco tendente leggermente all'azzurro. A motivo però della sua grande potenza combustibile, la polvere di zinco si ossida facilissimamente anche ad una temperatura buona, e quindi spesso accade di non riuscire nell'effetto desiderato perchè, non avendo usate le debite precauzioni, si impiegò polvere di zinco già in parte ossidata oppure che si ossidò durante la sua composizione con altre materie.

Per impedire l'ossidazione avvertita si possono adottare due metodi. Il primo ed il più semplice consiste nel preparare i fuochi in cui entra polvere di zinco, soltanto alla vigilia di bruciarli. Ricorrendo a questo mezzo però non si potrebbero preparare grandi fuochi. Il secondo è quello della verniciatura, metodo detto di *Tessier*. Ecco in qual modo si procede. Ridotto in pezzi lo zinco, lo si scalda fino a fonderlo, in un vaso coperto, di ghisa, poi lo si versa in un mortajo stato precedentemente riscaldato. Lo zinco per essere polverizzato va elevato ad una temperatura di 205° e questa temperatura va mantenuta durante tutta l'operazione. Per verniciare la polvere si versa una data quantità di essa in un largo recipiente di lamiera aggiungendovi olio di lino nella proporzione di un decimo di quella. Posto al fuoco il recipiente, si agita con una mestola in ferro la miscela; questa si scalda, lo zinco prende una tinta rossa, l'olio si addensa e poco alla volta si ottiene una pasta abbastanza consistente. In tale stato la si versa in un mortajo; si lascia raffreddare, indi con un pestello si riduce facilmente in polvere. Questa poi col mezzo di setacci si divide in diverse grossezze.

Usando una lega composta di due parti in peso di zinco ed una di antimonio e procedendo nel modo detto di sopra, si ottiene una polvere che dà scintille color azzurro-chiaro o verde-chiaro quando è mescolata col nitro.

Per fare tale mescolanza si scioglie del nitro in proporzione di $\frac{1}{10}$ in peso della polvere, in una quantità d'acqua che pesi non più di $\frac{1}{50}$ della miscela. Si versa questa in quella mentre è calda, si agita bene per qualche minuto, poi la si leva e si fa asciugare. Questa operazione va fatta solo pochi istanti prima di impiegare la composizione di fuoco lavorato.

Materie per composizioni colorate. — *Sali a base di soda.* — Certi sali di soda servono per la colorazione in giallo dei fuochi d'artificio, e sono il bicarbonato, l'ossalato e l'idroclorato o sal marino.

Il bicarbonato di soda, conosciutissimo, è un sale incolore, facilmente solubile, di sapore leggermente alcalino. Si prepara facendo arrivare una corrente di acido carbonico in una soluzione di carbonato neutro di soda fin tantochè il liquido si dimostri saturo del gas, nè altrimenti ne assorba. Per gli usi in grande si espongono cristalli di carbonato di soda commerciale, inumiditi in atmosfera di gas acido carbonico che si rinnova continuamente, qualunque sia la sorgente da cui proviene il gas. Il carbonato, benchè solido, assorbe l'acido carbonico e poco alla volta si riduce in massa amorfa. Secco non si altera stando all'aria, ma umido si scompone lentamente perdendo in capo a qualche tempo la metà dell'acido carbonico assorbito.

L'ossalato di soda dà una tinta gialla intensa ai fuochi. È una polvere bianca, senza sapore, poco solubile. La si prepara versando gradatamente e poco alla volta una soluzione concentrata di carbonato di soda in un'altra soluzione pure concentrata d'acido ossalico fino a che cessi l'effervescenza. Bisogna però usare l'avvertenza di non mescolare l'ossalato di soda col nitro o con nitrati sia di barite che di stronziana, per la somma facilità ad alterarsi che avrebbe la composizione risultante.

Il sal marino o sale ordinario da cucina serve pure per i fuochi gialli, ma presenta il grande inconveniente, noto a tutti, di essere troppo igrometrico.

Sali a base di barita. — I sali a base di barita, quali il nitrato, il clorato ed il carbonato, colorano i fuochi in verde.

Il nitrato di barita, sostanza bianca, in cristalliottaedri regolari ed anidri, di sapore acre, si trova raramente allo stato puro in commercio. Perciò conviene purificarlo sciogliendolo e poi facendolo cristallizzare a più riprese, oppure facendo la seguente operazione: si scalda e si mantiene per quattro o cinque ore al calor bianco una miscela di cinque parti di solfato di barita in polvere ed una di carbone. Si pone la miscela, fredda che sia, in acqua calda di peso doppio di quella, la si filtra ed in seguito si versa goccia a goccia dell'acido nitrico sino a che si tinga in rosso la carta di tornasole. Si scalda leggermente, si filtra di nuovo, si fa cristallizzare a più riprese e finalmente, per togliere gli eccessi di acido, si lavano i cristalli con acqua fredda. Il nitrato di barita per essere adoperato va fatto essiccare bene senza farlo troppo riscaldare, altrimenti si scomporrebbe; per questo motivo si suole mescolarlo quasi sempre con un poco di carbonato di barita a fine di prevenire la combustione spontanea quando sia trattato con clorato di potassa.

Il clorato di barita, benchè alquanto igrometrico, serve a produrre bellissimi fuochi verdi. È venduto a caro prezzo e trovasi raramente puro in commercio. Il razzajo se lo prepara scaldando carbonato di barita umido insieme con una soluzione di clorato d'ammoniaca fino a che non si sente più alcun odore, indi filtrando il tutto, lavandolo e facendolo poscia cristallizzare.

Il carbonato di barita produce fuochi verde-pallidi. È bianco, polveroso, insolubile e fusibile al calore ro-

vente. Si raccoglie come minerale, ed è la *viverita*. Viene preparato versando una soluzione di carbonato di soda in una delle soluzioni del cloruro di bario o del nitrato di barita. In entrambi i casi si forma per precipitazione il carbonato di barita.

Sali di stronziana. — I *sali di stronziana* colorano i fuochi in rosso e di essi il razzajo adopera il *nitrato*, il *solfato*, il *carbonato* e l'*idrocloreto*.

Il *nitrato di stronziana* serve a colorare i fuochi in *aranciato*, *rosso* e *violetto*. È un sale incolore che cristallizza con cinque equivalenti d'acqua e si prepara facendo agire l'acido nitrico sul solfuro di stronzio o sul carbonato di stronziana.

Facendo una mescolanza di

- 40 parti di nitrato di stronziana secco,
- 13 » di zolfo,
- 5 » di clorato di potassa,
- 4 » di solfuro d'antimonio,

si ottiene un bellissimo fuoco artificiale di color rosso vivo.

Il *solfato di stronziana* è bianco, insipido, senza effervescenza negli acidi e colora i fuochi come il nitrato.

In commercio si trova solfato di stronziana o *celestina* in pezzi bianchi a vene verdi od azzurre od in masse grigie. Per impiegarlo occorre ridurlo in polvere. È meno igrometrico del nitrato, ma ha minor potenza colorante.

Il *carbonato di stronziana* dà ai fuochi tinte aranciate, rosse e viola di diverse gradazioni. È incolore, insolubile nell'acqua, decomponibile ad altissima temperatura, e quando lo si calcini misto con carbone e dirigendovi sopra una corrente di vapori d'acqua, giunto al calor rosso, fa effervescenza cogli acidi. Si trova per lo più impuro, in masse grigiastre che conviene ridurre in polvere. Si può avere allo stato puro precipitando una soluzione di nitrato di stronziana con carbonato d'ammoniaca, oppure scaldando al calor rosso per qualche ora una miscela di 5 parti di nitrato di stronziana ed una di carbone. Col carbonato di stronziana si colorano i fuochi molto vivamente.

L'*idrocloreto di stronziana* od *idrocloreto di stronzio* dà una tinta distinta *rosso-carmino* ai fuochi. È troppo igrometrico, per cui serve poco per fuochi lavorati, ma invece è utile nelle fiamme all'alcool.

Sali a base di calce. — Dei sali a base di calce, il solo *sotto-carbonato* o *creta* comune serve per colorare i fuochi in *rosso*, *rosa* e *lilla*, ma la colorazione è meno brillante di quella prodotta dal carbonato di stronziana.

Sostanze metalliche. — Le sostanze metalliche danno *fuochi bianchi*, *azzurrognoli*, *verdi* e *rosa pallidi*.

Antimonio. — Questo metallo, che fu il vero tormento degli alchimisti i quali volevano con esso fabbricare l'argento, è di un bel bianco argentino, cristallino e brillante. Si trova in commercio quasi sempre ferrifero, spesso arsenifero, e siccome il razzajo deve impiegarlo purissimo per avere *fuochi bianchi*, così per purgarlo opera in questo modo:

Si fondono in crogiuolo cinque parti di polvere di Algarotti, quattro di carbonato di soda ed una di carbone, coprendo con istrato di carbone polverizzato; si ha al fondo il metallo in forma di bottone. Impiegando solfuro d'antimonio nei fuochi, si ottiene una fiamma bianco-azzurrognola.

Rame. — Il rame in *limatura* od in *polvere* dà alla fiamma colorazioni verdi, azzurre o viole. Ecco in qual modo si ottiene la *polvere* di rame: Si pesano parti eguali di solfato di rame e di chiodi in ferro, senza capocchia; si scioglie il solfato in dieci volte il suo peso

di acqua, e nel liquido chiarificato col riposo, o meglio filtrato per carta si gettano i chiodi. Si agita continuamente la miscela con una spatola di legno o con una verghetta di vetro fintantochè il colore azzurro del liquido sia scomparso. Si agita un istante con maggior forza per distaccare il rame polveroso, che copre i chiodi, e mentre appunto il polviscolo resta sospeso sul liquido, lo si versa in altro vaso. Deposta la polvere metallica, si decanta la soluzione di solfato di ferro, la si acidifica con acido solforico, indi si fa evaporare e cristallizzare. Mediante successive lavature e decantazioni si elimina del tutto il ferro e così si ottiene il rame in polvere, avendo solo cura di farlo seccare od al sole, od in un sito ben riscaldato.

Solfato di rame. — Il solfato di rame, conosciuto sotto il nome di *vitriolo azzurro* o *copparosa azzurra*, è in cristalli solubilissimi nell'acqua. Dà alla fiamma un bel colore azzurro. Si sogliono trattare i cristalli di solfato di rame come quelli del nitrato di stronziana e si ottiene una polvere bianca che, per essere troppo igrometrica, diventa di una tinta azzurra.

Versando sul solfato di rame secco due volte il suo peso di ammoniaca, indi facendo evaporare il tutto per farlo successivamente cristallizzare, si ottiene l'*ammonio-solfato di rame* o *solfato ammoniacale*, il quale ha il vantaggio sul solfato di rame che, producendo nei fuochi la stessa fiamma azzurra, non produce come quello la combustione spontanea quando è misto col clorato di potassa.

Ossicloruro di rame. — Non è da lungo tempo che nell'arte dei fuochi lavorati si introdusse l'ossicloruro di rame, pure è molto importante pel colore azzurro e viola che dà alla fiamma. È in polvere finissima, di colore biancastro tendente al verde, insolubile nell'acqua, inalterabile all'aria, ed offre il grande vantaggio di non scoppiare triturandolo col clorato di potassa.

Per la preparazione dell'ossicloruro di rame si procede in questa maniera: Si prende rame in scaglie, in limature, od in pezzetti di lastra, lo si pone in un vaso di porcellana poco profondo, lo si bagna con acido cloridrico ed acqua, in parti uguali. Si lascia la miscela all'aria, ma all'ombra; dopo due giorni la massa è secca ed il rame è rivestito di uno strato verdognolo di ossicloruro. Si versa il tutto in un recipiente pieno d'acqua, lo si agita; la materia polverulenta, che ricopre il rame, si stacca e galleggia sull'acqua. Si decanta questa e si ottiene deposto l'ossicloruro.

Ripetendo la descritta operazione sul rame che avanza fino al suo completo esaurimento, si ottiene dell'altro ossicloruro, che, dopo essere ben lavato a fine di esportare quel poco di solfato di rame formatosi per l'acido solforico che quasi sempre si trova nell'acido cloridrico del commercio, vien fatto seccare al sole, od in un ambiente riscaldato.

Carbonato di rame. — Il carbonato di rame si trova in commercio con tinte *verde-chiaro* od *azzurro-chiaro* ed è conosciuto col nome di *ceneri verdi* e *ceneri azzurre*. Serve per fuochi di colore *azzurro* e *viola*, ma è meno potente dell'ossicloruro. Si ottiene direttamente, versando carbonato di potassa in una soluzione di solfato di rame. Il precipitato è *azzurro*, operando *a freddo*; *verde*, operando *a caldo*.

Il *solfuro di rame* si ottiene disponendo in un crogiuolo strati alterni di rame in limatura od in trucioli, e di solfo, e battendo il tutto. Si espone il crogiuolo ad un fuoco vivo e si mantiene il calore rosso-bianco per circa mezz'ora. La combinazione succede con svolgimento di luce e dall'intensità del calore si ha il solfuro

sotto forma di scoria o di materia cavernosa, oppure di un bottone bigio-scuro splendente. Il solfuro di rame serve per fuochi azzurri e violacei.

Sottosolfato di rame. — Esso è in polvere azzurra-chiara tendente al verde. È amorfo, insolubile nell'acqua, inalterabile all'aria. Si può triturare impunemente coi clorati e con altre materie ossidanti ed ha il buon requisito di conservarsi quando è composto colle dette materie.

Per avere il sottosolfato di rame, si fa bollire una soluzione di solfato di rame con idrato di ossido di rame, ovvero precipitando la detta soluzione con idrato di potassa, di soda, o coll'ammoniaca o coi rispettivi carbonati. Usando gli alcali caustici, se ne introdurrà soltanto quella certa quantità che basti per formare un sale doppio solubile coll'eccesso di solfato di rame non decomposto.

Per avere un prodotto più economico e più costante, il Tessier adottò questo processo: Si sciolgono 7791 grammi di solfato di rame cristallizzato in quattro volte il suo peso di acqua calda. In questa soluzione si versa poco alla volta una specie di poltiglia liquida prodotta da 1013 grammi di ossido di zinco con acqua calda. Si mantiene il liquido ad una temperatura vicina all'ebollizione, lo si agita continuamente, ed a misura che l'ossido di zinco si scioglie, una quantità equivalente di sottosolfato di rame si separa allo stato di composto insolubile, ed in breve, versata l'ultima porzione di ossido di zinco, la reazione sarà compiuta. Si otterranno così del doppio solfato di zinco e di rame sciolti nel liquido caldo, e del sottosolfato di rame che si troverà sul fondo del vaso in forma di polvere amorfa insolubile. Si lascia chiarificare il liquido, lo si decanta, si lava il deposito su un filtro fintantochè non siavi più traccia di sali di rame e di zinco, e finalmente lo si porta ad essiccare.

Mercurio. — Nella pirotecnia civile si usa il sottocloruro di mercurio per avvivare certi colori dei fuochi e principalmente quelli azzurri, verdi, viola e rossi. Il sottocloruro di mercurio è una polvere bianca, insolubile, untuosa al tatto che va quasi sempre purificata dal sublimato corrosivo che contiene, lavandola con acqua calda su un filtro, oppure ponendola in un tubo, in cui si fa passare una corrente di vapore d'acqua.

Piombo. — A vece del mercurio, principalmente per *fuochi verdi*, si può usare *cloruro di piombo*. Esso è in polvere bianca, insolubile, poco untuosa al tatto, e viene preparato versando acido idrocloridrico sopra cerussa (che è il bianco d'argento o di piombo dei pittori) fino a che non vi abbia più effervescenza. In seguito non si ha che da eseguire filtrazione e lavatura con acqua per togliere qualsiasi traccia di acido.

Il *cloridrato d'ammoniaca*, o *sale ammoniacale* è pur uno dei sostituenti del mercurio. È una sostanza bianca, di sapore acre e piccante, volatile e solubile nell'acqua, ma è molto igrometrica.

Dobbiamo ancora notare che nei *fuochi bianchi* talvolta si usa del *cristallo ridotto* in polvere finissima.

Materie per composizioni diverse — *Carta, cartone, pergamena.* — Dalla buona qualità della carta e del cartone che impiegansi nella fabbricazione dei fuochi lavorati, dipende moltissimo la buona riuscita dei medesimi. La *carta* può essere più o meno liscia, più o meno spessa, di pasta più o meno fina, più o meno incollata, secondo l'uso in cui si suole impiegare, ma deve sempre avere due requisiti importanti, essere cioè unita ed arrendevole, e facile ad essere piegata in qualunque verso senza punto rompersi o guastarsi.

Il *cartone* deve esser composto con più fogli sovrapposti ed incollati, ed è per la facilità della sua composizione che il razzajo se lo fabbrica esso stesso.

La *pergamena* (vedi) va abbastanza spessa per certe composizioni.

L'*alcool*, che è un liquido volatilissimo, il quale brucia con fiamma diversamente colorata a seconda delle sostanze saline che tiene in soluzione, serve per avvivare e dare splendore alla fiamma di certe composizioni, umettandole con esso.

L'*allume*, sale triplo, composto di allumina, acido solforico e potassa od ammoniacale, serve per la conservazione della polvere e delle composizioni piriche allorché lo si aggiunge a queste, oppure lo si scioglie ed in esso si immerge la carta che deve servire da involucro.

L'*ambra*, *ἰνκάνθη* degli antichi, sostanza solida, gommosa, combustibile, più o meno trasparente, dà alla fiamma un bel colore giallo e serve anche nei *fuochi profumati detti da sala*.

Accenniamo all'*asfalto* ed al *bitume* solo per non tralasciare nell'enumerazione delle materie alcun componente; ma tanto l'uno quanto l'altro, una volta usatissimi nelle composizioni piriche, ora sono affatto abbandonati.

La *canfora*, sostanza bianca, solida, fragile, proviene dai rami del *laurus camphora* del Giappone distillati con piccola quantità d'acqua, e quindi è raffinata mediante la distillazione colla calce viva. Sciolta nell'alcool, serve per umettare diverse composizioni di fuochi e facilita la soluzione della gomma nell'alcool per rendere i fuochi più brillanti.

In commercio, la canfora è ad un prezzo abbastanza elevato; per questo solo motivo non è troppo impiegata nei fuochi d'artificio; del resto, per la sua grande potenza combustibile e per la bianchezza della sua fiamma, sarebbe utilissima.

La *cera* va pura, bianca e che bruci senza alcun residuo. In tali condizioni, quando arde sviluppa una grande quantità di idrogeno e perciò serve ad aumentare l'intensità di certe fiamme.

La *colla* usata dal razzajo può essere di *amido*, di *farina* e di *forte*. La migliore è fatta con parti eguali di farina e di amido, indi usata solo quando è ben fredda.

Il *cotone* dev'essere bianco, filato e che bruci con pochi residui. Serve, come vedremo, per rivestire certi fuochi lavorati e per comunicare il fuoco, od accelerarlo.

L'*olio di lino* dev'essere essiccato, e per ridurlo in tale stato va fatto bollire con 7 od 8 volte il suo peso di litargirio. Discioglie lo zolfo e la maggior parte delle resine e rallenta considerevolmente le miscele di polverino, zolfo e nitro.

L'*olio di trementina* serve come il licopodio per conservare certi fuochi o per avvivarne la fiamma.

La *pece* serve principalmente per conservare certi preparati.

La *resina* è utile, secondo le proporzioni in cui si usa, per attivare, regolare, modificare l'intensità della fiamma.

Il *sego* misto colla pece è necessario per mollificare certe paste piriche durante la loro manipolazione.

Molte *vernici di caoutchouc, copale, lacca*, collodio servono per preservare dall'umidità i fuochi lavorati.

L'*aceto* è un mezzo economico adottato per umettare alcune composizioni; si suole per lo più usare *acido acetico* per sciogliere la gomma e mescolare poi questa soluzione coll'alcool.

Avvertenze sulle materie impiegate nei fuochi d'artificio. — Enumerate le materie per le composizioni piriche, nel modo che abbiamo fatto, prima di entrare nella descrizione degli utensili crediamo necessarie alcune avvertenze.

Il razzajo deve sempre andar molto cauto nell'operare, non soltanto quando impiega sostanze esplosive per sè stesse, ma anche quando usa materie le quali, punto pericolose per loro natura, tali divengono quando sono composte con altre; ad esempio, il clorato di potassa combinato col carbone, collo zolfo, colle resine, insomma con qualsiasi sostanza combustibile, dà prodotti esplosivi e tali che vi ha sempre grandissimo pericolo di scoppio triturandole o conficcandole fra corpi duri, come pur troppo talvolta è necessario. Lo stesso si dica per l'acido pirico, il quale spesso scoppia durante la lavorazione.

Se abbiamo da usare molte cautele per le sostanze scoppianti o che diventano tali in date circostanze, tanto maggiori se ne devono avere per quelle materie velenose le quali possono esercitare un'azione nociva al nostro organismo.

Moltissime sostanze necessarie al pirotecnico sono velenose, ed hanno azione potentemente deleteria il minuto polviscolo che si solleva triturandole ed i prodotti gassosi della loro combustione.

Fra le sostanze nocive, dobbiamo citare come nocivissime i sali di bario e di stronzio, i solfuri di arsenico e di antimonio, i sali di rame, di piombo e di mercurio.

Preparando le miscele per getti e per fiamme colorate, come vedremo, bisogna avere per massima che condizione essenziale della buona riuscita di quelli è la purezza dei prodotti. Basterebbe, per citare un esempio, la presenza di un sale sodico in certe miscele per alterare certe tinte, come il rosso in arancio; o distruggerne altre, quali il viola, il verde e l'azzurro.

Adoperando sali di sodio, quando si mescolano col nitrato di potassio danno un prodotto igroscopico il quale serve solo se impiegato subito.

I colori prodotti dai sali di barita restano distrutti quando nella composizione pirica sianvi della stronziana o de' suoi sali. Così pure il rame ed i suoi sali che devono produrre tinta verde, la daranno azzurra se nella miscela vi ha un cloruro; convertiranno la tinta rossa in viola nelle composizioni a base di calce e di stronziana, quantunque in piccolissima quantità.

Queste sono le principali considerazioni che credemmo utili come giusta appendice alla descrizione dei componenti dei fuochi lavorati.

UTENSILI DA RAZZAJO.

Poichè l'artefice che lavora i fuochi d'artificio opera sopra materie esplodenti, così esso deve fissare il suo laboratorio in modo da rendere meno probabile qualsiasi catastrofe. È sempre meglio, prima di tutto, che l'officina sia lontana dagli abitati od almeno abbastanza distante per evitare maggiori disgrazie in caso di scoppio. Inoltre le materie infiammabili vanno riposte in siti lontani da camini o dal deposito di legnami necessari per la montatura dei fuochi. Usando queste precauzioni il razzajo può fino ad un certo punto essere tranquillo ed operare con calma ed attenzione.

Parlando dei diversi fuochi d'artificio, ci occorrerà dire di certi utensili necessari per comporli; in questo capitolo faremo, più che una descrizione, un'enumerazione degli strumenti di uso generale nella pirotecnica civile, tanto più che essi non sono in gran numero e per la maggior parte conosciuti perchè atti ad altre industrie.

Nell'officina del razzajo devono essere dei *forni* per l'essiccazione dei sali, per l'evaporazione delle soluzioni, per la fusione delle resine; e dei *crogiuoli* per la fondita dei metalli.

Un mobile principale è un *tavolo* di legno forte dal mezzo ad un metro in quadrato, con orlo a spigoli arrotondati alto solo tre centimetri a fine di potere macinare polvere e carbone senza spanderli. Il tavolo ha un foro da cui la polvere cade in un setaccio.

Si usa un *macinello* di legno forte simile a quello usato per i colori. Gli angoli del tavolo vanno arrotondati per poter raccogliere facilmente le materie. Al mezzo di uno dei lati spesso ha uno sportello dal quale si può anche versare la materia macinata. Secondo i bisogni, il tavolato può anche essere di marmo.

Sul tavolo si sogliono comunemente macinare soltanto la polvere ed il carbone. Per le altre materie, secondo la loro durezza, si usano *mortai in legno, in vetro, in porcellana, in pietra, in ghisa, in bronzo*.

Per avere polveri di diversa grossezza occorrono dei *setacci*. Il pirotecnico ne ha di diversa grandezza con tele di diversa materia. Di quelli con grossa tela metallica o di crine, i cui fili distano di un millimetro l'uno dall'altro; essi servono per la polvere di carbone dei razzi volanti i quali devono lasciare nell'aria una lunga striscia o coda di fuoco.

Dei setacci più fini servono per la limatura ed anche pel carbone: altri di garza per la polvere, pel nitro, per lo zolfo.

Tutti i *setacci*, sieno di metallo, di crine, di seta, devono essere chiusi in un tamburo per impedire la dispersione delle polveri e sono sempre classificati per via di numeri dal numero di fili che si trovano compresi parallelamente in uno spazio di 27 millimetri.

Così il setaccio N. 1 ha 150 fili per 27 mill. ed è di seta.

»	2	»	140	»	»
»	3	»	100	»	»
»	4	»	90	»	»
»	5	»	70	»	»
»	6	»	50	»	»
»	7	»	25	»	»

ed è in tela di filo di ferro, di ottone o di crine.

In seguito a tale classificazione dei setacci si stabilì di indicare con un numero, che è quello del setaccio, il nome della sostanza che si deve adoperare. Così, ad esempio, limatura di ferro n. 3 indica limatura fatta passare pel setaccio n. 3, che contiene nello stesso tempo particelle più fine passate per le maglie del setaccio n. 2. Dicendo limatura di acciaio n. 2 a n. 1 significherà che si dovrà far uso di limatura passata pel setaccio n. 2, ma dalla quale si sarà prelevata quella parte che sarà passata pel setaccio n. 1.

Dopo i setacci, il razzajo abbisogna di *tinocce* per la miscela delle composizioni; di *barili, scatole, casse, vasi e bottiglie di vetro* per la conservazione delle materie. I sali, le materie igrometriche, le limature vanno ben chiusi in vaso di vetro a turacciolo smerigliato. Lo zolfo, i solfuri di antimonio, l'arsenico, che punto sono intaccati dall'umidità, possono essere conservati in barili od in casse di legno. Le *casse di tatta* servono per i fuochi finiti e pronti ad essere usati. Vi hanno altri barili per triturarvi certe materie, coll'uso di *palle da triturazione* in bronzo od in lega di piombo e di antimonio. Oltre i vasi di vetro e di terra occorrono *ciotole* di diverse grandezze in *porcellana* o di *ferro smaltato* per l'essiccazione e la cristallizzazione dei sali e per diverse preparazioni.

Dei *magli in legno* e dei *martelli in ferro* servono per battere sopra *bacchette* per comprimere la compo-

sizione pirica nei cartocci. Le *bacchette* sono in legno forte con testa di piombo; sono anche dette *forme* perchè hanno forma cilindrica e sono di varia grossezza secondo le cartucce da formare.

Una *piatta da rotolare* consiste in un pezzo di legno duro, quadrato e lungo circa un metro con una impugnatura al disopra, liscio al disotto, e serve per fare aderire perfettamente i vari strati di cartoncino col quale si formano i tubi o cartocci.

Oltre la *piatta* descritta, nel laboratorio del pirotecnico troviamo delle *misure* di diverse capacità, cilindriche, in rame od in ferro per la carica delle polveri; una specie di *morsetto* munito di pedale, chiamato *strozzatojo* per le cartucce dei razzi e dei getti, degli *aghi* di diversa grossezza e dei *punteruoli*, il più utile dei quali ha la punta fatta in modo che con essa si *fora* ad una data profondità come è quella delle cartucce, senza intaccare la materia rinchiusa; questo punteruolo è munito di un manico a vite ed a madre vite per potergli dare la richiesta sporgenza. Agli utensili enunciatosi tengono dietro le *lime* di diversa finezza di denti; *seghe a mano*; *succhielli*, *chiodi*, *punte e viti* di varia grossezza: *funghi emisferici e conici per bombe* per la testa di certi razzi; *imbuto* in ferro ed in vetro, grandi e piccoli, a lungo ed a breve gambo, secondo che servono per *lancie* o per *pastiglie*; *frastagliatori, forme, modelli* diversi; *cilindri in legno* per rotolare le grosse cartucce, *calibri* per verificare le dimensioni dei fuochi lavorati, il taglio dei cartocci; *carta per i tubi, per filtrare* ed in colore per differenziare le composizioni una dall'altra; *coltelli a lame forti e lunghe*; *spatole* in legno ed in metallo; *forbici* comuni e grandi; *pennelli* per l'incollatura; *spazzole, telai* per fare stoppini; *aerometri* per la prova delle soluzioni saline; *innaffiatoi* in rame od in zinco per le sale di manipolazione; *bilancie* coi loro *giuochi di pesi* per le *forti pesate*, ed una sensibile per le piccole pesate, con giuochi di pesi graduati fino ad un centigramma; fili di ferro, di ottone, di rame e finalmente *miccie* e *corde* di varia grossezza. La corda più grossa lo è quanto un dito, serve per *strozzare* le cartucce dei grossi razzi e va poco atforeggiata.

FABBRICAZIONE DELLE MICCIE O STOPPINI E DEI CARTOCCI O CARTUCCE.

Prima di entrare nella descrizione del modo con cui si fabbricano i diversi fuochi d'artificio fissi e mobili dobbiamo dire come si facciano le *miccie* ed i *cartocci* che sono necessari in tutti i fuochi.

Miccie. — Chiamansi miccie certe cordicelle concie con materie facilissime ad ardere per disporre i fuochi artificiali ad essere accesi e per innescare i razzi. Le miccie si fanno con fili di cotone che si imbevono e si ricoprono di una composizione pronta ad ardere, composizione fatta con solo polverino o con un miscuglio di polvere e di zolfo che si bagna con alcool debole o con aceto o con olio di trementina o con sola acqua in cui siavi sciolta un poco di gomma arabica.

I fili di cotone per le miccie devono essere ben filati, in numero di sei od otto in modo da formare uniti assieme un cordoncino del diametro di due millimetri circa. Ogni duecento grammi di cotone occorrono 3 chilogrammi di polverino, due litri e mezzo di alcool e 34 grammi di gomma arabica. Ecco in qual modo coi cordoncini di cotone si fanno le miccie: Si avvolge a matassa la cordicella fatta coi fili di cotone, la si pone in un vaso e vi si versa sopra dell'alcool che contiene in soluzione della gomma arabica. Allorquando il cotone sarà bene imbe-

vuto lo si porta e dispone regolarmente in un vaso avente al fondo uno strato di sette od otto millimetri di spessore, fatto con una pasta di polverino, e di alcool gommato. Sul cotone si versa del polverino con alcool gommato e si continua così per strati finchè si sia coperto bene e regolarmente tutto il cotone, il quale perchè sia bene imbevuto dovrà di quando in quando essere compresso leggermente. In capo a quattro o cinque ore si solleva il cotone, lo si fa passare pel collo di un imbuto il cui diametro interno sia quello che si vuol dare allo stoppino, poi lo si avvolge sur un telaio, lo si spolverizza con polverino seccissimo e si lascia essiccare il tutto in sito ombroso ed in aria asciutta. Si è provato che un metro di miccia fatta nel modo descritto impiega 15 minuti secondi a bruciare. Si può rendere più attiva la combustione preparando la pasta con 9 parti di polverino ed una di mercurio, e rallentarla facendo una composizione di 8 parti di polverino e 2 di zolfo, oppure 8 a 4 del primo ed 1 a 6 del secondo.

La gomma arabica che serve a dare consistenza e coerenza alla pasta va impiegata nella proporzione di 15 grammi per ogni litro di liquido. Usando aceto a vece di alcool, si rallenta la combustione.

Preparando le miccie nel modo descritto, bruciano con fiamma incolore.

Dovendo invece adoperarle per fuochi a colore soglionsi comporre le seguenti miscele: 1 parte di solfuro di antimonio, 3 di limatura di rame, 48 di zolfo, pel *color verde*; 2 di solfuro d'antimonio, 45 di zolfo e 5 di zinco in polvere pel *color azzurro*; 45 di zolfo e 7 di nitrato di stronziana pel *color rosso*. Lo zolfo va sempre fuso a dolce calore, indi si scioglie in esso la miscela secondo il voluto colore ed in essa si bagna il cotone, il quale va poi subito asperso di *polverino*.

Una importante precauzione si deve avere fondendo lo zolfo col nitrato di stronziana, a fine di evitare deflagrazione. Questa precauzione consiste nel far fondere soltanto i due terzi dello zolfo, ammollarvi il cotone, indi coprirlo di polvere impalpabile dei componenti la miscela e poscia di polverino.

Cartocci. — Chiamasi *cartoccio* o *cartuccia* un tubo o cilindretto di cartone di varia dimensione, secondo il bisogno, nel quale si mettono le composizioni piriche per i fuochi d'artificio.

Semplicissima è la fabbricazione dei cartocci. Occorre tagliare la carta od il cartone preparato nel modo che abbiamo detto, con dimensioni proporzionate alla cartuccia che si vuol formare. Si spalma un lembo con colla di farina, poi si avvolge la carta sur una forma o bacchetta cilindrica di legno, di ferro o di rame previamente stropicciata con sapone a secco. La colla fa aderire e saldare il cartone. Ottenuto così, senza alcuna difficoltà, un tubetto cilindrico, lo si strozza ad un capo nel modo indicato dalla figura 1248. Per l'altro capo invece si lascia libero per introdurvi la composizione del fuoco artificiale.

Dovendo strozzare parecchie cartucce, converrà eseguire l'operazione successivamente colla medesima corda stringendo ogni cartuccia col nodo detto dell'artificiere o del barajuolo, che è un doppio nodo scorsojo. Allacciate tutte le cartucce da strozzare, si attacca un capo della corda ad un chiodo ben fermo e l'altro capo si ferma ad una barra di legno, e tirando questa con forza, si stringono in una volta tutti i nodi.

Non vi ha regola precisa circa le dimensioni delle cartucce, però si può stabilire che comunemente la loro

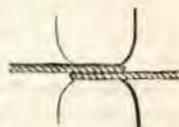


Fig. 1248.

lunghezza è sei volte il loro diametro, e lo spessore del cartone non deve mai superare i $\frac{2}{5}$ del diametro interno del cartoccio.

FABBRICAZIONE DEI FUOCHI FISSI BIANCHI E COLORATI.

Sappiamo già che cosa sono i *fuochi fissi*. I principali, di cui ci occuperemo, sono: le *lance a fuoco*, le *candele romane*, i *getti*, i *globi di fuoco*, i *petardi*, le *salicce*, i *serpentelli*, le *stelle*, le *scintille*, le *stelle fisse*, le *cascade*, la *pioggia di fuoco*, le *fiamme di bengala*.

Lance a fuoco. — Si chiamano *lance a fuoco* delle cartucce contenenti composizioni piriche tali, che quando vengono accese bruciano con grande vivacità lanciando un fuoco vivissimo bianco o colorato.

La fabbricazione delle *lance* si fa con quattro operazioni distinte: formazione del cartoccio, taglio del medesimo, riempimento di esso, escatura.

Il *cartoccio* deve avere per lo più un diametro che varii dagli 8 ai 12 millimetri con altezza proporzionata. Si fa avvolgendo un foglio di carta, dell'altezza che si vuole abbia la *lancia* e largo la metà, sopra un'asta cilindrica in modo che la sovrapposizione riesca regolare e senza pieghe. Per fissare il cartoccio così formato si usa della colla applicandola ad un lembo della carta. Si chiude uno degli estremi piegando la carta sulla base della forma su cui fu avvolta ed appianandola mediante leggera compressione.

Per caricare la cartuccia della *lancia* la si introduce in un astuccio cilindrico di latta, poi nel suo estremo aperto si adatta un piccolo imbuto. Si introduce nel cartoccio una verghetta di rame leggermente conica, che ha l'estremo inferiore corrispondente al diametro dell'imbuto. Si versa la composizione pirica in questo; poi si solleva la verga per riabbassarla subito, in tal modo entra nel cartoccio una parte di materia, la si comprime, indi si innalza nuovamente la bacchetta per introdurre nuova materia che si comprime, e si seguita l'operazione fino a tanto che nella cartuccia il livello della polvere sia dai 5 ai 9 millimetri al disotto dell'orifizio. Per escare la *lancia* si fissa una miccia sulla composizione pirica, con pasta detta d'innescamento, che è composta di polverino ed alcool con gomma.

Siccome le *lance* si caricano con composizioni che devono produrre colori differenti, così nei laboratori del razzajo, per evitare confusione, gli operai caricatori si dividono le materie piriche per colore. Generalmente poi si conservano le *lance* caricate in pacchi di cinquanta cartocci caduno per fuochi della stessa tinta, e si innescano soltanto al momento in cui devono essere adoperate.

Colle *lance* a fuoco accese si possono comporre disegni svariati; per ciò ottenere si fanno in una tavola, su cui si è fatto il disegno a contorno e su questi, dei fori che distano l'uno dall'altro 5 centimetri. Nei fori si fissano con colla forte le cartucce delle *lance* e su ciascuna si avvolge un filo di ferro o di ottone. Si stabiliscono le comunicazioni fra l'una e l'altra col mezzo di lucignoli o portafuochi, indi si coprono queste incollandovi sopra delle striscie di carta.

Composizione pirica delle lanciae. — La composizione pirica delle *lance* è varia secondo l'uso cui queste sono destinate e secondo che devono ardere con maggiore o minore rapidità.

Una carica semplice delle *lance* si fa con miscele di polverino, nitro, zolfo, carbone, bagnate con acqua gommatata. In questo caso le *lance* servono nell'arte della guerra. Per fuochi detti di gioia invece sono quasi sempre colorate, ed allora la composizione loro si fa nelle seguenti proporzioni:

Lance bianche . . .	{	Cristallo pesto, parti . . .	2	1
		Polverino »	20	4 4
		Nitro »	40	24 16
		Zolfo »	10	6 1
			70	36 22

Lance gialle . . .	{	Ambra parti	3	»
		Polverino »	6	8
		Nitro »	4	16
		Sale marino »	..	6
		Zolfo »	1	12
			14	42

Lance azzurre . . .	{	Carbone in polvere . . . parti	2
		Nitro »	4
		Zolfo »	1
			7

Lance rosate . . .	{	Carbone in polvere . . . parti	2
		Nero fumo »	1
		Nitro »	4
			7

Candele romane. — Sono chiamate *candele romane* delle cartucce speciali, le quali quando vengono accese danno un getto continuo di fuoco alternato con stelle brillanti e multicolori.

Per le *candele romane* le cartucce sono fatte con cartoncino forte e sopra una forma cilindrica che ha dall'uno ai due centimetri di diametro e 3 o 4 decimetri di altezza. Per un capo la cartuccia viene strozzata nel modo detto poco avanti, per l'altro invece si lascia aperta a fine di poterla caricare.

La carica delle *candele romane* si compone di polvere a grani sulla quale si pone una *stella*, della quale parleremo tra breve. Sulla *stella* si pone della composizione pirica preparata appositamente, indi una nuova carica di polvere ed una *stella* e via via fino a raggiungere quasi l'orlo della cartuccia, al qual punto si finisce la carica con composizione pirica e coll'innescamento della miccia.

Le *stelle* per le *candele romane* sono di forma cilindrica adatte al diametro della cartuccia e forate nel mezzo. Caricandole devono combaciare bene sulla polvere senza punto guastarsi.

La composizione pirica delle *candele romane* si aggira su queste proporzioni:

Candele di diametro maggiore di 2 centimetri . .	{	Nitro . . . parti	16	16
		Carbone . . . »	8	»
		Zolfo »	6	8
		Polverino . . . »	..	8
			30	32

Candele di diametro minore di 2 centimetri . .	{	Nitro . . . parti	16	16
		Carbone . . . »	6	..
		Zolfo »	6	7
		Polverino . . . »	..	5
			28	28

Per le *stelle* necessarie occorrono:

Stelle per candele di diametro maggiore di 2 cm.	{	Nitro parti	16
		Zolfo »	8
		Polverino »	8
Stelle per candele di diametro minore di 2 cent.	{	Nitro parti	16
		Zolfo »	7
		Polverino »	5

Tutte le dette composizioni vanno ben bene triturate, indi impastate con alcool ed acqua gommata.

Le paste per le stelle sono compresse, tagliate in lastre cilindriche, indi forate nel centro e poi essiccate.

Le stelle possono essere fatte con composizioni colorate come vedremo.

Le candele romane sono quasi sempre disposte sopra un sostegno, ed inclinate all'orizzonte. Il loro innescamento è fatto in modo tale che la combustione si comunica dall'una all'altra candela producendo getti continui di fuoco e di stelle.

Getti di fuoco. — Chiamansi *getti* di fuoco dei razzi i quali bruciano da un posto fisso. Dai Francesi sono chiamati *gerbes*. Vengono caricate con o senza strozzamento o sopra uno zoccolo il quale porta una punta della lunghezza del loro diametro e che serve tanto per sostenere il razzo allorquando viene caricato, quanto per servire di anima al foro in cui si dovrà porre la miccia. La cartuccia va proporzionata alla forza della composizione, al foro della gola ed alla sua lunghezza.

I *getti* più usati sono di 14, 20, 27 e 34 millimetri di diametro interno, che è quello della bacchetta usata per caricarli; i diametri esterni corrispondenti sono di 26 a 28; 32 a 35; 43 a 50; 54 a 63 millimetri. — La lunghezza della cartuccia del getto dipende dalla durata che si vuol dare al fuoco, della vivacità della composizione, ma non sorpassa mai i 35 centimetri.

Per caricare un *getto* si adoperano quattro bacchette: la prima è alquanto incavata per ricevere la punta infissa nello zoccolo e per spianare le pieghe della strozzatura, quando la cartuccia è vuota; le tre altre bacchette hanno dimensioni diseguali e si mutano ad ogni terzo dell'altezza della cartuccia.

Bisogna usare molta cura nel caricamento delle cartucce per i *getti*. Prima di tutto si deve riempire il vuoto della strozzatura o della gola con una grossa corda che vi si lega all'intorno; poi caricando si deve far attenzione a che ogni carica, dopo compressa, occupi soltanto in altezza la metà del diametro esterno della cartuccia ed anche solo il terzo se il *getto* è grosso. Caricando a piccole cariche si è sicuri di un buon esito regolare nella combustione; si batterà moderatamente con un maglio non troppo pesante, e caricati tutti i *getti* si chiuderanno con un turacciolo raddoppiando il cartone sulla composizione affinché resista alla forza del fuoco.

I *getti* che servono per i così detti *solì giranti* sono aperti e caricati fino all'orifizio delle cartucce acciocché il fuoco si comunichi con facilità dall'uno all'altro. Prima di innescarli vanno bene riempiti e compressi con una punta, del resto il cartoccio scoppierebbe.

Per i *getti* lunghi e grossi conviene porre argilla sulla composizione, così il fuoco va più in alto, il foro non si allarga, e la gola non brucia prima che l'effetto si sia ottenuto. Spesso coll'argilla si fanno due fori presso alla gola e così si lancia il fuoco da tre parti contemporaneamente.

I *getti* quando sono caricati vengono innescati come i razzi nel modo che diremo. Se sono in posizione verticale, inclinata od orizzontale danno bellissimi effetti, e producono piramidi di fuoco quando sono disposti sopra un telaio a foggia di piramide che termina in un sol *getto* il quale comunica il fuoco agli altri mediante lucignoli.

I *getti* sono fissati sull'armatura in fori appositi nei quali sono incollati oppure vi sono fissati con cordicelle spalmate di colla perchè la legatura non si rallenti.

Come abbiamo fatto per le lancia e per le candele romane, così per i *getti* diremo alcune formole di composizione che sono le più usitate:

Getti di 10 ^{mm} di diametro	Polverino, chilogr.	0.245
	Salnitro »	0.489
	Zolfo »	0.092
	Carbone »	0.061
Getti di 8 ^{mm} di diametro	Sabbia »	0.245
	Polverino, chilogr.	0.489
	Salnitro »	0.245
	Zolfo »	0.122
Getti di 6 ^{mm} di diametro	Carbone »	0.061
	Sabbia »	0.245
	Polverino, chilogr.	0.489
	Zolfo »	0.092
Getti di 4 ^{mm} di diametro	Carbone »	0.031
	Sabbia »	0.155
	Polverino, chilogr.	0.450
	Zolfo »	0.061
Getti di 22 ^{mm} di diametro, scintillanti	Carbone »	0.031
	Sabbia »	0.155
Getti di 22 ^{mm} di diametro, comuni	Polverino, chilogr.	0.489
	Limatura d'acciajo	0.155
Getti di 22 ^{mm} di diametro, fuoco cinese	Polverino, chilogr.	0.489
	Carbone »	0.122
Getti di 22 ^{mm} di diametro, fuoco bianco	Salnitro . chilogr.	0.611
	Zolfo »	0.030
	Carbone »	0.030
Getti di 22 ^{mm} di diametro, fuoco bianco	Sabbia »	0.168
	Salnitro . chilogr.	0.487
	Zolfo »	0.245
Getti di 22 ^{mm} di diametro, fuoco bianco	Polverino »	0.489
	Carbone »	0.061

PARTI

Getti di color rosso	Clorato di potassio	10	20	9	8	90	10	8	10	45
	Nitrato di potassio	»	»	1	2	10	»	2	»	20
	Nitrato di stronzio	»	»	»	»	»	»	»	»	72
	Carbonato di stronzio	3	6	3	3	30	3	3	3	»
	Solfuro di rame	»	»	»	»	»	»	»	»	5
	Gomma lacca	2	»	»	2	»	1	»	»	20
	Colofonia	»	3	2	»	12	»	»	»	»
	Licopodio	»	»	»	»	5	»	»	»	»
	Sangue essiccato e polverizzato	»	»	»	»	»	2	»	2	»
	Gusci di noce	»	»	»	»	»	»	2	1	»

PARTI

Getti di color rosso-rosato	Clorato di potassio	8	8	20
	Nitrato di potassio	2	2	»
	Carbonato di stronzio	»	3	»
	Ossalato di stronzio	»	»	6
	Rame in polvere	3	»	»
	Ossicloruro di rame	»	»	1
	Zolfo	»	1	»
Getti di color rosso-rosato	Gomma lacca	2	»	4
	Colofonia	»	1	»

PARTI

Getti di color viola	Clorato di potassio	24	20	146	24	24
	Nitrato di potassio	»	4	»	»	»
	Carbonato di stronzio	2	3	36	3	»
	Solfato di stronzio	9	»	»	»	»
	Calce	»	»	»	»	3
	Rame in polvere	»	»	»	2	»
	Ossicloruro di rame	3	2	14	»	2
	Nitrato di piombo	»	»	1	»	»
	Zolfo	3	8	1	8	8
	Gomma lacca	8	»	28	»	»

PARTI

Getti color azzurro

Clorato di potassio . . .	26	26	130	26	26	26	8	3	»
Solfato di potassio . . .	»	4	»	»	»	4	1	»	»
Clorato di bario . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	12
Solfato di rame . . .	»	4	»	»	»	»	1	»	3
Ossicloruro di rame . . .	14	6	70	14	12	10	»	»	»
Carbonato di rame . . .	»	»	»	»	»	»	»	1	»
Nitrato di piombo . . .	1	»	10	2	2	»	»	»	»
Cloruro di piombo . . .	1	2	»	2	2	»	»	»	»
Zolfo	1	1	5	2	1	1	2	1	»
Calomelano	»	»	»	»	»	»	»	»	4
Gomma-lacca	4	4	»	»	4	4	»	»	2
Colofonia	»	»	12	1	»	»	»	»	»
Licopodio	»	»	5	»	»	»	»	»	»
Gusci di noce	»	»	»	3	»	»	»	»	»

PARTI

Getti color giallo

Clorato di potassio . . .	24	24	24	8	34
Bicarbonato di sodio . . .	5	»	5	»	4
Tartrato neutro di sodio . . .	»	»	»	2	»
Solfato di bario	8	8	8	3	»
Carbonato di stronzio	»	»	»	»	6
Solfato di stronzio	»	»	»	»	5
Zolfo	2	3	3	1	2
Colofonia	»	»	3	1	6
Licopodio	4	»	»	»	»
Sapone secco	»	10	»	»	»

Getti color arancio

Clorato di potassio . . .	parti	35
Bicarbonato di sodio . . .	»	3
Carbonato di stronzio . . .	»	6
Solfato di stronzio	»	5
Zolfo	»	2
Colofonia	»	2
Lacca-lacca	»	4

PARTI

Getti color verde

Clorato di potassio . . .	80	72	72	72	»	»
Clorato di bario	»	»	»	»	6	6
Nitrato di bario	150	72	100	110	»	1
Solfuro di rame	12	»	»	»	»	»
Nitrato di piombo	»	»	10	»	»	»
Cloruro di piombo	60	20	»	»	»	»
Calomelano	»	»	»	2	1	»
Zolfo	»	1	1	1	»	»
Gomma-lacca	38	24	24	24	1	1
Nero fumo	1	»	»	»	»	»

Globi di fuoco. — I globi di fuoco sono pure chiamati col nome di bombe d'artificio e dal nome loro si comprende di leggieri quale sia la loro forma. Essi sono delle

sfere cave in cartone piene di composizioni piriche ed innescate, che vengono lanciate col mezzo di un mortajo o di un tubo, e giunte al fine della loro corsa scoppiano lasciando sfuggire dei fuochi artificiali che ritengono, oppure sono fissate in certi punti dei castelli d'artificio. Nel 1° caso le bombe appartengono piuttosto ai fuochi mobili, nel secondo ai fuochi fissi. Per non ritornare però poi su di esse, diremo delle une e delle altre.

I globi di fuoco sono modellati in due parti cioè in due emisferi sopra una palla di legno e la materia non è altro che pasta di carta. Si riveste l'interno delle calotte sferiche con terra grassa in modo che lo strato di essa abbia una spessore che non superi $\frac{1}{24}$ del diametro. Si riempiono i globi con una composizione di

Salnitro	parti	0.489
Zolfo	»	0.184
Canfora	»	0.061
Polverino	»	0.122

a cui si aggiunge dello spirito di vino per ridurla in pasta facilmente essiccabile. Quando questa è ben secca si chiudono i due emisferi saldandoli per gli orli uno sull'altro con colla forte ed inoltre coprendo la giuntura con strisce di carta forte bene incollate. Ciò eseguito, si praticano diversi fori nella sfera che si riempiono con micie e si mettono in comunicazione incollando un lucignolo. Infine si coprono con carta straccia bene incollata.

I globi così fatti, sono poi disposti agli angoli delle macchine od all'estremo di una piramide e vengono fissati con punte in ferro. Per tale motivo appartengono ai fuochi fissi.

I globi o bombe giranti sur un piano orizzontale sono fatti in questo modo: Si legano assieme due cartucce di razzi in modo che il corpo dell'una comunichi colla gola dell'altra, che si deve coprire di un cappello; si fermano in un emisfero della bomba, si coprono coll'altro emisfero, si fa l'incollatura, indi si fa un foro innanzi alle gole dei razzi. Dando il fuoco al razzo, non coperto dal cappello, la bomba gira con grande rapidità.

Volendo invece fare ruotare il globo e che getti serpentelli al termine della sua corsa, si mette un razzo solo, si rinchiudono dei serpentelli, di cui diremo fra poco, con un foro più piccolo e più corto dell'anima dei razzi volanti, fra i quali si mette un poco di polverino.

Le bombe mobili sono fatte come le descritte, ma sono lanciate in aria da un mortajo o da un tubo.

Ve ne hanno di diverso calibro che varia dai m. 0.085, 0.12, 0.20, 0.27 ai 0.32 e più.

La tavola seguente dà le principali dimensioni delle bombe d'artificio:

	BOMBE di					
	85 ^{mm}	12°	20°	22°	27°	32°
Calibro dell'anima del tubo o del mortajo, millim.	90	120.5	205	225	274	325
Diametro esterno della bomba	85	114	199	217	260	310
Diametro interno della bomba	75	102	183	197	200	235
Spessore delle pareti delle bombe	5	6	8	10	30	37.5
Numero delle stelle	45	90	445	600	900	1600
Peso delle stelle chilogr.	0.108	0.216	0.068	1.440	4.200	6.300
Peso della bomba vuota	0.040	0.095	1.120	1.210	2.250	3.750
Peso della bomba carica	0.250	0.480	3.150	4.450	7.000	10.750
Peso della carica di polvere per lanciare la bomba	0.035	0.048	0.210	0.290	0.556	0.780

Petardi. — I *petardi* o *scoppietti* detti in francese *marrons* sono cartucce di forma cubica, composti da uno o più sacchetti od invogli di polvere, strettamente legati, che producono potenti effetti di detonazione.

Il più semplice modo di fare un invoglio si è di porre la voluta quantità di polvere sur una striscia di pergamena o di carta pergamena e quindi piegare questa a guisa di sacchettino indi legarla strettamente con uno spago. Con un punteruolo comune poi si fa un foro che comunichi colla carica onde poterla innescare.

Per dare al petardo la forma di un cubo si fa un piccolo cubo di carta che si empie di polvere, si chiude con cartoncino bene incollato indi lo si stringe fortemente con della corda pure bene incollata. Secco che sia, si innescava introducendo in un foro fatto con un punteruolo una miccia la quale va poi fissata con del mastice.

I petardi possono essere impiegati soli per effetti detonanti, oppure anche posti all'estremo delle lance.

Il miglior mezzo per fissarli alle lance è di porre il petardo nella cartuccia della lancia stessa prima che questa sia chiusa, indi prima di spingerlo dentro, bagnarlo alquanto con colla forte, poi comprimere, e chiudere il cartoccio. Resta inteso che la miccia del petardo è nella cartuccia della lancia e che il diametro esterno del petardo deve essere tutto al più quello della forma.

Vi hanno dei *petardi lucenti* (*marrons luisants*) i quali sono composti di piccoli petardi di forma cubica, che ad un lato portano il lucignolo fisso con del mastice comune. Allora che sono secchi vengono coperti di uno strato di pasta da stelle, spessa quattro millimetri, indi spolverati con polverino, il quale attaccandosi, serve di innesco. Si suole poi incollare disposte in croce due strisce di carta per ritenere lo strato di pasta.

Salsicce (*saucissons*). — Le salsicce sono grossi petardi che si adoperano per finire con rumore certi fuochi artificiali, come, lance, getti e simili. Sono di forma cilindrica, per cui spesso vengono preferite ai petardi cubici. Per fare le salsicce comuni si fanno le cartucce del calibro che si vuole, ed alte tre o quattro volte il diametro esterno. Devono essere fatte più piccole che pel razzo per poterle strozzare quando sono caricate.

Si fa la strozzatura ad un estremo, si comprime ben bene dentro un turacciolo di carta, si mette della polvere granulata, poi altro turacciolo di carta, indi si finisce la carica comprimendo colla bacchetta, poi si strozzano, e finalmente si coprono con due o tre giri di cordicella bene impregnata di colla forte. Secche che siano non si ha che da forarle ad un estremo e poscia innescarle per l'accensione.

Serpentelli. — I serpentelli sono piccoli cartocci di fattura come i petardi, ma più lunghi. Spesso sono fatti con carte da giuoco comuni, avvolute su un'asta di 7 millimetri di diametro. Risultano lunghi 8 centimetri. Per caricarli si comincia a porre nel fondo un po' di crusca che va compressa con una bacchetta, poi della polvere da sparo in modo che riempia metà della capacità; si finisce la carica con mistura pari a quella dei razzi, che va pure compressa. Eseguita la carica, si fa lo strozzamento e poscia si introduce la miccia fissandola con pasta di polverino ed alcool gommatto.

I serpentelli sono sparati molte volte a mano, accendendo la miccia e poi lanciandoli in aria. Essi girano per qualche tempo, poi scoppiano per l'effetto della combustione della polvere granulata.

Dei serpentelli grossi vengono caricati al pari dei razzi, come vedremo, sopra un'asta conica, motivo per cui hanno l'anima come quelli, la loro composizione pirica è più viva, e la quantità di polvere granulata è maggiore.

Sogliono introdurre serpentelli nella guernitura di certi razzi ed allora la miccia di essi guarda il fondo della cartuccia di questi.

Vi hanno serpentelli con due strangolamenti ai loro due estremi (fig. 1249). Allora questi sono tutti e due innescati mediante una miccia fissata alla metà della cartuccia. L'accensione succede da due parti, per cui quando vengono lanciati in aria i serpentelli prendono un moto di rotazione.



Fig. 1249.



Fig. 1250.

Unendo molti serpentelli assieme, facendoli comunicare uno coll'altro come i getti, e poi accendendoli bruciano cambiando parecchie volte direzione e detonando fortemente ad ogni cambiamento. La figura 1250 ne fa vedere la disposizione.

Nei serpentelli si può benissimo sostituire la composizione pirica comune con altra composizione colorata.

Stelle. — Come lo indica il nome stesso, chiamansi stelle delle piccole porzioni di composizioni piriche le quali arando producono effetti di luce bianca o colorata che imitano a perfezione la luce ed il scintillare delle stelle.

Diamo qui alcune formole per la loro composizione:

		PARTI	
Stelle bianche	Clorato di potassio	»	20
	Nitrato di potassio	16	76
	Solfuro d'antimonio	»	6
	Polverino	10	12
	Carbone bituminoso	»	4
	Amido	1	3
	Zolfo	6	34
Limatura zinco	»	12	

		PARTI			
Stelle gialle	Clorato di potassio	93	29	259	29
	Ossalato di sodio	40	8	»	»
	Bicarbonato di sodio	»	»	»	4
	Tartrato di sodio	»	»	10	»
	Calce	»	4	4	7
	Amido	4	1	1	1
	Gomma-lacca	20	»	»	»
Zolfo	»	12	12	12	

		PARTI			
Stelle rosse	Clorato di potassio	65	42	100	34
	Nitrato di stronzio	»	»	»	90
	Carbonato di stronzio	»	»	30	»
	Solfato di stronzio	46	»	»	»
	Calce	»	15	»	»
	Ossicloruro di rame	»	1	»	»
	Amido	2	2	3	»
	Nero fumo	»	»	»	5
	Gomma-lacca	10	»	20	»
Zolfo	»	18	»	»	

		PARTI			
Stelle azzurre	Clorato di potassio	22	30	20	
	Ossicloruro di rame	16	14	16	
	Nitrato di piombo	»	»	2	
	Cloruro di piombo	»	2	»	
	Amido	1	1	1	
Zolfo	8	14	8		

	PARTI		
Stelle verdi	Clorato di potassio	35	48
	Nitrato di bario	60	80
	Cloruro di piombo	»	10
	Cloruro mercurioso	20	»
	Nero fumo	1	2
	Amido	2	3
	Gomma-lacca	2	2
	Zolfo	20	26

	PARTI		
Stelle violette	Clorato di potassio	17	115
	Cloridrato d'ammoniaca	»	2
	Nitrato di stronzio	»	50
	Calce	16	»
	Ossicloruro di rame	»	16
	Solfuro di rame	7	40
	Cloruro di piombo	1	»
	Amido	1	5
	Zolfo	7	70

	PARTI		
Stelle lilla brillanti	Clorato di potassio	168	230
	Nitrato di potassio	»	10
	Cloridrato d'ammoniaca	7	»
	Nitrato di stronzio	»	80
	Calce	43	6
	Ossicloruro di rame	37	80
	Cloruro di piombo	»	12
	Nero fumo	»	5
	Amido	3	8
	Zolfo	75	112

Stelle-comete, bianche	Nitrato di potassio, parti	100
	Polverino	» 50
	Carbone di quercia	» 18
	Carbone di pino	» 25
	Amido	» 9
Zolfo	» 25	

Stelle-comete, gialle	Nitrato di sodio	parti 160
	Solfuro d'antimonio	» 8
	Nero fumo	» 15
	Zolfo	» 32

Tutti i diversi componenti per le principali sorte di stelle che abbiamo denominate, vanno impastati con alcool. La pasta deve riuscire consistente e per ciò va compressa sur una tavola mediante un rullo, fino a ridurla in uno strato spesso poco più poco meno di 10 millimetri. Questo strato viene poi *formato* tagliandolo con lame o con forme in pezzetti od in dischi la cui dimensione varia dai 4 ai 5 millimetri in diametro. Quando le *stelle* hanno una consistenza un po' solida, sono separate e lasciate essiccare.

Vi hanno *stelle cilindriche*, formate di diametro di 15 millimetri, alte altrettanto, altre di diametro di 10 millimetri ed alte 11.

Vi sono *stelle cubiche* dalla forma data loro mediante un cubetto e misurano dai 10 ai 14 millim. per lato.

Scintille. — Chiamansi in pirotecnia *scintille*, dei piccoli globetti fatti di cotone o di filaccia della grossezza di un pisello i quali sono imbevuti di una pasta pirica particolare e poi avvolti in polverino.

Vi hanno molte composizioni di pasta per scintille secondo l'effetto che si vuole ottenere; le più conosciute sono le seguenti:

	PARTI											
Scintille a base di clorato di potassio.	Clorato di potassio	24	40	12	20	40	33	33	14	20	96	40
	Clorato di rame	»	»	»	»	12	12	»	»	»	»	»
	Nitrato di piombo	24	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Nitrato di bario	»	»	»	40	»	»	»	»	»	»	»
	Calomelano	»	»	»	13	28	12	12	4	8	18	»
	Solfuro di rame	»	»	»	28	»	12	6	4	»	»	»
	Solfato di stronzio	»	»	»	»	»	»	»	20	72	37	»
	Calce	»	»	»	»	»	»	»	5	»	»	»
	Ossalato di sodio	»	6	10	»	»	»	»	»	»	»	»
	Zolfo	12	»	1	13	»	»	»	6	3	»	»
	Gomma-lacca	1	8	»	1	»	»	»	12	8	8	»
	Sapone	»	3	1	»	3	3	3	»	»	»	»
	Amido	»	»	»	10	»	»	»	»	»	»	»
Zucchero	»	»	»	»	4	4	»	»	»	»	»	
Fuligine	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	»	

	PARTI		
Scintille a base di bario o di potassio	Clorato di bario	18	»
	Nitrato di potassa	»	12 26
	Calomelano	7	»
	Limatura o polvere di zinco	»	14 28
	Carbone	»	5 11
Gomma-lacca	3	»	»

Scintille ordinarie	Alcool	parti 1
	Canfora	» 2
	Cotone	» 1
	Polverino	» 1
Clorato di potassa o nitro	» 1	

Scintille raggianti	Alcool	parti 2	
	Canfora	» 2	
	Cotone	» 1	
	Composizione fulminante	Fulminato di mercurio	1,40
		Amido	0,30
Solfo		0,30	
Polverino	» 2		
Clorato di potassa o nitro	» 1		
Zinco	» 1		

Scintille inglesi	Polverino	parti 1
	Salnitro	» 3
	Canfora	» 4

Per le scintille *inglesi* però si aggiunge alla miscela acqua gommata, e, fatta una pasta liquida, si immergono in essa dei bioccoli di cotone stato fatto bollire prima in aceto od in una soluzione di nitro; estratti quelli si riducono in pallottole e quindi si cospergono di polverino.

Stelle fisse. — Chiamansi *stelle fisse* degli effetti di combustione prodotti da cartucce caricate con una composizione speciale, ed aventi praticati nelle pareti quattro o cinque fori, uno dei quali porta la miccia. Le cartucce delle *stelle fisse* sono fissate orizzontalmente colla parte traforata verso lo spettatore. Avvenendo la combustione si producono getti di fiamma continua simili a raggi di stelle.

Le *stelle fisse* sono ordinarie, brillanti e colorate. La miscela per queste tre specie è nelle seguenti proporzioni:

	STELLE FISSE		
	Ordinarie	Brillanti	Colorate
Nitro	16	12	»
Zolfo	4	6	6
Polverino	4	12	16
Solfuro d'antimonio	2	1	2

Le dette composizioni non sono però le sole che si debbono fare per le stelle fisse. Ogni pirotecnico ha le sue formole, vuoi dedotte dalla pratica, vuoi avute per tradizione dai suoi maestri, giacchè, conviene dirlo, al ramo della pirotecnia vedemmo e vediamo quasi sempre dedicate famiglie intere, per generazioni succedentisi nella stessa industria.

Ciò che ci occorre avvertire per le composizioni piriche delle stelle fisse, sia anche detto per tutte le formole che abbiamo date e che daremo; formole che non sono punto di nostra invenzione, ma consacrate dalla pratica e confermate dall'autorità di valenti chimici italiani e stranieri, i quali si occuparono della pirotecnia; ed è dalle loro opere che con venerazione spigolammo le nozioni più necessarie ed importanti.

Cascate. — Son dette *cascate* certi effetti speciali di fuoco che imitano una cascata d'acqua e vengono prodotti da cartucce disposte, in numero considerevole, in senso orizzontale.

Sono molto conosciute e quasi sempre usate le *cascate dette fuochi cinesi* e le *cascate fiori di gelsomino*. La loro composizione pirica è la seguente:

		PARTI		
Cascate dette fuochi cinesi ordinari	Carbone	»	1	3
	Limatura d'acciajo o di ghisa	2	2	7
	Polverino	16	4	16
	Clorato di potassio o nitro	3	4	»
	Zolfo	1	1	3

		PARTI		
Cascate dette fuochi cinesi brillanti	Carbone	4	»	1
	Limatura d'acciajo o di ghisa	5	3	»
	Polverino	8	4	8
	Clorato di potassio o nitro	6	4	1
	Zolfo	6	1	1

		PARTI		
Cascate dette fuochi cinesi colorati	Carbone	4	5	6
	Limatura d'acciajo o di ghisa	7	7	8
	Clorato di potassio o nitro	12	12	12
	Zolfo	3	3	4

Cascate dette fiori di gelsomino (ordinarie)	Limatura d'acciajo	parti	6
	Polverino	»	16
	Clorato di potassio	»	1
	Zolfo	»	1

		PARTI	
Cascate dette fiori di gelsomino brillanti	Limatura d'acciajo	5	4
	Polverino	16	20
	Clorato di potassio o nitro	1	1
	Zolfo	1	1
	Zinco	»	4

Pioggia di fuoco. — Come per le cascate, così per le piogge di fuoco, il titolo indica abbastanza chiaramente l'effetto che si vuole ottenere. Questo effetto si ha mediante cartucce piene di composizioni speciali e chiuse ad un estremo. Si fanno e si caricano come le lance e sono innescate all'estremo aperto con pasta di polverino, spolverata di polverino. Vi hanno effetti di *pioggia di*

fuoco ordinari ed altri di *pioggia d'oro e d'argento*. Diamo alcune proporzioni per tutte e tre le specie di pioggia.

		PARTI		
Pioggia di fuoco ordinaria	Carbone	3	5	1
	Gomma	»	»	1
	Polverino	16	16	16
	Nitro	»	8	1
Zolfo	»	4	1	
Pioggia d'oro	Carbone	parti	1	
	Polverino	»	2	
	Nero fumo	»	1	
	Nitro	»	8	
	Zolfo	»	4	
Pioggia d'argento	Limatura d'acciajo fino, parti	4		
	Polverino	»	16	
	Nero fumo	»	1	
	Nitro	»	1	
	Zolfo	»	1	
Zinco	»	1		

Le composizioni per cascate, per pioggia, ecc., secondo il numero delle cartucce e la disposizione loro sopra adatti sostegni, producono degli effetti tali che per la loro combinazione si diedero nomi speciali ai fuochi stessi, quali di *zampa d'oca*, *ventaglio*, *sole fisso*, *mosaico*, *cascata* propriamente detta, *palma*, *albero*, ecc.

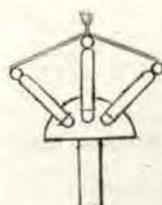


Fig. 1251.

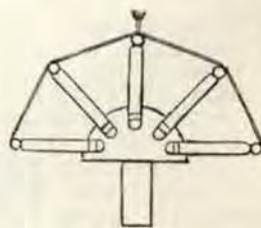


Fig. 1252.

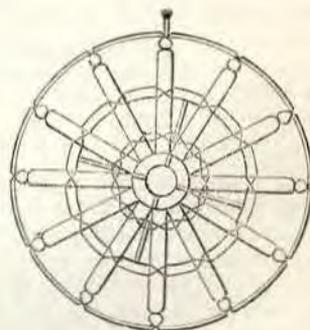


Fig. 1253.

Nella figura 1251 abbiamo la disposizione a *zampa d'oca*, nella figura 1252 quella a *ventaglio*, e nella figura 1253 quella a *sole*. Dalla ispezione delle figure si scorge come le cartucce sono fissate sopra sostegni e l'innescamento loro è fatto in modo che la combustione succede rapidamente, e quindi il getto avviene nello stesso tempo per tutte le cartucce. Disponendo le cartucce del *sole* sopra una superficie conica avente l'apertura di base al basso, si ottiene l'effetto del *parasole fisso*.

Disponendo le cartucce in modo che i getti di fuochi si incrocino, si ottiene l'effetto detto *mosaico*. Questi fuochi possono essere fatti anche con candele romane.

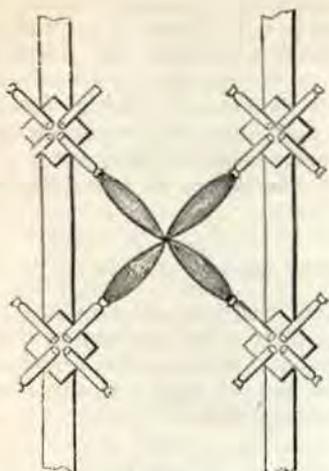


Fig. 1254.

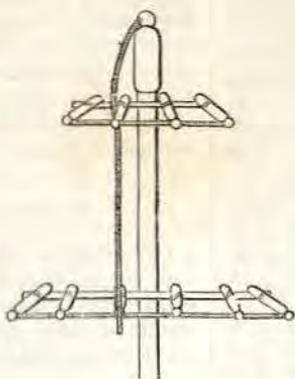


Fig. 1255.

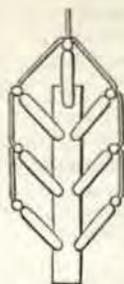


Fig. 1256.

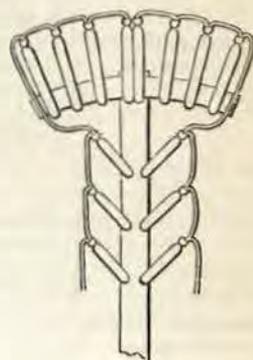


Fig. 1257.

Sono sempre di bellissimo effetto. La fig. 1254 rappresenta la disposizione del fuoco a mosaico.

La *cascata*, propriamente detta, si dispone nel modo che abbiamo rappresentato nella qui unita fig. 1255. Vi hanno più ventagli o semi-soli di grandezza decrescente dal basso in alto, posti orizzontalmente gli uni sugli altri su un sostegno comune. La *cascata* finisce in cima con uno o più cartocci riuniti e disposti verticalmente. Si possono far gettare fuochi colorati alternandovi grosse lance, oppure disporre delle candele romane verticalmente al culmine del sostegno.

Nelle fig. 1256 e 1257 abbiamo la disposizione delle cartucce per le *palme* e per gli *alberi*.

E bastino le accennate disposizioni per far vedere quante combinazioni di getti si possano fare studiando bene la configurazione dei sostegni delle cartucce, configurazione che deve però sempre essere in diretta relazione colla facilità di poter accendere i fuochi contemporaneamente.

Intagli, trasparenti, attributi. — Giacchè siamo nei fuochi fissi, vale a dire in quei fuochi che vanno accesi e che producono il loro effetto dal sito in cui sono collocati, sito che è sempre elevato, possiamo spendere due parole su certe appendici necessarie dei fuochi fissi, quali sono gli *intagli*, i *trasparenti*, gli *attributi*, che servono come decorazione finale di un pubblico spettacolo.

Gli intagli non sono altro che disegni intagliati in un cartone forte. Il loro vano è ricoperto da una tela fine e ben tesa.

Il *trasparente* è una tela fina dipinta con colori a base di trementina o di vernice, in modo che possa essere bene illuminata al rovescio. Essa suole essere ben tesa su un telaio, il quale è poi montato sull'apparecchio che porta i fuochi. È necessario che i colori sieno trasparenti, e l'illuminazione va ben condotta. Per rispetto all'effetto, dovendo questo essere notato anche da lontano, il disegno va a grandi tratti e ben deciso.

Gli *attributi*, come stemmi, iniziali, parole, trofei, ecc., hanno le armature leggere in modo da potersi con facilità adattare le cartucce, le quali devono rappresentare il contorno degli oggetti ed il loro colore.

Fiamme o fuochi di Bengala. — Sono detti fuochi di Bengala delle composizioni piriche, le quali, accese, bruciano lentamente, ma bruciando sprigionano una luce vivissima ed abbagliante. I fuochi di Bengala vengono caricati in cartocci, come si disse pei getti di fuoco. La composizione della loro miscela è diversa secondo il colore

che si vuol dare alla fiamma e secondo il brillante del colore stesso. Anche qui sottoponiamo al lettore alcune formole di fuochi di Bengala principali:

Fiamme di Bengala ordinarie	}	Solfuro d'antimonio	parti	1
		Nitro	»	5
		Zolfo	»	2

Fiamme di Bengala scintillanti	}	Solfuro d'antimonio	parti	1	
		Composizione fulminante	}	Fulminato di mercurio	1.20
				Carbone	0.60
				Zolfo	0.20
		Nitro	»	4	
Zolfo	»	4			

Fiamma di Bengala color bianco	}	PARTI			
		Nitrato di potassio	32	5	
		Solfuro d'antimonio	»	1	
		Antimonio	12	»	
		Minio	10	»	
		Zolfo	15	2	
Amido	1	»			

Fiamma di Bengala color giallo	}	PARTI						
		Clorato di potassio	12	10	5	8	18	12
		Nitrato di sodio	»	»	»	»	»	12
		Nitrato di bario	24	12	6	24	»	»
		Nitrato di stronzio	»	»	»	»	90	90
		Bicarbonato di sodio	4	2	1	»	»	»
		Ossalato di sodio	»	»	»	»	12	»
		Carbonato di stronzio	»	»	1	5	»	»
		Calce	1	2	»	»	»	»
		Zolfo	8	4	2	8	25	25
Nero fumo	»	»	»	»	5	5		
Gomma-lacca	»	»	1	»	»	»		
Colofonia	2	1	1	2	»	»		

Fiamma di Bengala color rosso	}	Clorato di potassio	parti	72
		Nitrato di stronzio	»	450
		Zolfo	»	125
		Nero fumo	»	25

Fiamma di Bengala color viola	}	Clorato di potassio	parti	26
		Nitrato di stronzio	»	36
		Solfato di potassio	»	10
		Cloruro di rame	»	8
		Zolfo	»	28
Nero di fumo	»	2		

		PARTI			
Fiamma di Bengala color azzurro	Clorato di potassio . . .	64	40	33	64
	Nitrato di bario . . .	20	10	20	20
	Solfato di potassio . . .	15	8	10	17
	Cloruro di piombo . . .	2	1	1	2
	Solfato di rame . . .	20	12	10	»
	Cloruro di rame . . .	»	»	»	18
Zolfo	33	17	23	33	
Gomma-lacca	»	»	3	»	

		PARTI			
Fiamme di Bengala color verde	Clorato di potassio . . .	20	6	9	»
	Clorato di bario . . .	»	»	»	12 20
	Nitrato di bario . . .	80	40	27	» 15
	Cloridrato d'ammo- niaca	4	»	»	»
	Cloruro di piombo . . .	»	»	2	»
	Solfuro di rame . . .	1	»	»	»
	Calomelano	» 11	»	5	8
	Zolfo	26	8	8	» 6
Nero di fumo	2	2	»	»	
Gomma-lacca	2	1	2	2 1	

Delle dette miscele in polvere, passate al setaccio grossolano di crine, si riempiono dei vasi in forma di tronco di cono. Si comprime leggermente la miscela, indi la si copre di polverino e di un foglio di carta con diversi fori, nei quali si introducono delle micie.

Fiamme per teatro. — È noto che in certi spettacoli teatrali vi hanno di bisogno dei fuochi artificiali per avere effetto di incendio o per decorazione di feste. Lasciando gli effetti del *lampo* che si producono per mezzo di licopodio in polvere soffiato da un mantice che si accende subitamente al contatto di una fiamma ad alcool; diremo come certe composizioni di fuoco per teatro, fatte con solfuro di antimonio, con arsenico metallico, con solfuro d'arsenico, sono molto nocive a chi fa ed a chi assiste allo spettacolo, per l'azione spesso venefica dei gaz e dei vapori prodotti dalla combustione. Perciò si studiarono delle composizioni innocue, le cui proporzioni sono le seguenti:

Fiamme da teatro bianche	Clorato di potassio . . . parti	12
	Nitrato di potassio . . . »	4
	Carbonato di bario . . . »	1
	Zucchero di latte . . . »	4
	Stearina »	1
Fiamme da teatro gialle	Clorato di potassio . . . parti	6
	Nitrato di bario . . . »	6
	Ossalato di sodio . . . »	5
	Gomma-lacca »	3
Fiamme da teatro verdi	Clorato di potassio . . . parti	2
	Nitrato di bario . . . »	1
	Zucchero di latte . . . »	1
Fiamme da teatro rosse	Clorato di potassio . . . parti	12
	Nitrato di potassio . . . »	4
	Ossalato di stronzio . . . »	1
	Zucchero di latte . . . »	4
	Licopodio »	1

Il Designolles ed il Casthelaz propongono le seguenti formole:

Fiamme da teatro gialle	Pierato d'ammonio . . . parti	50
	Pierato ferroso . . . »	50
Fiamme da teatro rosse	Pierato d'ammonio . . . parti	54
	Nitrato di stronzio . . . »	46
Fiamme da teatro verdi	Pierato d'ammonio . . . parti	48
	Nitrato di bario . . . »	52

Per fiamma da teatro suolsi anche usare quella dell'alcool colorato prodotta o da cotone cosperso di polvere secca di una delle dette miscele, indi introdotto nello spirito di vino, oppure usando, a vece delle formole dette, del *nitrato di sodio* pel *color giallo*; del *cloruro di stronzio* pel *color rosso* e del *nitrato e ioduro di rame ed acido borico* pel *color verde*.

Qui facciamo punto alla rivista dei fuochi fissi per occuparci della

FABBRICAZIONE DEI FUOCHI MOBILI.

Già dicemmo che cosa sono i *fuochi d'artificio mobili*. Il tipo di essi è il *razzo*, e noi occupandoci di esso ci saremo occupati di tutti i fuochi mobili, perchè essi risultano dalla combinazione dei razzi e di altri fuochi descritti al paragrafo precedente.

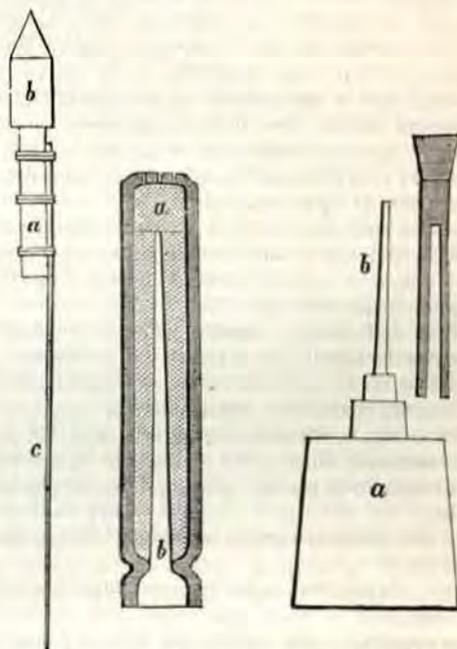


Fig. 1258.

Fig. 1259.

Fig. 1260.

Il *razzo* (francese *fusée volante*; inglese *rocket*; tedesco *Raket*; spagnuolo *rayo de rueda*) è un fuoco di artificio fatto anch'esso da una cartuccia contenente una composizione pirica, ma a differenza di quelli finora descritti viene abbandonato a sè all'istante dell'accensione, e si slancia nello spazio da se stesso bruciando. Lo slancio è dovuto alla resistenza opposta dall'aria al vivo e potente getto di gaz e particelle infuocate che si sprigionano dalla parte aperta innescata della cartuccia. Una bacchetta serve per dirigere il razzo nella sua rapida ascensione. Finita la combustione, per lo più i razzi producono una detonazione spesso accompagnata da luci brillanti e variocolorate, causate da materie poste nel fondo della cartuccia, fondo conosciuto dal razzajo col nome di *guarnitura*.

Nella fig. 1258 abbiamo disegnato un razzo comune colla guarnitura *b*, e la bacchetta *c* di guida, e nella fig. 1259 la sezione del medesimo, in scala maggiore, per farne veder bene la configurazione.

Si deve usare attenzione nella fabbricazione delle cartucce del razzo. Il cartoncino che vi si impiega va sottile e deve essere ben guidato sulla forma cilindrica. I doppii di esso vanno ben uniti con colla l'uno coll'altro

e compressi uniformemente in guisa da presentare l'aspetto di un tubo solido, regolare ed uniforme nella sua massa. La cartuccia è ben turata ad un estremo mediante buona incollatura dei doppi di cartoncino e la sovrapposizione di un foglio di carta forte, pur esso bene incollato. Lo spessore della cartuccia fatta è ordinariamente la metà del suo diametro interno.

Il razzo deve essere caricato in modo tale che rimanga nel centro della cartuccia e per quasi tutta la sua lunghezza un vano *b* detto *anima* del razzo. Questo vano è necessario acciocchè la flamma investa in brevissimo tempo ed in quasi tutta la sua lunghezza la composizione contenuta nel tubo, a fine di ottenere quel getto potente, per causa del quale il razzo ascende rapidamente nell'atmosfera. Per raggiungere tale scopo la carica va fatta nel seguente modo: si porta la cartuccia sopra un tasso *a* (fig. 1260), il quale porta nel mezzo un'asta conica *b* più breve della cartuccia e che ne occupa precisamente la parte centrale. Lo strozzamento della cartuccia va in basso, appoggiato al sostegno dell'asta e fermato con cordicella, l'altro estremo della cartuccia è aperto per potervi introdurre la carica. La composizione pirica viene versata col mezzo di un cucchiaino nello spazio anulare che vi ha tra le pareti della cartuccia e l'asta che è nel centro, poscia compressa con una bacchetta ad ogni cucchiainata.

Si riempie poco alla volta la cartuccia sino a colmare anche lo spazio vuoto sopra l'asta del tasso, spazio che quando è pieno si chiama *massiccio*. Nella fig. 1259 lo si scorge chiaramente in *a*.

L'abilità dell'operajo consiste nel caricare uniformemente e regolarmente la cartuccia e nel proporzionare la compressione al diametro della cartuccia, del resto la traiettoria del razzo non resterebbe più rettilinea. Per facilitare la regolarità della carica, si suole quasi sempre porre la cartuccia, durante il caricamento, in uno stampo o tubo di legno o di metallo per mantenerla in posizione verticale.

Finita la carica, si tura la cartuccia con un disco di carta su cui si ripiegano gli orli di quella, indi si consolida il tutto battendovi sopra qualche colpo con un martello di legno.

Le composizioni più comunemente usate per i razzi sono le qui sotto indicate, e benchè la natura dei componenti sia la stessa, pure varia alquanto secondo che si vuole che il razzo ascenda più o meno rapidamente, e se il diametro della cartuccia è più o meno grande. Ecco intanto alcune formole:

PARTI

Razzi comuni . . .	}	Carbone . . .	4	2	8	2	3	9	11	
		Acciajo . . .	»	»	»	»	»	»	»	10
		Polverino . . .	1	»	4	»	»	»	»	4
		Nitro . . .	10	4	17	11	8	20	20	
		Zolfo . . .	2	1	3	1	1	3	5	

Razzi di ascensione rapidissima	}	Carbone . . .	parti						20		
		Nitro . . .							»	55	
		Zolfo . . .							»	15	
		Posta fulminante	Fulminato di mercurio . . .	7						»	10
			Amido . . .	1.5							
		Zolfo . . .	1.5								

Abbiamo già accennato come alle cartucce dei razzi si suole unire una *guarnitura*, e noi appunto nella fig. 1258 abbiamo il razzo disegnato composto della cartuccia *a* e della *guarnitura b*; questa *guarnitura* è una cartuccia di diametro maggiore di quella del razzo, ed in essa si pongono quei certi fuochi, i quali, finita l'ascensione

del razzo, devono scoppiare. La cartuccia per la *guarnitura* vien chiusa da una specie di cono chiamato *capitello* dai razzai, e fissato alla cartuccia con liste di carta incollata. La *guarnitura* è di serpentelli, stelle, scintille, petardi, pioggia di fuoco, ecc., e vi si aggiunge polverino e polvere in grani per favorire l'ascensione e lo scoppio di quelli. Quando vi ha la *guarnitura* il razzo all'estremo che combacia con quella ha dei forellini a fine di comunicare il fuoco.

Al razzo va unita la bacchetta *c* (fig. 1258) e questa è importante per la direzione del razzo. Bisogna quindi proporzionarne la lunghezza e la grossezza, per modo che il centro di gravità del razzo armato sia un poco al di sotto dell'orifizio da cui escono i prodotti gassosi. Le bacchette di giunco sono le migliori; vanno lunghe 12 o 18 volte la misura della cartuccia, e vengono legate per la parte più grossa al lato di quella secondo il suo asse. Si fermano con forti giri di cordicella, uno alla strozzatura della cartuccia, gli altri sul corpo di essa. Naturalmente poi il razzo va innescato con miccia comune.

I razzi, se soli, vengono lanciati a mano. Si tengono cioè con una mano in posizione verticale colla bacchetta all'ingiù, e coll'altra mano si accende la miccia. Di subito esce un getto violento di gaz sibilando ed il razzo lasciato libero puramente, sale in alto.

Dovendo lanciare più razzi, si dispongono verticalmente sopra un sostegno in modo che possano innalzarsi liberamente appena accesi.

A tutti sono noti gli effetti dei razzi. Prima salgono rapidissimamente, poscia, consumandosi la materia pirica, si svolge meno gaz ed il moto ascensivo rallenta; finita la cartuccia, si accende la *guarnitura* ed è allora che si assiste al bello spettacolo di scoppi in alto con pioggia di stelle, getti di serpentelli, ecc.

Dragone. — Sono così chiamati due razzi opposti l'uno all'altro e legati sopra un pezzo di canna, nel quale si fa passare una corda che si tende da un sito ad un altro e che serve di guida al fuoco durante la sua combustione. La corda può avere direzione orizzontale od inclinata, e se vi ha un solo razzo sulla canna, esso, quando viene acceso, percorre da un estremo all'altro la corda. Se invece vi sono due razzi disposti in senso contrario, essi percorrono due volte in senso opposto la corda su cui sono infilati.

Perciò il *dragone* è usato per comunicare l'accensione alle macchine d'artificio disposte a distanza.

Razzi a paracadute. — Vi sono dei razzi muniti di piccoli ombrelli, detti *paracadute*. Questi sono posti nella cartuccia detta da *guarniture*. Si fanno *paracadute* grandi per sostenere le stelle e dei piccoli per le lancia da decorazione.

I calibri dei razzi con *paracadute* sono di 20^{mm} e 34^{mm}. I *paracadute* sono tagliati con modelli come per piccoli ombrelli, al loro centro hanno un foro di 10^{mm} e le unioni ed i sopporti sono in cordoncino. Le *stelle* si fissano al *paracadute*, che va serrato con filo di ferro, e così pure le lance. La carica delle cartucce va più potente perchè il *paracadute* cresce il peso del razzo. Vi hanno razzi con molti *paracadute*, secondo il numero di stelle che li *guarniscono*. Il diametro dei grandi *paracadute* è di 550 millimetri e di 200 quello dei piccoli.

Girandole o mazzi. — Sono dette girandole o mazzi dei fuochi d'artificio composti di un gran numero di razzi, i quali sono disposti in modo tale che si accendano istantaneamente e si lanciano nell'aria in diverse direzioni, scoppiando e producendo piogge di fuoco, di stelle, ecc. simili.

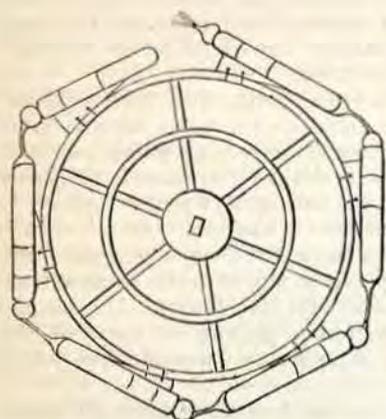


Fig. 1261.

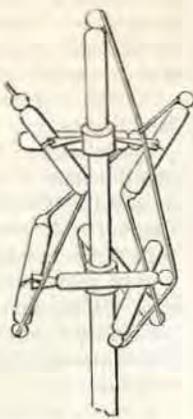


Fig. 1262.

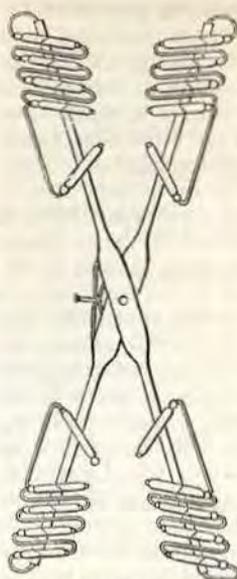


Fig. 1263.



Fig. 1264.



Fig. 1265.

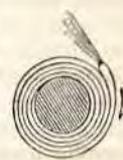


Fig. 1265.

Tali fuochi servono sempre come chiusura di un pubblico spettacolo di pirotecnia.

Fuochi mobili. — Sono fuochi mobili delle armature a foggia di stella, di sfera, di spirale, sulle quali vi hanno delle cartucce, le quali venendo accese mettono in movimento, a causa del loro getto, il congegno su cui sono disposte.

Nella fig. 1261 abbiamo una ruota mobile sul suo pernio che porta alla periferia delle cartucce di fuochi. Queste quando vengono accese fanno girare la ruota in senso opposto a quello del getto di fuoco. Le innescature delle cartucce vanno disposte in modo che possano accendersi a coppie di due opposte l'una all'altra. Secondo la disposizione di esse poi la ruota per un certo tempo gira in un senso, poi gira in senso inverso. Se vi hanno più ruote di diverso diametro, vi ha un effetto bellissimo e ricco di getto. Così pure se la disposizione della ruota è orizzontale si ha l'effetto di un ombrello di fuoco.

Si comprenderà facilmente come dalla disposizione delle cartucce su telai mobili si possano ottenere svariatissimi effetti. Nelle figure 1262, 1263 e 1264 diamo alcuni esempi di combinazioni di fuochi detti *capriccio*, *ali da mulino*, e *spirale*.

Pastiglie. — Collochiamo qui le *pastiglie*, le quali sono piccoli soli giranti, usati come guarnitura alle macchine d'artificio propriamente dette e che possono anche venire bruciate in una sala od in un teatro.

Vi hanno le *pastiglie semplici* e *pastiglie diamanti* o *fiore di dalia*.

La *pastiglia semplice*, fig. 1265, è un piccolo sole girante fatto da un tubo di carta pieno di composizione raggianti, avvolto su se stesso e fissato ad un disco di legno che gira liberamente sopra un pernio.

Le composizioni per pastiglie semplici più conosciute sono le seguenti:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Polverino	16	9	32	16	9	18	18	32	32	8	8	»	»	»	»
Litargirio	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Nitrato di potassio	»	4	4	1	4	9	9	»	»	»	»	»	»	»	»
Zolfo	»	1	»	»	1	2	2	1	1	»	»	»	»	»	»
Solfuro d'antimonio	»	»	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mica	»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Limatura d'acciaio	»	»	»	»	1	»	2	4	4	»	»	3	5	»	»
Carbone leggiero	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»
Nitro	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»
Limatura d'ottone N. 1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	5
» di zinco N. 2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6	6	»	»	»	»
Polvere di Chertier	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	17	34	17	34
Ghisa	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»

La *pastiglia diamante* fu inventata dal chimico Chertier, ed è formata da due tubi ravvolti a spirale, uno dei quali è disposto come nella pastiglia semplice, l'altro è pieno di composizione colorata ed è avvolto sur un cilindro di cartone che ha il diametro il quale varia di

$\frac{1}{2}$ ad $\frac{1}{3}$ del diametro del disco che porta il primo tubo; il cilindro ed il disco sono fissati uno sull'altro ed hanno comune l'asse di rotazione; in tal modo il secondo tubo forma un anello di fuoco colorito, concentrico all'anello di fuoco guizzante. Ne porgiamo il disegno nella fig. 1266.

Per le pastiglie colorate si hanno le seguenti formole:

Pastiglie color giallo .	Zolfo	parti	1
	Clorato di potassio	»	4
	Ossalato di sodio	»	2
Pastiglie color rosso .	Carbonato di stronzio	»	3
	Resina lacca	»	2
	Clorato di potassio	»	10
Pastiglie color azzurro	Cloruro di piombo	parti	1
	Ossicloruro di rame	»	6
	Zolfo	»	5
	Clorato di potassio	»	12
Pastiglie color verde	Nitrato di bario	parti	75
	Cloruro di piombo	»	20
	Resina lacca	»	25
	Zolfo	»	1
Pastiglie color viola .	Clorato di potassio	»	70
	Clorato di potassio	parti	24
	Zolfo	»	8
Pastiglie color viola .	Calce	»	3
	Ossicloruro di rame	»	2

La carta dei tubi delle pastiglie va sottile e tenace acciocchè possa resistere alla torsione che si pratica dopo che il tubo è pieno di materia pirica. I tubi variano in lunghezza dal mezzo metro ai 60 centimetri ed il diametro oscilla dai 5 ai 7 millimetri, sono fatti con listarelle di carta larghe dai 90 ai 180 millimetri bene incollate alle giunture e modellate su un'anima in ferro.

La carica delle pastiglie non va troppo compressa, altrimenti non si potrebbe poi piegare ed avvolgere il tubo sul disco. — Finita la carica e chiusi i tubi agli estremi si comprimono in uno stampo di legno o di ghisa fatto con scanalature trasversali e distanti 3 o 4 millimetri l'una dall'altra. Con tale compressione la combustione riesce regolare e facile il ravvolgimento dei tubi attorno al bastone che sorge sul centro del disco.

Fuochi d'artificio per teatri. — In questi ultimi tempi i frequenti e terribili incendi accaduti in teatri importanti nelle principali città del mondo portarono una vera rivoluzione nell'illuminazione e nel riscaldamento dei medesimi, rivoluzione che forse si potrà presto compiere ma che finora è ancora in sul principio al capitolo *esperimenti*. Non è quindi a stupire se i fuochi d'artificio per teatri sieno in un giorno non lontano affatto banditi dagli spettacoli, pel grande inconveniente che presentano di poter essere causa di disastri, massime in luoghi ove le materie facilmente accendibili sono abbondanti.

È quindi colla massima oculatezza e circospezione che il razzajo da teatro deve procedere nella scelta e nell'impiego dei fuochi per ottenere effetti gradevoli ed il meno possibile pericolosi.

Prima cosa assolutamente indispensabile è il disporre i fuochi in sito tale che sia il meno esposto alla combustione, e poscia si devono scegliere composizioni piriche le quali consumino interamente bruciando e che la carta ed il cartoncino dell'involucro non lascino alcun avanzo acceso.

Vampe. — Si fanno delle *vampe* di fuoco per imitare le fiamme che escono da un antro, da una fornace, ecc. La loro composizione è la seguente:

Nitro	parti	16
Polverino	»	4
Carbone	»	8

Bastano trenta grammi di questa composizione, posta in un cartoccio di carta-velina legato con cordicella ed innescato, per imitare le vampe d'incendio.

Eruzioni. — Per imitare l'eruzione di un vulcano o l'effetto di una mina si mettono 150 o più grammi di

composizione per le vampe in una cilindrica scatola di latta o di rame ferma su un piede di legno.

Il diametro della scatola può essere di 8 o 10 centimetri e la sua altezza di 24 o 27. Si comprime leggermente la miscela e vi si colloca sopra della stoppa in modo che sporga dalla scatola, la quale perciò è solo coperta da un foglio di carta. Dato il fuoco alla stoppa, si ha un'eruzione che sale 4 o 5 metri. Facendo scatole più grandi, oppure comunicando più scatole assieme ed aggiungendovi petardi, si ottengono effetti di eruzione imponentissimi.

Incerti. — Gli incendi sono rappresentati ordinariamente con fuochi di stoppa, qualche eruzione e con fiamme prodotte dalla composizione semplice delle lance a fuoco, umettata con olio di trementina. Si ottiene una fiamma che sorpassa un metro in altezza accendendo 10 o 12 grammi della detta composizione in un piccolo vaso di ferro di 1 decimetro di diametro.

Pioggie di fuoco. — Le piogge di fuoco si ottengono da cartucce lunghe 27 centimetri con 16 millimetri di diametro, fatte in modo che il foro di sgorgo abbia un diametro di un terzo minore di quello della cartuccia. Le cartucce sono poco compresse. La loro composizione pirica è:

Pioggie di fuoco ordinarie	Carbone di quercia	parti	5
	Carbone di terra	»	5
	Polverino	»	32
	Nitro	»	16
Pioggie di fuoco scintillanti	Zolfo	»	8
	Carbone di quercia	parti	2
	Ferro (avanzi di fondita)	»	10
	Polverino	»	16
	Zolfo	»	4
	Nitro	»	8

Le cartucce cariche dell'una o dell'altra miscela, secondo il caso, sono attaccate a cinquanta centimetri di distanza l'una dall'altra ad un listello di legno che ha una scanalatura per tutta la sua lunghezza, nella quale si dispone la miccia per comunicare il fuoco a tutte le cartucce.

Fulmine. — Per imitare il fulmine si usano cartucce di 1 a 2 centimetri di diametro caricate come i razzi con una composizione di:

Mistura fulminante	parti	16
Nitro	»	6
Zolfo	»	3

Si attaccano le cartucce ad un tubetto di canna o di cartone e questo tubetto si infila in un filo di ottone teso dal punto in cui si vuole far partire il fulmine fino al sito ove si vuole che piombi.

Lampi. — Per imitare i lampi non si ha che a spolverare di quando in quando una torcia di stoppa imbevuta di alcool, ed accesa con polvere di licopodio. Questa bruciando produce l'effetto del lampo.

Alcuni usano polvere impalpabile di resina, ma i lampi restano meno vivi e meno brillanti.

Fuochi d'artificio per demolizioni. — Quando si devono rappresentare edifici che crollano, si impiegano petardi che si mettono in comunicazione sopra listelli disposti a zig-zag. Si dà il fuoco mentre che il meccanismo teatrale fa crollare i muri e lo scoppio dei petardi imita il rumore e gli scoppi che producono le vere rovine.

Fuochi da tavola. — Ci sarebbe da dire qualche cosa sui *fuochi detti da tavola*, ma per le troppe precauzioni che si devono usare ora sono affatto in disuso, mentre che anticamente formavano la delizia del finire dei pranzi sontuosi. Tuttavia, per curiosità, diamo al lettore alcune composizioni di fuochi da tavola, le quali compo-

sizioni erano caricate entro cartucce molto piccole. Potrebbe darsi che il capriccio della moda richiamasse in uso tale divertimento!

Fuochi brillanti . . .	{	Limatura d'acciajo . . . parti	5
		Polverino »	32
Fuochi bianchi . . .	{	Polverino parti	16
		Nitro »	6
		Zolfo »	1
Fuochi raggianti . . .	{	Limatura d'acciajo . . . parti	3
		Polverino »	32
Pioggia d'argento . . .	{	Limatura d'acciajo . . . parti	4
		Polverino »	32
		Nitro »	1
		Zolfo »	1

Pei fuochi da tavola profumati usavasi mescolare alle dette composizioni, in sostituzione di $\frac{1}{4}$ di polverino, 1 parte di ambra, o 2 di benzoino, od 1 di canfora, od 1 di incenso, ecc. ecc.

Fuochi sull'acqua. — I fuochi sull'acqua non sono altro che fuochi artificiali come quelli sin qui descritti, i quali galleggiano perchè sostenuti da pezzi di legno o di sughero, o da involti di cotone.

SOSTEGNI, DISPOSIZIONI ED ACCENSIONI DEI FUOCHI ARTIFICIALI.

Per completare la nostra memoria sui fuochi artificiali ci restano a dire due parole sul modo di montarli e di accenderli.

Sappiamo già che si può dare comunicazione a fuochi lontani mediante il *dragone*. Spesso si suole anche riporre una lunga miccia in un lungo tubo, per non far vedere la comunicazione del fuoco. Del resto l'innescamento è una parte affatto speciale del pirotecnico che non si può descrivere, per le infinite disposizioni che si devono dare alle cartucce dei fuochi.

Ordinariamente un fuoco d'artificio è composto di molte parti, le quali o devono abbruciare tutte assieme o poco alla volta. Secondo l'uno o l'altro uso, le micce vanno riunite o separate, ed i tubi che le proteggono possono essere prolungati oltre il sito per facilitare meglio l'accensione senza pericolo alcuno per chi appicca il fuoco. L'intelligenza guidata da una lunga pratica detterà le norme migliori da seguirsi.

I *sostegni* pei fuochi d'artificio sono grandi intelajature di varia forma, molto elevate dal suolo a fine che lo spettacolo pirotecnico sia visibile a grande distanza.

Tutti sanno che cosa sia un'intelajatura, motivo per cui crediamo inutile farne dei disegni, tanto più che questi varierebbero col variare del soggetto. Diremo soltanto come vi hanno intelajature fisse ed altre mobili. — Le prime sono veramente impiantate nel terreno per mezzo dei *montanti* od alberi di sostegno. — Le seconde hanno il *piè* disposto in modo che si possono facilmente trasportare. Ciò accade quando in certi fuochi si devono portare via le armature di quelli bruciati per lasciare vedere l'effetto di altri fuochi che si accendono subito dopo e che erano dietro ad essi.

Alle intelajature si devono attaccare i fuochi. Così le cartucce per le lanceie sono fisse con chiodi sul telaio, il quale perciò ha la figura che deve avere la decorazione accesa, e se questa è complicata il telaio porta degli intagli in latta o delle curve di legno flessibile. Qualunque sia il disegno, le cartucce vanno abbastanza distanti tra loro per modo che le fiamme non si confondano. Per lo più le lanceie di 6 a 7 mm. di diametro distano dai 6 ai 10 centimetri l'una dall'altra.

Per disegni maggiori si inchiodano a forti telai parecchie tavole, le quali unite assieme danno l'intera decorazione. I sostegni in questo caso saranno forti e profondamente fissi nel suolo.

I *getti fissi*, le *candele romane* sono fissi con legature in prismi scannellati, inchiodati sui telai nel senso che si vuole il getto della fiamma.

Le *fiamme* sono poste sempre su sostegni isolati e quando fanno parte di qualche decorazione grandiosa sono fissate con legature. In questo caso però sogliansi rimpiazzare con grosse lanceie.

I *getti* sono per lo più posti sopra telai mobili. Questi sono in forma di ruota in legno od in ferro, od in filo di ferro, ed hanno gli assi di rotazione orizzontali o verticali secondo il bisogno.

I fuochi d'artificio che entrano nella composizione dei telai fissi sono le *lanceie*, i *getti fissi*, le *candele romane*.

Questi poi sono separati o combinati nei telai mobili e misti. Vi hanno *getti* solo pei telai mobili.

Le disposizioni di tali fuochi sono poi variabilissime, come abbiamo più volte avvertito.

Vi hanno fuochi a *ripresa* vale a dire che bruciano solo quando si è del tutto consumato quello avanti.

La disposizione delle micce regolerà tale operazione.

Pei *fuochi colorati* si deve aver cura nel distribuire i colori in modo che risaltino bene, studiando i contrasti, giacchè si sa che l'azzurro nuoce al verde, il giallo al rosso, il viola all'azzurro, ecc., mentre invece l'azzurro ed il giallo, vicini, brillano per tutto il loro splendore, splendore che è poi *intonato* per così dire per tutti i colori quando si ha il bianco brillante misto ad essi.

Disposizioni generali pei fuochi d'artificio. — *Sparo dei fuochi.* — Eccoci all'ultimo paragrafo del nostro scritto, paragrafo che crediamo necessario per dare un'idea delle disposizioni dei fuochi artificiali e del modo di farli esplodere.

L'effetto d'un fuoco artificiale dipende dalla composizione e dalla disposizione dei singoli componenti.

Comunemente un fuoco artificiale si compone del *colpo di avviso*, *colpi di fuoco* e *mazzi*.

Il *colpo di avviso* è prodotto dalla detonazione di una serie di *petardi* tirati isolatamente o per salve, o dallo sparo di molti razzi e piccole bombe. Spesso questo colpo di avviso si fa col mezzo del *dragone* più sopra descritto e che crediamo bene riprodurre nella fig. 1267.

Il *colpo di fuoco* è composto da due o più armature fisse o mobili che si sparano nello stesso tempo.

Il numero dei colpi di fuoco dipende dall'importanza dello spettacolo e dal gusto del pirotecnico: l'ultimo colpo è seguito dall'apparizione di qualche decorazione.

Tra un *colpo di fuoco* e l'altro vi hanno i *colpi intermedi*, fatti con *razzi volanti*, con *bombe*, che vengono lanciati uno per volta o più secondo il caso. In queste circostanze i fuochi sono con guerniture.

Il *mazzo* è come quadro finale, composto da un gran numero di razzi di diverso calibro che si tirano assieme in 2 o 3 salve in modo da produrre un bell'effetto di fuoco e di stelle colorate.

Contemporaneamente allo sparo del mazzo si accende del fuoco di Bengala e per chiusura si sparano dei forti colpi a potente detonazione.

Le parti componenti uno stesso colpo di fuoco vanno poste il più possibile su una stessa linea dritta paral-



Fig. 1267.

lela al fronte del fuoco, ossia in faccia agli spettatori. La principale al centro. Le parti giranti possono anche essere poste obliquamente. Bisogna stabilire le distanze, che si regolano dal getto del fuoco.

I telai porta-razzi per i fuochi intermedi ordinariamente si dispongono su due linee, una per lato del fuoco e perpendicolari o quasi alla fronte del medesimo.

Il mazzo è al fine del fuoco e posto in modo che non sia esposto ad essere facilmente acceso dai fuochi che devono bruciare prima di esso.

Finalmente nella disposizione dei fuochi d'artificio dev'essere badare alla direzione del vento, acciocchè il fumo non impedisca la veduta dello spettacolo, ed inoltre aver cura che gli spettatori sieno il più possibile protetti dall'eventuale caduta di cartucce accese o dagli avanzi delle medesime.

Pel tiro dei fuochi si stabilisce una persona per telajo tanto per accendere il fuoco quanto per trasportare il telajo, se è mobile, a fuoco compiuto. Per accendere i diversi fuochi le precauzioni non sono mai troppe, giacchè vi ha pericolo di accensioni ed esplosioni spontanee ed inoltre i razzi vanno spinti a distanza pel repentino e potente getto di fuoco che producono appena accesi.

I fuochi intermedi vanno sempre tenuti al riparo durante il tiro degli altri colpi per avere maggiore sicurezza. A tal fine poi sui luoghi dei fuochi artificiali trovansi pompe da incendio e vasche d'acqua per qualsiasi evento pericoloso.

Queste sono le avvertenze generali che credemmo bene di accennare. Del resto trattandosi di materie esplosive le precauzioni non saranno mai troppe.

Artifizii da guerra speciali. — Prima di finire il nostro articolo, crediamo utile riprodurre dal libro dell'*Elena* che tratta delle polveri, delle munizioni e degli artifizii da guerra, il capitolo sui razzi da segnali e la memoria sui razzi da guerra, i quali ultimi, benchè in disuso attualmente, pure sono degni di essere ricordati.

Razzi da segnali. — Fra gli artifizii adoperati in guerra per dare segnali, primeggiano i razzi, che sono tubi di carta o di cartone, chiusi solidamente da una parte, ripieni di mistura pirica stivata (i cui componenti sono quelli stessi della polvere da fuoco, ma in proporzione diversa) ed innescati dalla parte opposta. Accendendo la mistura per mezzo dell'innesco, essa va bruciando regolarmente senza scoppio e con rapidità mediocre, e determina il movimento del razzo in direzione inversa a quella seguita dalla fiamma che sbocca dall'orifizio del tubo; precisamente come nel tiro delle bocche da fuoco sui loro affusti, questi si muovono in direzione contraria al progetto (1).

Per regolare la direzione di marcia del razzo, la quale tende a farsi serpeggiante, e poterlo così lanciare ad una certa altezza dal suolo, legasi parallelamente al tubo una stecca quadra od una bacchetta di legno lunga e sottile. La bacchetta ha per effetto di mantenere il razzo diretto all'insù, in modo che s'elevi nel suo cammino e non si capovolga, per rivolgersi verso il suolo e ridiscendere, se non dopo che la mistura abbia terminata la sua combustione. Dall'ufficio che compie, la bacchetta diceasi governale del razzo.

La mistura che si stiva nel razzo dà luogo, nella sua combustione, ad un fumo bianchiccio che resta per alquanto tempo visibile anche da lungi se l'atmosfera è tranquilla; per tal modo il razzo serve per dare segnali

durante il giorno. Volendo comporre razzi che valgano a dare segnali di nottetempo, conviene che essi, dopo arrivati al culmine della traiettoria, si aprano e proiettino fuochi luminosi d'una certa intensità, preferibilmente con scoppio un po' forte, per richiamare l'attenzione di chi deve attendere ai segnali che si staranno facendo. A tale scopo, in cima al razzo disponesi una scatola di cartone, detta *cappelletto* contenente minuti fuochi lavorati, i cui inneschi comunicano colla mistura pirica del razzo.

Razzi da segnali in uso presso di noi. — Presso di noi sono in uso cinque specie di razzi da segnali, denominati rispettivamente

- Razzi a fumata,
- Razzi a scoppio,
- Razzi a stelle,
- Razzi a razzo-matto,
- Razzi a paracaduta.

I razzi delle quattro prime specie hanno il tubo di cartone robusto, di forma cilindrica, ed un cappelletto pure cilindrico sormontato da un tronco di cono. Nei razzi a paracaduta invece la parte superiore del tubo è tronco-conica in senso inverso a quello del cappelletto. Possiedono tutti un diametro interno di 28 millimetri ed un governale di legno dolce a sezione quadrata lungo metri 2.30.

Il governale presenta all'estremità secondo la quale deve congiungersi al razzo, due intagli per dare passo alle fasciature di spago le quali lo riuniscono al tubo, e va leggermente diminuendo di grossezza verso l'estremità opposta.

Nel tubo di tutti questi razzi è stivata una mistura composta di 4 parti in peso di polverino da guerra e di 1 parte di carbone di nocciolo. La mistura non occupa tutto il volume del razzo, ma secondo l'asse di questo, porge un incavo di forma tronco-conica. La cavità ha per iscopo di accelerare la combustione della mistura e produrre così, nei primi istanti, una maggior forza impulsiva sul tubo. L'orifizio, innescato mediante stoppini, è velato da carta che si può, al momento di dar fuoco al razzo, rompere a mano con tutta facilità.

Il cappelletto dei razzi a fumata è ripieno di sola polvere; in quello dei razzi a scoppio, oltre ad alquanta polvere, sonvi *castagnole* (dadi di cartone ripieni di polvere ed innescati) le quali, al terminare della combustione del razzo, si accendono e, proiettate fuori dalla esplosione del cappelletto, scoppiano.

Il cappelletto dei razzi a stelle contiene, in un colla polvere, alcuni dadi di mistura brillante e tale da produrre, bruciando, una luce bianca; quello dei razzi a razzo-matto, oltre la polvere, è provvisto di altri piccoli razzi, senza governale, che al momento dello scoppio del cappelletto, essendo accesi per mezzo del loro proprio innesco, si slanciano all'ingiro e discendono serpeggiando.

Finalmente, nei razzi a paracaduta il cappelletto contiene alquanta polvere ed una scatoletta cilindrica di latta, col fondo alla sua metà; tale scatola da una parte è ripiena di mistura la quale arde con viva luce bianca, dall'altra è fornita di un paracaduta di tela finissima a cui è legata con cordoncini e con una catenella di sottile filo di ferro. L'esplosione della polvere contenuta nel cappelletto distacca questo; in pari tempo accende la mistura della scatoletta e lancia la scatoletta medesima

(1) Si concepisce facilmente come, se il razzo fosse compiutamente chiuso, non si otterrebbe, accendendolo, che uno sforzo interno volto a produrre lo scoppio. Ma il razzo avendo un orifizio per il quale sbocca la fiamma, i gas sviluppati non agiscono più sui due fondi

opposti, ma solo su quello che chiude il tubo da una parte; e così imprimono al razzo un movimento in direzione contraria a quella della vampa che esce dall'orifizio.

al di fuori. Il paracaduta, nella discesa della scatola verso il suolo, non tarda ad allargarsi e ad allentare, per la sua ampia superficie, la velocità di discesa. In questo modo la fiamma della mistura può per qualche tempo, attesa la sua altezza sul suolo, essere vista da lungi ed è in grado eziandio di rischiarare leggermente gli oggetti sottostanti.

Tutti questi razzi portano stampata sull'esterno del tubo l'indicazione della loro qualità.

I razzi a fumata si impiegano solo di giorno; quelli a stelle ed a razzo-matto solo di notte; i rimanenti si adoperano nell'uno e nell'altro caso.

Per far partire un razzo, si rompe colle dita il velame, si distendono all'infuori gli stoppini, e quindi si appoggia il razzo per la base inferiore del tubo, sopra un parapetto, un affusto, o meglio sopra la testa di un palo infitto in terra e volto obliquamente verso la parte cui si vuole fare il segnale, perchè il razzo non venga a ricadere sul sito da cui è partito; infine si accendono gli stoppini per mezzo di miccia inastata su d'un buttafuoco.

Allorchè si abbiano razzi sprovvisti di governale, i governali possono formarsi con correntini di legno dolce o con bacchette diritte, della grossezza di centimetri 2 circa e della lunghezza di 2^m a 2^m.50. Legato strettamente al razzo il governale, si riconoscerà se esso sia ben disposto, verificando se il razzo stia in equilibrio quando sia appoggiato sopra uno spigolo vivo o sopra un dito, per un punto distante 4 o 5 centimetri dall'orifizio del razzo.

Razzi da guerra. — Non è solo per dare segnali che i razzi possono essere impiegati; aumentando le loro dimensioni e modificando convenientemente le loro parti, possono servire come mezzo di offesa sussidiario alle boeche da fuoco, per lanciare progetti sul nemico, per battere parapetti in terra, per incendiare, ecc.; ed in tal caso assumono il nome di *razzi da guerra*.

Conformazione dei razzi da guerra secondo la loro specie. — I razzi da guerra hanno il tubo fatto di lamiera fissata ai lembi con bullette ribadite o con saldatura. Il tubo è rivestito internamente di carta o di cartone, perchè non siavi contatto tra la lamiera e la mistura pirica; contatto che potrebbe alterare la mistura. Questa è stivata nell'interno del tubo ed è innescata all'orifizio di esso. Codesto orifizio è provvisto di un velame di tela.

Sull'estremità anteriore il razzo è munito di un progetto oppure di un cappelletto contenente materia incendiaria o sola polvere, secondo lo scopo cui è rivolto. Se il razzo deve servire per il tiro di combattimento, il progetto è una granata sferica od oblunga carica di polvere, oppure una scatola di mitraglia contenente polvere che, collo scoppio, ne rompe l'inviluppo a tempo debito per lasciar sfuggire le palle; nel primo caso dicesi *razzo a granata*, nel secondo *razzo a mitraglia*. Se invece il razzo è destinato ad incendiare, il tubo trovasi sormontato da un progetto o da un cappelletto pieno di roccafuoco e munito di più occhi per l'adito della fiamma; e chiamasi allora *incendiario*. Quando finalmente deve solo agire collo scoppio entro parapetti, rivestimenti in legname od altri ostacoli di non grande resistenza, porta un cappelletto ripieno di polvere e prende il nome di *razzo a fogaia*.

Il proiettile, oppure il cappelletto con polvere o roccafuoco, sono strettamente uniti al tubo per mezzo di

stringhe o d'altro modo di connessione; la loro cavità è messa in comunicazione colla mistura pirica per mezzo di una spoletta collocata internamente; per tal modo il fuoco si trasmette alla carica interna del progetto. Questa spoletta ha maggiore o minore durata di combustione secondo i casi.

Nei razzi a mitraglia è d'uopo che le palle escano dalla scatola all'istante in cui il razzo ha acquistato la massima velocità di corsa, perchè così vengano proiettate alla maggior distanza possibile. Ora il razzo va acquistando successivamente velocità più considerevole, finchè dura la combustione della materia pirica che gli imprime degli impulsi successivi; il momento favorevole alla proiezione delle palle è quindi quello in cui la mistura cessa di bruciare; e si ottiene lo scopo col mettere la carica interna della scatola in diretta comunicazione colla mistura, mercè un semplice innesco a polvere.

Nei razzi a fogaia invece è utile che il cappelletto non si stacchi dal rimanente, perchè tutto il razzo urtando contro il bersaglio dia luogo, per il maggiore suo peso, ad una penetrazione più considerevole e quindi ad un maggior effetto della carica contenuta nel cappelletto; si dovrà perciò mettere in comunicazione la mistura del razzo colla polvere del cappelletto, mediante una spoletta la cui durata sia di poco superiore al tempo impiegato dal razzo a percorrere la traiettoria più ampia colla quale si possa lanciare. Lo stesso deve dirsi nei razzi incendiarii.

Nei razzi a granata le cose possono essere disposte secondo l'uno o l'altro dei sistemi sopraccennati, cioè od in maniera che il progetto si stacchi dal tubo all'istante in cui il razzo ha la velocità massima di corsa, ed allora descriva una traiettoria sua propria per andare al bersaglio (1); oppure giunga al bersaglio unitamente al tubo ed al governale, e colà scoppii od agisca per incendiare. Questi due modi di costruzione dei razzi sono indifferentemente in uso; però il secondo è destinato più specialmente ai razzi adoperati nell'attacco e difesa delle piazze, il primo per quelli che si usano nelle guerre di campagna e di montagna.

Per ottenere il distacco del progetto dal razzo, quando la mistura pirica ha finito di bruciare, basta frapporre tra la mistura e la parte del progetto rivolta all'interno del tubo una certa quantità di polvere, lo scoppio della quale sia atto a rompere il legame del progetto; la spoletta svelata tiene allora la sua testa innescata nell'interno della polvere. Altre volte il progetto è trattenuto collegato al tubo del razzo da semplici stringhe di nastro, poste per un certo tratto a contatto della mistura pirica in modo che, quando questa si avvicini al termine della combustione, bruci le stringhe.

Anima dei razzi. — Anche nei razzi da guerra, la mistura pirica è fornita secondo l'asse d'un vano cilindrico o tronco-conico, che riceve il nome di *anima* del razzo. Per spiegare qui, meglio di quanto siasi potuto fare nel capo precedente, lo scopo dell'anima, basterà osservare che, in un razzo senz'anima, la combustione della mistura procedrebbe per strati regolari e lentamente, siccome avviene nelle spolette; laonde la quantità di gaz prodotta e quindi l'impulso dato (che è tanto maggiore quanto più copiosi sono i gaz prodotti) sarebbero meno considerevoli. Il razzo non partirebbe od almeno si muoverebbe lentissimamente e con incertezza. Invece, esistendo l'anima, la fiamma dei primi strati di

(1) Il progetto descrive una traiettoria molto più lunga di quella seguita dal tubo col governale, per la minore resistenza che esso incontra per parte dell'aria.

mistura penetra nell'anima del razzo e la infiamma, nel vero senso dato a questa parola, per cui svolgesi una grande quantità di gaz fin dai primi istanti della combustione; il razzo acquista quasi di un tratto una considerevole velocità, parte francamente e viene lanciato più lungi. Ma ciò non basta ad imprimere al razzo una velocità sufficiente per poter descrivere traiettorie ampie; in conseguenza restringesi l'orificio per il quale sfuggono i gaz prodotti; dimodochè essi, trovando maggior difficoltà ad uscirne, agiscono sull'interno del tubo con una forza maggiore e più a lungo. Tale restringimento è però limitato dalla condizione che i gaz non acquistino, dentro al tubo, forza tanto grande da cagionarne lo scoppio.

Governale dei razzi. — Il governale dei razzi da guerra, di dimensioni appropriate a quelle del tubo, può collocarsi lateralmente come nei razzi da segnali ed allora è trattenuto da ghiera quadre fissate al tubo del razzo. Questa applicazione laterale del governale è però causa di irregolarità nel tiro, per togliere la quale conviene collocarlo alla base del tubo in prolungamento dell'asse di questo. Affinchè tale posizione del governale non riesca d'impaccio alla uscita del gaz, si ricorre a diversi espedienti: uno dei più semplici è quello in cui un fondello tronco-conico e cavo è unito alla base del tubo; esso porta alcuni fori laterali intesi a dar passaggio alla fiamma, e all'estremità libera è provveduto d'una ghiera conica cui si unisce a vite il governale provvisto di maschio. La posizione centrale del governale, oltre a fornire maggiore regolarità di tiro, ha il vantaggio di permettere una notevole riduzione nella lunghezza del governale stesso.

Razzi a rotazione. — I governali dei razzi, causa la loro lunghezza sempre considerevole, rendono incommo il trasporto ed il maneggio dei razzi ed esigono talvolta cavalletti assai alti per disporvi sopra i razzi in posizione di tiro. Egli è per ciò che in alcuni paesi si fa a meno del governale, e si imprime invece al tubo del razzo un movimento di rotazione attorno al proprio asse per regolarizzarne la traiettoria. Siffatto intento è ottenuto in varii modi; citeremo, quale esempio, quello applicato ai razzi austriaci. Il tubo di lamiera di ferro porta all'estremità anteriore un manicotto di ghisa in cui sono praticati quattro canali trasversali ripiegati a gomito. Il progetto è avvitato al manicotto in modo che il suo fondo riesca alquanto al disopra dei canali. La mistura pirica è collocata nel tubo di lamiera ed ha un'anima tronco-conica che ne attraversa tutta la lunghezza. L'estremità superiore della mistura trovasi alquanto al disotto dei canali ed è trattenuta da apposito fondo che fa corpo col tubo. Tal fondo è però forato al centro, secondo un'apertura uguale all'orificio superiore dell'anima del razzo. Il fondo del tubo è chiuso da un fondello, al centro del quale è praticato l'orificio di sfogo dei gaz, tale orificio è velato da un pezzo di tela incatramata. Da ultimo i quattro canaletti sono velati, ed uno di essi, distinto da un velame differente, è innescato con stoppini che si prolungano nell'interno del razzo e si distendono lungo l'anima di esso.

Per dar sfogo al razzo si svela il canaletto innescato e si accendono i suoi stoppini; il fuoco si propaga allora all'anima del razzo. I gaz prodotti dalla mistura, rompendo il velame inferiore, sfuggono dal tubo e comunicano al razzo il movimento in avanti: in pari tempo riempiesi di gaz lo spazio vuoto compreso fra il fondo del progetto e la parte superiore della mistura. Questi gaz sfuggendo pei canaletti, i quali, come si è detto, sono ripiegati a gomito, producono tale pressione laterale sulle pareti di essi, da imprimere al razzo il movimento di rotazione.

Vantaggi ed inconvenienti dei razzi da guerra. — I razzi da guerra presentano i vantaggi di potersi sparare su terreni angusti, ove non capirebbe una bocca da fuoco (si lanciano su cavalletti); di potersi lanciare dall'interno di navicelle ed anche da finestre di edifici, e di essere di facile trasporto specialmente se staccati dal loro governale. Essi permettono di inquietare il nemico a grandi distanze, poichè la loro gittata si estende fino a 6000 o 7000 metri, se il diametro del tubo è sufficientemente ampio; e riescono di effetto mortale considerevole impiegati contro la cavalleria. Però la traiettoria che descrivono è irregolare, laonde non conviene adoperarli che contro bersagli molto estesi; ed inoltre, per avere alquanto probabilità di effetti utili, occorre lanciarli in grande quantità. Essi sono poi alquanto costosi e di conservazione difficile, per cui spesso, a cagione di alterazioni avvenute nella mistura, scoppiano presso il cavalletto. Talvolta infine cadono a terra a poca distanza dal cavalletto, si rivolgono all'indietro e, tornando nella medesima direzione da cui sono partiti, minacciano gli stessi tiratori. La loro efficacia è quindi di gran lunga inferiore a quella delle bocche da fuoco che lanciano progetti di ugual peso.

Per questi motivi, i razzi da guerra, adoperati nell'artiglieria piemontese prima del 1840 ed impiegati eziandio da quella napoletana, non sono più in uso nel nostro paese.

Chiediamo venia al lettore della nostra digressione dal tema prefissoci; però quando si consideri l'utilità dei razzi da segnali e l'autorità di chi ne spiegò la formazione, speriamo ottenerla per la certezza che abbiamo di aver fatto cosa necessaria e profittevole.

BIBLIOGRAFIA. — Vannuccio Biringuccio, *Pirotechnia* (Venezia 1550). — François de Malthe, *Des feux de guerre et de récréation* (Paris 1821, 3ª edizione). — Ruggieri, *Eléments de pyrotechnie* (Paris 1821, 3ª édition). — Chartrier, *Nouvelles recherches sur les feux d'artifice* (Paris 1843). — Vergnaud, *Manuel complet de l'artificier* (Paris 1865). — Sobrero, *Chimica applicata alle arti* (Torino 1856). — Selmi, *Enciclopedia chimica*. — Ch. Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures* (Paris 1867). — Berthelot, *Sur la force de la poudre et des matières explosives* (Paris 1872). — Ellena, *Nozioni sulle polveri, sulle munizioni e sugli artifizii da guerra* (Torino 1873). — M. Hélène, *La poudre à canon et les nouveaux corps explosifs* (Paris 1878).

Ing. V. BELTRANDI.