

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

COSTRUZIONI STRADALI

IL NUOVO PONTE SUL PO

*costruito a monte del R. Castello del Valentino
dall'Ufficio tecnico del Municipio di Torino*

(Veggansi le tavole XIV e XV)

Oltre alla costruzione del ponte sul Po presso Moncalieri, fattasi dall'Ufficio tecnico della provincia di Torino, di cui abbiamo dato i disegni nel vol. IV dell'*Ingegneria Civile*, a pagina 129, è nostra intenzione di presentare i disegni di altri due ponti sul Po, costruitisi dalla Città di Torino, l'uno a monte e l'altro a valle di quelli esistenti.

Per ora ci occuperemo soltanto di quello a monte, che da qualche mese trovasi ultimato ed aperto alla circolazione. Dei disegni e delle notizie che presentiamo, su cui chiamiamo l'attenzione dei lettori, trattandosi di un'opera che, sia dal lato del disegno, sia da quello della esecuzione, non può a meno che essere additata a modello, dobbiamo esser grati all'esimio cav. Pecco, Ingegnere in Capo del Civico Ufficio d'Arte, ed al giovane ingegnere aggiunto, signor Ernesto Ghiotti, il quale compose tutti i disegni ed attese particolarmente alla esecuzione dell'opera. G. S.

I. — *Motivi dell'opera.*

Lo sviluppo che prese la fabbricazione nella città di Torino, specialmente nei terreni compresi tra la ferrovia Torino Genova ed il fiume Po, rese necessaria la costruzione di un nuovo ponte pel valico del fiume a monte del Valentino, essendochè a partire dal ponte provinciale presso Moncalieri, discendendo fino al ponte sospeso Maria Teresa, non eravi altro mezzo di passare il fiume all'infuori dell'insufficiente e mal fermo traghetto con barche, e del passaggio sul ponte Maria Teresa soggetto a pedaggio e sovente ingombro per i lavori di riparazione al tavolato (da alcuni anni è limitato al passaggio dei soli pedoni), per modo che il ponte di pietra tra le piazze Vittorio Emanuele e della Gran Madre di Dio, riesce assai spesso ingombro ed insufficiente al bisogno del transito.

Il Consiglio Comunale di Torino con deliberazione 12 gennaio 1874 votava la spesa necessaria agli studi e mandava al proprio Ufficio tecnico di compilare il progetto di massima di un ponte pel valico del Po a monte del Castello e Parco del Valentino, nella località che l'utile generale potesse più precisamente suggerire. L'Ufficio adempiva al suo mandato presentando i risultati de' suoi studi accompagnati da relazione in data del 2 giugno successivo.

In questa relazione si indicavano tre punti che sotto diversi aspetti riunivano condizioni di convenienza pel valico del fiume: 1° contro il limite sud del nuovo ingrandimento del giardino pubblico del Valentino, dove servendo ad un maggior numero di provenienze della collina offriva facilità d'accesso a strade di comunicazione col concentrico della città già esistenti; 2° nella regione detta il Pilonetto indicato nel ricorso che diede luogo alla citata deliberazione del Consiglio come conveniente per dare passaggio ad una nuova linea di *tramway*; 3° presso la cinta daziaria donde il traffico poteva rivolgersi esternamente pella strada di circovallazione fuori dazio ovvero entrare nel recinto della città, secondo il bisogno. Si presentavano insieme quattro progetti di massima a cinque arcate uguali: il 1° tutto in

pietra concia con archi impostati al dissotto delle massime piene, a curva policentrica e con strombature; il 2° con archi internamente di mattoni e le sole fronti in pietra concia impostati al livello della piena del 1839, che fu la massima conosciuta sin ora; il 3° ad archi interamente in mattoni impostati come il primo; il 4° ad archi e soprastrutture metallici.

Nello stesso frattempo venivano pure presentati all'Ufficio tecnico altri progetti dall'ingegnere Piattini, e dall'Impresa industriale italiana diretta dall'ingegnere Cottrau; tutti per struttura in ferro.

Prese ad esame le proposte ed i quattro progetti di massima, la Giunta municipale, dietro voto espresso dalla Commissione d'ornato, esclusi i progetti di costruzione metallica, pronunciavasi pel tipo di ponte di cui sopra al n. 2, cioè con cinque archi di 24 metri di luce, in muratura laterizia, colle fronti e le pile rivestite di pietra concia, con parapetto metallico e pilastri di pietra e colla larghezza di via di metri dodici, e determinava inoltre che il ponte venisse collocato nella seconda località e meglio nel sito indicato nella relazione dell'Ufficio fra le case Bert e Gabutti. Il tutto veniva poi approvato dal Consiglio Comunale il 1° luglio 1874.

Ma la fissazione della sede del ponte doveva ancora dar luogo a lunghe discussioni. In seguito a petizione di altri cittadini la Giunta 17 marzo 1875, per le ragioni di vario ordine espresse in otto articoli nella sua deliberazione, mandava proporre al Consiglio Comunale che volesse stabilire il collocamento del decretato ponte nella località sopra descritta al n. 4; invece il Consiglio in seduta del 19 maggio instava nella sua anteriore deliberazione. Nella pratica però che si dovette fare presso il Governo pella approvazione del progetto e l'autorizzazione del Ministero dei lavori pubblici l'Ufficio del Genio civile, dopo aver richiesto lo studio d'un piano regolatore d'ampliamento pella zona di terreno fra il Po e la strada di Nizza per vedere come si raccorderebbero le varie comunicazioni colle tre località studiate pel ponte, dava la preferenza alla stessa già sopra accennata n. 4, come la più favorevole tanto rispetto al buon regime del fiume, come riguardo alle comunicazioni colla città. Tuttavia avendo l'Amministrazione reclamato contro tale avviso, e chiesto l'approvazione del progetto secondo il voto del Consiglio Comunale, emanava finalmente nel seguente anno, colla data 15 febbraio 1876, il Decreto ministeriale con cui fu autorizzato il Municipio di Torino a far costruire il nuovo ponte nella località deliberata dal Consiglio, ed in conformità al progetto, in data 17 novembre 1874, stato approvato dal Consiglio superiore dei lavori pubblici. Onde allestito prontamente il Capitolato d'oneri che fu approvato il 23 febbraio 1876, si potè bandirne l'appalto all'asta pubblica che ebbe luogo il giorno 8 maggio 1876.

L'opera fu esposta all'appalto sulla calcolata somma di L. 56,000 a corpo e L. 467,121 22 a misura, e deliberata al signor Parnisari Carlo con atto in data del 1° giugno 1876 sotto il ribasso di L. 18,95 per 0/0. Dapprincipio il lavoro procedette con lentezza e disordine per dissensi fra l'appaltatore ed altri suoi soci, dissensi che finirono colla dissoluzione della Società. Dietro la domanda del titolare la Giunta approvava poi la cessione dell'impresa al signor Solaro Andrea fatta con atto 24 ottobre 1876 e colla garanzia del signor ingegnere Alessandro Aprile, dopo di che il lavoro procedette con sufficiente alacrità.

II. — *Circostanze locali.*

La località definitivamente fissata pelo stabilimento del ponte dopo gli studi particolareggiati, trovasi a monte del ponte Maria Teresa alla distanza di circa m. 1540 dallo stesso ed a circa 700 a valle dalla cinta daziaria e così a quasi 200 metri sotto corrente dal sito indicato nel primo ricorso di cittadini nella direzione della cappella del Pilonetto, e 30 metri da quello al quale si riferiva il progetto di massima ed in cui furono fatti gli scandagli di cui in appresso. A fissare codesta località concorsero varie e molteplici considerazioni d'ordine disparato. Non è qui nostro intendimento discutere quelle che hanno prevalso, ma basterà indicare quelle che necessitarono il piccolo spostamento sopra riferito e principalmente quelle d'ordine tecnico. Perciò è necessario delineare almeno a brevi tratti i caratteri che presenta il fiume nel suo accostarsi a Torino a chi si accinga a studiarne il corso coll'intendimento di scegliere le sezioni che meglio si prestino alla costruzione d'un ponte.

Il Po entra nella cinta daziaria appoggiandosi con ampia lunata contro la sponda sinistra che è in corrosione viva, ed altissima (metri 19 a 20 sulle magre) per i primi 500 metri circa. La sponda destra per contro è assai depressa, cosicchè le piene straordinarie la sormontano per una parte considerevole e vanno a lambire in alcuni punti la strada provinciale, la quale non è che appena di tre metri superiore al pelo di quella massima sinora conosciuta, cioè dell'ottobre 1839, là dove è attraversata dal Rivofreddo.

Avanzandosi poi il fiume acquista andamento più regolare che poco si scosta dalla linea retta e con larghezza pressochè uniforme di circa 120 a 130 metri nelle acque abbondanti sin oltre il ponte Maria Teresa. La sponda sinistra va subito abbassandosi man mano sino allo sbocco della valletta che scende dalle case di S. Paolo, che è affatto depressa, per indi alquanto rielevarsi al di là. Quella destra invece segnata dalla strada provinciale alla quale si accosta, s'alza gradatamente per metri tre fino al sito destinato al ponte dove raggiunge la massima altezza, e di là si stende poi quasi orizzontale sin presso la barriera di Piacenza. Per la maggior parte di questa tratta la corrente poggia contro questa sponda, la quale è ripidissima e solida naturalmente ed artificialmente. Tutte le ripe alte appartengono al diluvio alpino, nel quale, ed un poco anche nel sottostante pliocene, il Po si è scavato il suo alveo: le parti basse non sono che alluvioni recenti. Sebbene il filone dopo aver fortemente battuta l'alta sponda sinistra poggia, come si è detto, contro la destra per un tratto rivolgendosi poi di nuovo ma assai lentamente a sinistra presso il Valentino, non produce in questo tratto vere corrosioni ma al più qualche leggera abrasione.

La profondità dell'acqua nelle magre è mediamente di metri 1,60 al filone e metri 0,40 negli altri punti.

Avendo riguardo alle suespresse circostanze non avrebbsi potuto adottare pel ponte la sezione fluviale del Pilonetto. La sezione prescelta è la più vicina a quella che potesse prestarsi a ciò. Si sarebbe egualmente prestato sotto il punto di vista tecnico il successivo tratto di fiume per circa duecento metri, come per altri cento circa dopo la valletta sino al giardino pubblico del Valentino, ma queste località non furono di gradimento del Consiglio comunale.

Lo spallone destro è quasi in contiguità della strada provinciale dalla quale si ha accesso al ponte a mezzo d'un piazzale quadrato di 30 metri di lato. Alla sinistra si accede mediante uno stradone di 24 m. di larghezza che si protende sino alla strada di Nizza, pel quale i proprietari offrirono il terreno, e che fa parte dell'appalto. Sono pure in costruzione due altre linee di stradoni, l'uno rettilineo raggiungente la estremità del corso Massimo d'Azeglio, l'altro mistilineo lungo la sponda del Po rimontando sino ad uscire dalla cinta daziaria, onde servire di transito fuori dazio. Contemporaneamente al ponte si fece pure il prolungamento della via Madama Cristina sino ad incrociare il primo suddetto stradone, ed oltre sino alla barriera daziaria.

Tutte queste linee stradali sono coordinate al piano regolatore edilizio allestitosi per l'ampliamento della città in

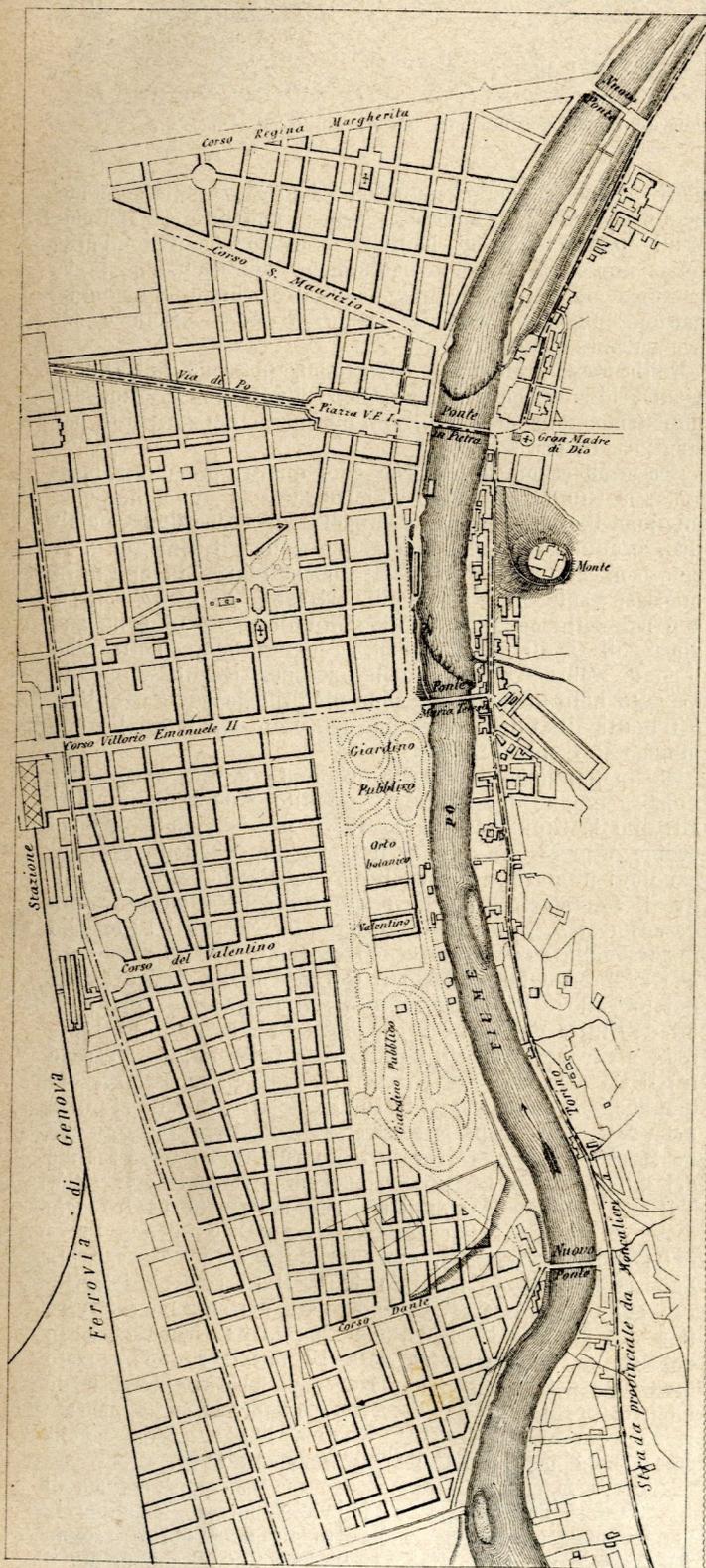


Fig. 27. Piano generale alla scala di 1 a 20,000

quella regione; ma non potendosi conciliare il postulato di collocare il ponte il più a monte possibile col canone tecnico di postarlo normalmente alla linea fluviale, il suo asse non riesce sul protendimento di quello della principale via d'accesso, ma fa con esso un angolo di circa gradi 13.

III. — Determinazione della luce del ponte.

I calcoli pella determinazione dell'ampiezza della luce libera ebbero per base quella del ponte della Gran Madre di Dio. In questo la differenza di livello fra le magre e le piene è di 6^m,08, e l'area della luce libera di tutto il ponte è di mq. 685,76 (1). Nel sito del nuovo ponte la luce libera col progetto adottato sarebbe mq. 732. Si hanno quindi 46 mq. circa in più di luce libera, i quali, tenendo conto che la contrazione prodotta dai rostri sarà minore di quella prodotta dagli spigoli vivi del ponte in pietra, potranno dar sfogo a ben 100 mc. d'acqua in più senza rigurgito.

Si calcolò che la massima piena del Po (avvenuta nell'ottobre 1839) di metri cubi 1400 al 1' potrà essere smaltita dalle luci del nuovo ponte con un rigurgito di pochi centimetri.

IV. — Fondazioni.

La sponda destra del fiume, giudicandola dai caratteri esteriori e da fondazioni eseguite a non grande profondità, appariva costituita da terreno compatto, ghiaioso, commisto a banchi di sabbia ed in basso a numerosi trovanti di mole ragguardevole, dei quali è pure totalmente coperto il letto in prossimità della stessa sponda: a sinistra gli scavi e scandagli già fatti mostrarono dapprima un fondo scioltissimo e quasi melmoso, ed a profondità di m. 1,50 sotto le magre un alto strato di bella sabbia unita a qualche ciottolo.

Riguardo alla natura del letto non si reputò conveniente il formarsi un criterio dietro le semplici apparenze e le affermazioni dei pratici, ma si procedette agli assaggi del terreno per mezzo di pali infissi a rifiuto. I risultati di questo metodo non sono forse così evidenti come quelli di altri procedimenti in uso, ma è certo ch'esso è più spedito, meno costoso, e, se i pali si infiggono nel sito preciso in cui debbono sorgere le pile e si tien dietro con diligenza all'andamento dell'operazione, si possono dedurre preziose norme per la scelta del metodo di fondazione.

I diagrammi costruiti (fig. 4, tav. XV) mettono in evidenza il cammino fatto dai pali per un certo numero di colpi del maglio. In corrispondenza di alcune pile si infisse più d'un palo, ma i diagrammi ottenuti, sovrapposti coincidono quasi perfettamente: sicuro indizio codesto d'essere la natura del terreno costante per una certa estensione della corrente; la regolare curvatura delle linee poi indica omogeneità di costituzione nel terreno medesimo. Dagli stessi diagrammi si scorge che i pali nella prima pila a sinistra raggiunsero la profondità di m. 12,50 sotto le magre prima di opporre assoluto rifiuto, mentre quelli della prima a destra toccarono solo la profondità di m. 5,50 sotto le magre.

Nella terza pila a partire dalla sponda sinistra si cessarono i colpi quando, raggiunti i 12 m., il palo si affondava di m. 0,12 per ogni 200 colpi di maglio, ossia quando si aveva un rifiuto di m. 0,015 per volata di 25 colpi: se l'infissione fosse proceduta sino al rifiuto assoluto, si sarebbe forse raggiunta la profondità di m. 12,50 come nella prima pila: il lavoro fu interrotto per essersi spezzata la testa del palo sovrapposto (dama).

È d'uopo notare che la massa, sollevata da 20 uomini, pesava chg. 370, e che quelli fin qui chiamati colpi constavano di un colpo intero (corsa del maglio m. 2) e di un mezzo colpo (corsa del maglio m. 1).

All'atto pratico la costituzione del fondo trovossi conforme alle risultanze dei diagrammi di prova. Difatti, eseguito lo

(1) Si è così supposto che le massime magre non si trovino alla vera quota 212,80, bensì a 212,02, che corrisponde allo zero dell'idrometro e competeva alle magre prima che si costruisse la diga pel canale Michelotti: [218,10 (quota della piena ottobre 1839) - 212,02 = 6,08]. Queste quote d'altitudine sono riferite al livello del mare, o meglio a quello dello zero della scala idrometrica della Darsena di Genova.

scavo di metri 3,70 sotto il livello delle massime magre, si constatò che i pali raggiunsero la massima profondità nella spalla e pila sinistra, la minima nella destra; ed anzi nella spalla destra non si eseguì neppure l'infissione dei pali, perchè a m. 3,70 sotto le magre incontrossi terreno molto resistente, riconosciutosi pur tale a maggiore profondità, per mezzo di pozzi. Sulla sponda sinistra il terreno si trovò sabbioso e melmoso; sabbioso con ciottoli nel centro del fiume; compatto con grossi massi di pietra nell'ultima pila a destra; e marnoso nella spalla destra.

La natura del terreno essendo varia nelle diverse pile, nel Capitolato eransi pure prefissi diversi metodi di fondazione. Così per le pile presso la sponda sinistra, dove il terreno resistente trovavasi sotto un alto strato sabbioso e ghiaioso, erasi progettato di fondare col mezzo di cassoni senza fondo a forma di tronco di piramide, la cui ossatura messa insieme sul sito del lavoro doveva rivestirsi man mano con tavole ben connesse a maschio e femmina a misura che, procedendo lo scavo, pel proprio peso esso si affonderebbe. Ma essendosi pure nel capitolato lasciata una certa libertà al costruttore, all'atto pratico si abbandonò il sistema dei cassoni per adottare quello dei pali e cassero difeso da ture riempite di argilla. Per le due prime pile a sinistra, si costrusse triplice ordine di paratie; le due paratie esterne che sorgono di m. 1,70 sopra le magre, rinserarono argilla diligentemente pigiata, formando una parete impermeabile che permise di abbassare il livello delle acque ordinarie (213,70) e collocare le lungherine della paratia interna, che è il vero cassero stabile, alla quota 213,00 delle massime magre.

Per le spalle che sono internate nelle sponde aventi sufficiente altezza, non fu necessaria la costruzione di queste ture.

Per gli scavi subacquei si adoperarono quali strumenti effossori le cucchiere manovrate a mano per mezzo di verricelli. Sono strumenti da molto tempo conosciuti ma solo recentemente adoperati dai nostri costruttori in questo modo con pieno successo.

In Torino e dintorni il primo loro impiego fu nelle fondazioni del ponte sulla Stura per la strada di Bertolla e del ponte obliquo presso la Barriera di Lanzo, ambi eseguiti dallo stesso Ufficio tecnico municipale per mezzo dell'impresario signor Garetto Pietro.

La puntazza dei pali di sinistra trovasi ad un livello medio di m. 11,00 sotto le magre; quella dei pali della pila ultima verso destra trovasi in media a m. 5,50. Furono tutti quanti infissi fino a rifiuto, il diametro alla testa variava da 0,25 a 0,30, e variò pure il loro numero nelle diverse pile; dove il terreno potè riceverli, se ne infissero tanti da ripartire il carico in ragione di 50 chg. per c. q. di sezione; si tenevano dapprima a distanza di m. 1,00 da centro a centro, e dove la consistenza del terreno lo permetteva se ne intercalavano altri.

Infissi i pali in modo che colla loro testa sorgessero ad 1 metro circa sopra il fondo dello scavo, si immise il calcestruzzo nei casseri; non si adoperarono strumenti speciali; si formò il riempimento procedendo a *scarpa* da monte verso valle e mantenendo il ciglio sopra il livello dell'acqua, la quale, resa quasi stagnante dalle ture, non poteva dilavare il calcestruzzo.

V. — Pile e spalle.

Il peso portato dalle pile è di 3,320,000 chg., e colle dimensioni fissate di m. 3,50 all'imposta e di m. 4,00 alle riseghe, si ha un coefficiente di stabilità relativo alla pressione superiore ad $\frac{1}{12}$, assumendo per coefficiente di rottura 1,000,000 di chg. per m. q.

Le spalle hanno spessore di m. 7,50 in media, ed i coefficienti di stabilità trovati sono: allo scorrimento $\frac{4}{5}$, ed al rovesciamento $\frac{3}{5}$.

L'ossatura delle pile è costituita da muratura di grosse pietre spaccate, ed il rivestimento è di pietra Villar-Foc-

chiardo (1) (valle Susa), che è un gneiss compatto, avente lo stesso aspetto del granito bianco; la sua resistenza sperimentata sopra cubi di cent. 4 di lato risultò di chg. 1400 per c. q; il peso specifico 2,5. Alle riseghe la lavorazione è a *grossa punta*; nel rivestimento fra i rostri, a *grana ordinaria*; i rostri, le cornici ed i cappucci, a *grana mezzo fina*.

VI. — *Vòlti ed armature.*

La curva direttrice d'intrados è una semielisse i cui semiassi sono m. 12 e m. 5,30. Lo spessore del vòlto alla chiave è di m. 1,10 ed all'imposta di m. 2,20. La spinta orizzontale dai calcoli fatti risulta di 107,767 chg., e la distanza del suo punto d'applicazione dall'intrados alla chiave è di m. 0,548. Segnato il giunto (fig. 2, tav. XV) che fa colla verticale un angolo di 60°, si divise l'intrados compreso fra questo giunto e la chiave in otto parti eguali; si segnarono così nove giunti. Dai calcoli fatti è risultato: che la massima pressione riferita all'unità di superficie sopportata dagli spigoli d'intrados è di 106,134 chg. ed ha luogo al secondo giunto a partire dalla chiave: il coefficiente di stabilità è di $\frac{1}{14}$; che la massima pressione riferita all'unità di superficie sopportata dagli estrados ha luogo al giunto facente angolo di 60° colla verticale: essa è di 125,817 chg., ed il coefficiente di stabilità è di $\frac{1}{12}$.

Il coefficiente di stabilità relativo allo scorrimento è al giunto ultimo nominato di $\frac{1}{2,14}$.

Si assunse per coefficiente di resistenza alla rottura per pressione 1,500,000 chg. per mq., e per coefficiente di attrito 0,75.

Si hanno adunque pei vòlti buone condizioni di stabilità.

Per l'armatura erasi lasciato in facoltà dell'appaltatore di proporre il disegno, che, oltre a soddisfare a certe condizioni espresse, doveva riportare l'approvazione della Direzione.

I cinque archi furono armati contemporaneamente, con armature a sbalzo poligonali (fig. 5, tav. XV). Si disposero undici centine per arcata; ogni centina ebbe così a sostenere un peso di chilogr. 230,000. Il loro cedimento alla chiave durante il carico risultò di cent. 11. Il rallentamento dei cunei avvenne 24 ore dopo ultimato il vòlto ed il rivestimento in pietra.

Lo sviluppo all'estrados essendo assai maggiore che all'intrados, specialmente presso l'imposta, sarebbe stato impossibile costruire il vòlto col metodo ordinario così detto a *raggi* senza adottare all'estrados spessori eccessivi di malta e senza tagliare i mattoni a cuneo. Si pensò quindi di eliminare questi inconvenienti adottando pei materiali presso l'imposta una speciale disposizione la quale consiste nel formare il vòlto con varii ordini di corone sovrapposte. Questo metodo è usatissimo in Inghilterra, dove i vòlti di grande spessore constano di molti vòlti sottili sovrapposti. Così si ottiene grande facilità di costruzione ed in certi casi una stabilità che l'esperienza ha dimostrata non minore di quella ottenuta coll'altro metodo.

Furono adoperati i mattoni di Vinovo, la cui resistenza fu sperimentata di chilogr. 220 per c. q. A mantenere la voluta inclinazione dei piani di giunto fecesi uso di apposite dimode addatte alle diverse curvature.

Il rivestimento in pietra da taglio ha le rientranze al-

(1) Il capitolato d'appalto riferendosi soltanto alle cave in esercizio nominava solo come ammissibili quelle del Malanaggio (Pinerolo) e di Borgone (Susa), dette di Maometto, od *equivalenti*. L'Impresa avendo trovato di sua maggior convenienza la riapertura delle cave di Villar Focchiardo in Val di Susa da molto tempo non più esercite, che appartengono alla stessa formazione geologica delle nominate e danno un gneiss granitoidale di bella tinta, grana assai fina e di bell'aspetto, e l'Ufficio tecnico avendone riconosciuta la qualità sia per antichi lavori esistenti, sia pei campioni presentati, non inferiore a quelle designate nel Capitolato, in ispecie quanto a solidità, ne permise l'impiego.

ternate di 1,15 ed 1,45. Fu adoperata promiscuamente la pietra di Villar Focchiardo ed il granito bianco di Feriolo, aventi la stessa apparenza, le cave di Villar Focchiardo non essendo sufficienti a fornire tutta la pietra nel tempo prescritto.

Il capitolato prescriveva si compiesse dapprima la parte in mattoni, poi si rallentassero le armature fino a che il vòlto avesse fatto la maggior parte del suo cedimento, dopo ciò si costruisse la parte in pietra che, per lo spessore dei cunei e per doversi essere colata la malta liquida di cemento si presumeva non potesse fare cedimento molto grande, infine si compiesse il disarmo. In realtà si costruì contemporaneamente la parte laterizia e la parte in pietra sino alla decima *armilla*, quindi si proseguì nella sola parte in mattoni lasciando alle teste i convenienti adentellati e chiuso l'arco laterizio, non si rallentarono le armature ma si proseguì e compì il rivestimento in pietra. Nel modificare il procedimento del capitolato si ebbe fiducia nell'accurata costruzione della parte laterizia e nella bontà della calce di Casale che verso il centro dell'arco fu adoperata appena spenta. Quando si pose la chiave del rivestimento in pietra la parte laterizia era già chiusa da due mesi e più.

Il disarmo fu eseguito regolarmente e senza inconvenienti, i due primi vòlti a sinistra s'abbassarono di 3 a 5 millimetri, gli altri tre non si mossero punto nè in corrispondenza dei mattoni nè in corrispondenza del rivestimento, non si verificarono fessure nè distacchi fra le murature eterogenee. A prevenire od attenuare gli effetti di un cedimento maggiore nella parte in mattoni si diede alla generatrice del vòlto alla chiave la forma curvilinea con 6 centimetri di saetta, saetta che andava perdendosi man mano che la generatrice s'avvicinava all'imposta, fino a diventare zero a 2/3 dal vòlto a partire dalla chiave. Non essendosi verificato cedimento apprezzabile i vòlti conservano la piccola concavità all'intrados risultante da questo provvedimento.

VII — *Timpani, cornicione e parapetto.*

Le parti lisce degli spalloni ed i timpani degli archi furono fatti con mattoni a due sabbie, e profilati a pozzolana.

I timpani sono ornati di rosoni (fig. 5, tav. XV) con cornice di granito bianco (fig. 6, tav. XV); il fregio in pietra di Val-Fenera, la fascia sotto il cornicione ed il cornicione a modiglioni di granito bianco a grana fina, occupano insieme un'altezza di 0,90.

Un marciapiede largo metri due ed un parapetto di ghisa d'un sol pezzo fra i pilastri pure di granito a grana fina completano il ponte.

VIII. — *Spesa.*

La perizia era fondata sopra un elenco di prezzi di cui seguono i principali.

a	Scavo di qualsivoglia materia con trasporto a distanza media orizzontale di 80 metri con obbligo di appianare il rialzo; per m. c. (sino a m. 1,50 di profondità)	L. 0 50
	(da 1,50 a 4,00) »	1 20
b	Scavo subacqueo per fondazioni a qualunque profondità, tutto compreso, per m. c. »	4 00
c	Legnami di rovere in opera per pali di diametro non minore di m. 0,24 e lunghezza fra m. 5 e 9,50 — lungarine di 0,10×0,15 col ferramento occorrente — tavolato di grossezza di centim. 4 connesso a maschio e femmina per rivestimento dei cassoni, per cadun m. c. »	140 00
d	Tavolato c.s. senza connessioni per paratie »	130 00
e	Muro a secco di pietre spaccate ben lavorato e scheggiato per m. c. »	8 00
f	Muro ordinario di scelte pietre spaccate e malta di calce idraulica »	12 00
g	Muro di scapoli di cava in rivestimento lavorati a mezza punta a corsi e giunti regolari, a malta idraulica con profilatura »	20 00

<i>h</i> Muro di scelti mattoni forti a malta idraulica per volte, piedritti e rivestimenti, comprese la raschiatura, la profilatura e l'armatura delle volte piccole L.	25 00
<i>i</i> Muro in paramento con mattoni del campione a due sabbie, lavorato con diligenza speciale per i timpani, ecc. »	30 00
<i>k</i> Pietra conca a grossa punta per riseghe, legati, ecc., in opera a calce »	100 00
<i>l</i> Pietra a grana mezza fina »	110 00
<i>m</i> Pietra a grana fina per cappelletti, fascie, cornici e teste degli archi »	135 00
<i>n</i> Pietra a grana fina per pilastri e simili compresa la formazione dei buchi, incastri e per l'impionatura, ecc. »	160 00
<i>o</i> Ferro fuso pel parapetto compresa la formazione del modello, spalmatura di minio, e due riprese di coloritura, la posa in opera, ecc., per ogni miriagramma »	6 00
<i>p</i> Ferro in grappe ed arpioni di contegno delle pietre, chiodi, puntazze, ecc. »	8 50
<i>q</i> Massi di pietra per gettate attorno alle fondazioni, in opera per tonnellata »	9 00

La spesa totale di costruzione del Ponte e delle strade d'accesso, non compreso il valore del terreno occupato, risultò di lire 612733,37, la quale cifra presenta su quella preventivata un'eccedenza di lire 66733,37. Ma ciò non è che conseguenza di migliorie introdottesi nella costruzione e ornamentazione, nonchè di molte peripezie alle quali ha dovuto andar soggetto il lavoro. La spesa totale risulterebbe così ripartita:

A) *Fondazioni spalle e pile:*

1. Casseri, spalle e pile L.	36547 82
2. Pali fondaz. compreso il fosso (cerchi e puntazze) »	31756 01
3. Scavo subacqueo »	10515 88
4. Calcestruzzo »	45395 46
Totale L.	124215 17

Ture, ripari contro le piene, prosciugamenti, ecc., compresi nelle opere a corpo registrate in ultimo.

B) *Costruzione pile, spalle, ecc.* Fra il calcestruzzo ed il piano d'imposta degli archi:

1. Pietra tagliata, riseghe L.	40077 39
2. » » rivestimenti »	58634 56
3. » » cornici »	14565 50
4. Muratura, pietrame »	31986 24
5. Scapoli di rivestimento, muri d'ala ed interni nelle spalle »	7116 56
6. Cemento e piombo fra i giunti »	844 05
Totale L.	123224 30

C) *Volti, rinfianchi, cappa, ecc.*

1. Rivestimenti in pietra e cuscinetti di imposta L.	79987 00
2. Legati interni »	11560 80
3. Muratura di mattoni per archi in calce ordinaria »	34475 00
4. Muratura di mattoni id. in calce calda »	12490 20
5. Muratura scapoli verso l'imposta degli archi »	40115 00
6. Muratura di rinfianco e dei timpani »	19900 00
7. Cappa »	2160 75
8. Muratura mattoni di paramento, timpani e spalle »	2700 00
9. Rosoni, cornice e fregio »	14073 40
10. Tubi di ghisa, grappe, ecc. »	700 00
11. Cemento e piombo nei giunti delle pietre »	2500 00
12. Riempimento con ghiaia vagliata »	3000 00
Totale L.	193662 15

D) *Coronamento, suolo stradale.*

1. Cornicione L.	34020 35
2. Marciapiedi »	7410 50
3. Banchine »	3580 00
4. Rotaie »	8925 00
5. Selciato »	1650 30
6. Parapetto, pietra e ghisa »	45000 00
7. Cemento, solfo, ferro, ecc. »	1500 00
Totale L.	102086 15

E) *Sistemazione degli accessi al ponte, opere complementari:*

1. Ghiaia vagliata L.	2600 00
2. Pietrisco »	3500 00
3. Canali fugatori dell'acqua »	2000 00
4. Quarti di cono alle spalle »	2980 60
5. Gettate alle pile e spalle »	2465 00
Totale L.	13545 60

F) *Opere a corpo.*

1. Scavi fuori acqua L.	1500 00
2. Impianto cantiere, manutenzione ponte fino al collaudo »	4500 00
3. Indennità per danni delle piene od altri eventuali, prosciugamenti, ture »	19000 00
4. Armatura degli archi »	25000 00
5. Scavi e rialzi per strade d'accesso »	5000 00
6. Tracciamenti, livellazioni, misure, ecc. »	1000 00
Totale L.	56000 00

Totale generale L. 612733 37

FISICA TERRESTRE

DEL CALORE SOTTERRANEO

e della sua influenza sui progetti e sistemi di esecuzione dei grandi tunnels.

L'egregio Ingegnere Giorgio Tomaso Lommel, Direttore della Compagnia che si propone di perforare il Sempione, ha presentato alla adunanza della Società Elvetica di scienze naturali a Brigue, il 13 settembre 1880 una molto dotta memoria sulla legge della temperatura attraverso la scorza terrestre, che ci giunge stampata a Lausanne in elegante opuscolo di 40 pagine, e corredata da sette tavole litografate. Lo studio accurato e coscienzioso che fece il Lommel merita di essere conosciuto dai nostri lettori, perchè sebbene esso miri alla questione speciale del traforo del Sempione, pure le cose scritte hanno il pregio della generalità. Le esperienze del Fr-jus e del S. Gottardo interessano tutti gli Ingegneri, e le conclusioni possono essere applicabili alla costruzione dei tunnels in generale. Per la qual cosa ci permettiamo di riprodurre quasi integralmente la prima parte e di riassumere brevemente la seconda.

I.

1. — La questione del calore interno del nostro globo e quella dell'aumento graduale di temperatura che si verifica di mano in mano che si penetra più profondamente nella corteccia terrestre, hanno preoccupato da lungo tempo scienziati ed ingegneri di diversi paesi.

Alla fine del secolo scorso Humboldt aveva proceduto a numerose osservazioni del calore interno nelle miniere di Freiberg in Sassonia. Queste ricerche furono confermate da quelle del celebre Daubuisson. Nei suoi viaggi di esplorazione in America esso aveva proceduto a molte determinazioni del calore nelle miniere e di quello delle sorgenti termali di quell'emisfero. Più tardi, nel 1830 Arago affrontò questa questione pubblicando un lavoro riassuntivo

che occupò circa 200 pagine del 3° volume delle sue *Note Scientifiche*. L'attenzione più speciale dell'illustre scienziato francese erasi allora portata sui pozzi artesiani che sono così antichi quanto la storia del nostro globo, ma che diedero luogo alla metà di questo secolo a qualche nuova applicazione delle altre più ardua e più grandiosa.

Si può per esempio citare il pozzo dell'ammazzatoio di Grenelle a Parigi, il cui foro incominciato il 30 dicembre 1833 fu terminato sette anni e due mesi dopo, il 26 febbraio 1841, dopo essersi raggiunta la considerevole profondità di 546 metri. — Ed un esempio più importante ancora lo abbiamo nel pozzo di Mondorf nel Lussemburgo, la cui profondità totale raggiunse 730 metri sebbene ivi le osservazioni fatte siano state meno complete di quelle del pozzo di Grenelle.

Proponendosi di dimostrare in modo tutto speciale le origini delle sorgenti artesiane e termali e di stabilire la prova generale dell'aumento di temperatura alle grandi profondità della terra, Arago non credette doversi limitare d'altronde agli esempi fornitigli dai fori dei pozzi artesiani. Il lavoro interessante succitato contiene dati molteplici sulle condizioni termiche di circa 25 pozzi di miniere d'Europa e d'America e su quelle di un numero presso a poco uguale di sorgenti termali dell'Europa e dell'Asia.

Le ricerche intraprese a quell'epoca da Arago erano d'altronde potentemente assecondate da quelle di altri scienziati ed ingegneri di molto grido. E vuolsi citare in prima linea il signor Daubrée, che essendo Ingegnere delle miniere nei dipartimenti limitrofi del Reno fece numerose ed interessanti esperienze nei Vosgi e nella Foresta nera. Molti altri scienziati tra cui De la rive e Charpentier, nella Svizzera; Pelouze, Girardin, Degousée, Flachet, Valz, Gensanne, Freycinet, Bailly, Tristan, Walferdin, in Francia; Buchanan, Fox, Lean, William Rede, Bald e Dalton in Inghilterra; Oyenhausen, Friesleben e Reich in Germania, ed altri ancora gli diedero il concorso di osservazioni molteplici fatte sovente con molta cura e con ingegnosi metodi. — Vedendo questo lavoro di coordinamento in così buone mani, Humboldt stesso si fece volentieri il collaboratore del suo illustre amico di Parigi, e come dalla sua corrispondenza appare, ei teneva dietro con vivo e crescente interesse ai lavori di Arago, ed approfittava di ogni fatto nuovo per aggiungere nuovi dati a quelli che già Arago possedeva. E fu in seguito a codeste ricerche che Arago arrivava nel 1845 alla conclusione generale: che il calore terrestre deve aumentare in media di circa un grado centigrado ogni 30 metri di profondità.

Nel presentare codesta conclusione così generale quello scienziato era ben lungi d'altronde da darle il valore di una legge rigorosa applicabile in ogni caso ed ovunque. Una simile pretesa dottrinarria non sarebbe stata nemmeno compatibile col suo temperamento.

A fianco d'una straordinaria lucidità di mente, la semplicità ed il buon senso erano i caratteri dominanti di quella individualità. Queste qualità lo prevenivano contro gli abusi di una formola assoluta.

Potrebbsi citare a tal riguardo le sue stesse parole: « Le concezioni complicate le quali si producono escludendo idee semplici, nascono in generale dalla necessità di spiegare esperienze inesatte o mal comprese »

2. — Ma i risultati del lavoro riassuntivo di Francesco Arago sono di natura tale da dar luogo a dubbi e ad esitazioni. Se l'aumento di un grado centigrado per ogni 30 metri di profondità è ciò che avviene in media, questa media si ottiene per mezzo di dati molto distanti fra loro, e sono distanze che poco si spiegano le quali si manifestano da una miniera all'altra e perfino a profondità diverse di un medesimo pozzo. Citeremo al riguardo alcuni esempi:

Al pozzo di Giromagny presso Belfort, l'aumento di temperatura è di 10 centigradi su 332 metri, ma alle profondità di 101 a 206 metri, alle quali la temperatura esterna più non ha influenza secondo ciò che le molteplici esperienze insegnano, si constata un aumento di soli 6,10 di

grado centigrado (13,1 — 12,5) per una differenza d'altezza di 105 metri, ciò che sarebbe la diminuzione di un grado per 175 metri. E questa una anomalia non ancora spiegata.

Nelle miniere di sale a Bex si trova fra 108 e 183 metri di profondità, la sola differenza di 1°,2 (ossia 15,6—14,4). L'aumento è di un grado ogni 62 m., 5.

Nelle miniere di Huelgoat in Bretagna, l'aumento medio è di 1 grado ogni 26 m., 5, ma a seconda dei luoghi l'aumento di 1° oscilla da 20 a 60 metri.

A Poullaouen si trova una temperatura di 13,1 a 16 metri, di 11,9 a 75 metri, e di nuovo 13,3 a 150 metri di profondità. Ne segue che su 134 metri in tale miniera l'aumento di temperatura è presso che *nullo*.

Nelle miniere di Courmouvaillès molte delle quali passano sotto il mare, e trovansi soggette all'influenza refrigerante delle acque, trovansi alla profondità di 293 metri, un aumento di temperatura di 6 gradi, ossia in media di un grado ogni 49 metri. Al pozzo di Tinesoft l'aumento totale è di 5 gradi su 183 metri (16,7—11,7) ossia di un grado ogni 37 metri. A Dolwath (Cornouailles) la media dell'aumento su 421 metri è di un grado ogni 42 metri.

Differenze analoghe si incontrano nelle miniere del distretto di Freiberg in Sassonia. Nell'Erzgebirge alla frontiera tra la Sassonia e la Boemia l'aumento medio della temperatura constatata durante 10 anni (1821-1831) su circa 30 miniere, distribuite su una superficie di 40 chilometri quadrati è di 1 grado ogni 42 metri di profondità. Sono miniere scavate nel Gneiss.

3. — A fianco di questi esempi i quali dinotano un aumento di temperatura molto inferiore alla media generale indicata da Arago, troviamo altri esempi i quali fanno discendere la media a 1° ogni 20 metri e perfino ad 1° ogni 12 metri come nel pozzo di Neufen nel Wurtemberg.

I numerosissimi pozzi di miniere della Siberia, i più profondi che si conoscano, quelli stessi che devono raggiungere la profondità di 2000 metri sembrano accusare l'aumento medio abbastanza uniforme di 1° ogni 25 metri. Tralasciamo molti altri esempi nello stesso senso per amore di brevità.

Vi ha un piccolo numero di casi in cui un accrescimento inferiore alla media può essere spiegato dietro fatti locali come correnti d'aria o di sorgenti fredde, o, come sarebbesi trovato a Cornouailles, per l'influenza del mare.

Per contro un aumento della temperatura più rapido dell'aumento medio, in certe miniere si spiega, come al pozzo di Neufen nel Wurtemberg dietro la natura geologica del terreno e più particolarmente per la sovrapposizione di schisti bituminosi.

4. — Nei pozzi artesiani l'aumento di temperatura presentasi in generale più naturale e più costante che non nei pozzi di estrazione per miniere: esso avvicinasì d'altronde alla media di 1° ogni 30 m., come appare dallo specchio che segue:

	Profondità totale	Aumento medio
Pozzo di Grenelle . .	546 m.	1 gr. per ogni 31 ^m ,90
» Mondorf . .	730 m.	1 » » 31 ^m ,00
» Neu Salzwärke -644 m.	644 m.	1 » » 29 ^m ,20
» Sperrenberg .	1064 m.	1 » » 31 ^m ,40

In una lettera indirizzata a Francesco Arago, Humboldt evidentemente impressionato da tali differenze tra le osservazioni dei pozzi artesiani e quelle dei pozzi di miniera, si fa la domanda se la temperatura dell'aria fredda esterna non abbia per avventura una maggiore influenza sulle ampie sezioni di questi ultimi che non sui diametri ridotti dei pozzi artesiani. Si può ammettere che tale ipotesi abbia la sua ragione d'essere a piccole profondità. Ma per profondità un po' grandi essa pare contraddetta dai risultati ottenuti nei pozzi di alimentazione, nei quali alla profondità di 12 a 15 metri più non si verifica alcuna variazione, e più non si esercita la influenza della temperatura esterna. Le ricerche di Arago a questo riguardo sono numerose e decisive.

5. — Il complesso delle osservazioni citate, fatta eccezione di quelle in Siberia e nell'Erzgebirge, si riferisce al clima temperato dell'Europa centrale, ed a miniere poco elevate le cui aperture superiori sono comprese fra le altitudini di 50 a 500 m. al disopra del mare.

Che cosa concludere da codesto complesso di fatti e di differenze constatate su pozzi profondi ma generalmente poco elevati sul livello del mare se non che la costituzione geologica e mineralogica delle masse attraversate non deve essere senza influenza sull'aumento più o meno rapido del calore terrestre? Non possiamo noi supporre certi fatti chimici di decomposizione e di trasformazione con sviluppo di calore? Non sarebbe naturale ammettere eziandio tra le cause principali dell'influenza quella che le rocce siano dotate di un potere di conduttibilità molto diverso; che una massa subendo l'azione riscaldata interna coll'intermediario di un buon conduttore e l'azione refrigerante esterna da un conduttore meno buono debba dar luogo ad una concentrazione di calore maggiore di quella che alla stessa profondità possa immagazzinare una massa più compatta o trovantis in condizioni inverse compresa fra strati di conduttibilità diversa?

Ma a lato di questa prima congettura che può spiegare le variazioni che talvolta subisce la legge dell'aumento di temperatura a profondità diverse di un medesimo pozzo, noi crediamo di poter intravedere un'altra causa esaminando le ricerche che si fecero nella prima metà di questo secolo. Gli esempi che precedono si riferiscono in maggior parte a contrade poco elevate con depressioni di suolo di qualche centinaio di metri al più, e tale è appunto il caso dei grandi pozzi artesiani e dei pozzi della Siberia i quali danno l'aumento il più regolare in profondità ed il più concordante nei diversi punti della superficie.

Siamo obbligati a seguire Alessandro Humboldt ne' suoi viaggi in America, per trovare tra le ricerche più antiche qualche indizio più completo di altre cause le quali devono influire sul calore sotterraneo; intendiamo alludere alla natura generale dei luoghi, al clima, e soprattutto alla loro configurazione topografica. A parità di condizioni l'aumento di calore seguirà la stessa progressione semplice, così sovra un picco elevato come nelle grandi pianure? Seguirà la stessa legge sotto le nevi della Siberia come sotto le sabbie del Sahara? Ecco il problema che si deve sciogliere.

E sembra che l'attenzione degli scienziati si sia a tutta prima poco portata su questo lato della questione; ed infatti non pare che si sia punto sollevata nei documenti più antichi che noi conosciamo. Abbiamo tuttavia nelle memorie di Humboldt qualche fatto sul quale è d'uopo fermare la nostra attenzione.

Nelle miniere del Perù il cono del monte Hualgayoc elevato di 4093 metri sul livello del mare ed isolato su di un altipiano la cui altitudine media è da 3500 a 3600 metri, dà luogo alla profondità di 487 metri ad un aumento di temperatura di 14,3—7,8—6,5 centigradi corrispondentemente ad un grado circa ogni 75 metri di profondità.

Infine Humboldt parla ancora di una miniera situata presso Valenciana nella Nuova Spagna, a circa 2600 metri di elevazione; ivi la temperatura all'imbocco della miniera, la più profonda di quelle che si conoscono all'infuori di quelle della Siberia, sarebbe stata al momento dell'esperienza di 20 gr., 8, ed a 1339 metri di profondità di 29 gr., 4, d'onde l'aumento di un centigrado ogni 152 metri di profondità. Vuolsi tuttavia notare in presenza di questo fatto così straordinario che Humboldt non dice se la temperatura esterna fosse quella media o quella passeggera al momento dell'osservazione. Quest'ultima ipotesi è poco probabile stando al sistema allora seguito da Humboldt, ma avverandosi potrebbe modificare la media trovata.

Ad ogni modo queste osservazioni sembrano indicare che la legge d'aumento del calore debba variare nelle montagne e soprattutto nelle punte, ed è questo un fatto che può trovare spiegazioni semplicissime sulle quali ritorneremo più tardi. Noi troncheremo qui la esposizione dei fatti principali più antichi aventi relazioni colle ricerche intraprese nella prima metà di questo secolo; aggiungeremo che quelle

ricerche parevano ispirate non tanto dallo scopo scientifico di rendersi conto di uno dei più importanti fenomeni che regolano l'esistenza del nostro globo, quanto da un obiettivo pratico più diretto. Erano state emesse idee vaghe nel senso del riscaldamento delle serre e di quello degli stagni per impedire il gelo e la morte dei pesci; ma all'infuori di ciò non troviamo altre riflessioni o conclusioni che mirino ad uno scopo industriale, che tocchino, ad esempio, la questione pratica dello scavo e dell'esercizio dei pozzi e gallerie di miniere e dei *tunnels*. Quanto alle difficoltà che il calore poteva opporre a codesti lavori, non pare vi fosse questione. Humboldt ci dice bensì che certe gallerie della miniera di S. Bernardo nell'America Centrale si esercivano alla temperatura di 34 centigr., e che la miniera di Rayas era, a detta dei minatori, ancora molto più calda. Ma ad onta dei mezzi molto limitati di cui disponevasi a quell'epoca non sembra tuttavia siansi intravedute difficoltà straordinarie od avuti impedimenti temporarii per il fatto del calore sotterraneo.

Passiamo ora alle esperienze più recenti.

(Continua)

MECCANICA AGRARIA

RELAZIONE SU ALCUNE ESPERIENZE DI ARATRI

eseguite in settembre ed ottobre 1879 al tenimento di Solere appartenente al signor Conte Giulio Ripa di Meana presso Savigliano.

Nell'estate del 1879 la Direzione del Comizio Agrario di Savigliano, che conta fra i suoi membri più solerti ed intelligenti il signor conte Giulio Ripa di Meana, pensò alla convenienza di procedere in quel territorio a prove comparative sull'uso e sul lavoro di diversi aratri, affinché, oltre all'accertamento della bontà di questi strumenti ricavato dal solo uso pratico, si avesse anche una norma sulla quantità di lavoro effettivamente prodotto mediante l'impiego di una forza conosciuta e determinata. Queste esperienze furono eseguite nei mesi di settembre e di ottobre, nel tenimento di Solere presso Savigliano, di proprietà del conte Ripa predetto, e furono dirette dal prof. cav. M. Elia, che ne riferì i risultati alla R. Accademia d'Agricoltura di Torino.

Crediamo utile di riportare nel nostro giornale questi risultati, e per sunto la relazione che li accompagna.

Gli aratri sottoposti ad esperienza furono 20, cioè: Tomaselli Giacomo, Cremona, N. 11, 23, 23 3/4, 17 e 2. Sambuy, N. 2.

Fissore, Tortona, N. 2.

Sala, Voghera, N. 2, 3, 5.

Dotta, Bene, N. 1 piccolo e 2.

Salzotti, Bene, si provò un solo aratro.

Mana Biga, Solere, id.

Cosimini, aratro volta orecchi.

Eckert, marca T. C. I. con avantreno.

Martin Dunoyer, svizzero, piccolo aratro arrovesciatore.

Ramsomes e Sims, aratro *Prize plough* ed il bivomero Y. F. R. 3.

Aratro americano N. 5 del Comizio Agrario di Savigliano.

Per acquistare un concetto esatto della grandezza degli aratri sperimentati, si presero le dimensioni delle parti principali, le quali a meglio concretare le idee sono indicate nelle fig. 28, 29 e 30, cioè:

a, larghezza del vomero;

b, lunghezza id.;

c, distanza dalla muraglia allo spigolo inferiore dell'orecchio, presa nella parte posteriore;

d, id., presa all'unione del vomero coll'orecchio;

d, distanza dalla muraglia al punto più lontano dello spigolo superiore dell'orecchio;

l, lunghezza totale dell'aratro;
h, altezza massima dell'orecchio misurata dal suolo;
f, distanza dell'impugnatura della stegola al suo punto d'unione colla bure, misurata orizzontalmente;
g, altezza dell'impugnatura della stegola dal suolo.
 Alle quali si aggiunsero queste altre:
k, lunghezza della bure;
m, distanza fra le due impugnature delle due stegole per gli aratri a due stegole;

n, peso complessivo dell'aratro.

Nel quadro che segue sono riunite tutte le dimensioni precedenti pei diversi aratri sottoposti ad esperimento, indicando per ciascuno il nome del fabbricante, quello proprio dell'aratro, oppure la sua *marca*, e nella colonna delle osservazioni si registrarono le indicazioni relative alle parti accessorie: regolatore, rotella, scarpa; quelle relative al modo di attacco della catena alla bure, ecc.

Tabella delle dimensioni principali degli aratri sottoposti a prova.

FABBRICANTE	Numero e Marca dell'Aratro	DIMENSIONI											PESO complessivo dell'Aratro chilogr.	OSSERVAZIONI	
		CORPO D'ARATRO								STEGOLE					BURE lunghezza metri
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	Forma del vomere	Lunghezza <i>f</i>	Distanza <i>m</i>	Altezza dal suolo <i>g</i>			
		cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.		cent.	cent.	cent.			
Tomaselli Giacomo in Cremona	Demone N. 11	24	26	23,5	42	16	38	78	Triangolare	77	51	39,5	1,57	59,3	Con ruota d'appoggio regolatore e catena da tiro sotto la bure.
Idem	» » 23	24	28	27	45	16	36,5	90	Id.	78	52	40	1,65	54	Id. id. id.
Idem	» 23 3/4	25	31	28,5	46,5	16	36,5	97	Id.	78	57	44	1,68	68	Id. id. id.
Idem	Trentino Italia 17	22	25	24	40	15	29	68,5	Id.	74	55	43	1,45	33	Aratro semplice e senza catena da tiro.
Idem	Tomaselli 2	25	31	20,5	37	16	35	91	Id.	1,21	Una sola	1,30	1,83	64	Aratro semplice, con catena da tiro sotto la bure.
Sambuy in Lesegno	N. 2	23	30	23,5	36	20	30	89	Id.	1,42	45	85	1,60	70,4	Aratro semplice e senza catena da tiro.
Fissore a Tortona	» 2	26	38	28	42	20	32,5	92,5	Id.	1,20	64	85	1,66	80	Aratro semplice, con coltro fisso.
Sala in Voghera	» 2	24,5	32	27	41	17	33	87	Id.	1,30	57	89	1,76	69,4	Aratro semplice.
Idem	» 3	22	36	27,5	39,5	14,5	38	77,5	Id.	1,12	53	94	1,67	50	Id.
Idem	» 5	21	35	24	33	15	24	70	Id.	1,12	52	90	1,60	40	Aratro semplice, con coltro fisso e catena sotto la bure.
Dotta in Bene	» 1	25,5	32,5	27	43	15,5	31	87	Trapezia	1,50	51	83	1,58	57,4	Id. id. id.
Idem	» 2	26	44	26	44	17	31	96	Id.	1,50	55	79	1,65	71,2	Id. id. id.
Salzotti in Bene															Senza coltro.
Mana Biga Solere Savigliano															
Cosimini	Volt'orecchia	24	30	24	40		38	64	Triangolare	62	58	79	1,46	59	Aratro semplice.
Eckert in Berlino	T. C. I.	30	30	30	41	24	48	79	Trapezia	98	50	85,5	1,175	132,5	Con avantreno, con scalpello mobile d'acciaio. Peso: avantreno 39,50, aratro senza l'avantreno 93,00.
Martin Dunoyer Svizzera	Piccolo	17	26	16	30		30	80	Triangolare	92	53	78	1,50	37,5	Con ruota d'appoggio e catena sotto la bure.
Ransomes, Sims & Head, Inghilterra	Prize plough	20	30	30	50	12,5	30	140	Id.	2,25	70	100	1,85	144,3	Con due ruote d'appoggio.
Idem bivomere	Y. F. R 3	38	30	37	62	29	47	106	Trapezia	1,10	59	80		268	Con quattro ruote d'appoggio.
Aratro Aquila Americano	N. 5	29	33	27	41	29	34	83	Id.	56	64	89	1,56		Con ruota d'appoggio.

Osservazione. — Di tutti questi aratri debbono considerarsi come arrovesciatori per terreni compatti quello Ransomes, denominato *Prize plough*, quello Dunoyer svizzero, e pei terreni di media compattezza quelli Tomaselli, Sambuy, quelli del Fissore, del Dotta, del Mana Biga, del Salzotti, e per ultimo del Sala di Voghera, quantunque anche l'aratro Aquila americano sia adoperato in molte località, dove il terreno si presta all'impiego delle ultime sunnominate specie di aratri.

Quanto all'aratro Volt'orecchi, possiede una forma di orecchio troppo irregolare per essere considerato come perfetto in riguardo ad un esatto arrovesciamento, ma egli è utile in quei terreni in pendio, nei quali si vuole rovesciare sempre dallo stesso lato, oppure quando si vuole praticare i solchi ognora adiacenti l'uno all'altro, camminando nel verso contrario.

L'orecchia dell'aratro Ransomes a 2 corpi è elegante, svelta, con curvatura razionale continua ed atta alla lavorazione

Tabella delle esperienze eseguite e dei risultati ottenuti.

Data della prova	NOMENCLATURA degli Aratri	Solco praticato		Lunghezza del solco aperto durante l'esperimento	Tempo impiegato a praticarlo	Forza traente	OSSERVAZIONI
		Larghezza	Profondità				
		cent.	cent.	metri	m. 1'	chilogr.	
1879 Settembre	Bivomero Ransomes Y. F.						
9	R. 3.	70 (a)	22	116,78	5'	308	(a) Larghezza di 2 solchi. Terreno già dissodato, aiuole fra gelsi.
»	Id.	70 (a)	22	109,80	5'	340	Terreno di media compattezza, leggermente umido, già dissodato.
10	Eckert	25	30	55,78	2'	296	Esperienze eseguite in un campo da dissodare dopo il raccolto del grano e da prepararsi per la meliga, in primavera 1880.
»	Id.	25	23,5	115,00	4'	265	Id.
»	Id.	25	21	127,24	3' 1/2	256	Id.
»	Fissore di Tortona N. 2.	30	22	123,75	3' 1/2	257	Id.
»	Id.	30	21	106,32		251	Id.
»	Mana-Biga	30	24	52,29		266	Id.
»	Id.	26	23	87,15	2' 1/4	235	Id.
»	Id.	26	23	134,21	3' 1/2	257	Id.
»	Bivomero Ransomes Y. F. R. 3	70	26	88,89	4'	409	Id.
»	Id.	70	25	57,52	2' 1/4	395	Id.
»	Ransomes Priz Plough	26	22	101,09	2' 1/2	212	Id.
11	Sambuy N. 2	26	22	108,07	3'	205	Id.
»	Id.	26	22	104,58	3'	184	Id.
»	Sala di Voghera N. 2	30	17,5	104,58	4'	222	Id.
»	Id.	30	17,5	94,12	3'	213	Id.
»	Id. N. 3	26	15	142,93	4' 1/2	196	Id. — Quest'aratro ha un orecchio lungo che arrovescia male, schiaccia la terra e la rompe.
»	Id. N. 5	26	12	127,24	4' 1/2	182	Id. — Rivolta meglio che il precedente N. 3.
»	Dunoyer piccolo	20	17	109,81	4'	160	Id.
»	Cosimini Volt'orecchia	14	30	144,67	4' 1/2	214	Id.
12	Tomaselli Demone 23 3/4	30	18,5	47,06	2' 3/4	231	Id.
»	Id.	26	23	87,15	2' 1/2	222	Id.
»	Id.	26	21	106,32	4' 1/2	228	Id. — ma terreno più compatto ed asciutto.
»	Id.	25	27	88,89	3' 1/2	304	Id.
»	Id.	26	28	47,06	3'	312	Id.
»	Id. Demone 11	26	25	111,55	3' 1/2	273	Id. — ma terreno più sollo ed asciutto.
»	Id. Demone 23	25	24	87,15	2' 1/4	258	Campo a maggese dopo il grano e da dissodare per la coltivazione della meliga in 1880: asciutto.
»	Id. Trentino Italia 17	25	21	104,6	3'	191	Id.
»	Dotta, Bene, N. 1	23	20	87,15	3'	254	Id. — ma meno asciutto per pioggia caduta.
»	Id. N. 2	23	23	87,15	2' 1/2	298	Id.
»	Id. N. 2	22	23	69,72	2'	289	Id.
»	Salzotti, Bene.	25	20	139,44	4'	245	Id.
»	Id.	25	20	69,72	2'	252	Id.
»	Aratro Americano	22	21	69,72	2'	224	Id.
»	Comizio di Savigliano	22	23	87,15	3'	237	Id.

Esperienze. — Le esperienze si eseguirono in tre condizioni differenti di suolo:

a) In un campo vuoto dopo il frumento, di natura argillo-sabbiosa, quindi di media compattezza. Perdurando la

siccità dal mese di giugno il terreno era assai asciutto. Questo campo presentava quindi condizioni molto appropriate per l'impiego della maggior parte degli aratri sovra menzionati.

b) In un campo in cui già eransi praticati i lavori preparatori, e che perciò più non richiedeva che l'ultima aratura pei lavori di semina. Questo campo era lavorato a larghe aiuole ed era coperto da gelsi disposti in filari. Le condizioni del terreno erano quindi assai appropriate per l'impiego del bivomere.

c) In un campo in cui era più largamente rappresentata la sabbia, ed in cui incontravasi anche qualche ciottolo, perciò il terreno si mostrava più arido che nei campi precedenti; come il 1° campo, era vuoto dopo la messe e non ancora lavorato.

Lo strumento impiegato per riconoscere la grandezza della forza sviluppata dalle bestie da tiro ed il lavoro in chilogrammetri è il dinamometro integratore di Benthall (fig. 31), appartenente al Museo Industriale Italiano.

Come si sa questo dinamometro è specialmente adatto per questo genere di prove, e si può anzi dire che fu costruito apposta per ciò. Esso permette di osservare durante il cammino dell'aratro lo sforzo sviluppato dagli animali da tiro, e se non registra direttamente il lavoro in chilogrammetri, che è necessario per l'apertura del solco, ci dà il tracciamento di una linea elicoidale (elica cilindrica) sopra un foglio di carta avvolto ad un tamburo cilindrico, le cui ordinate sono proporzionali al lavoro in chilogrammetri sviluppato durante l'osservazione o la prova. La fig. 32 ci rappresenta la parte del dinamometro Benthall, destinata al tracciamento del diagramma in questione.

Questo strumento al ritorno delle prove fu tarato dal prof. Elia, ed ecco come egli si esprime a questo riguardo:

« Nella sala delle esperienze meccaniche del R. Museo Industriale si è proceduto, dopo il ritorno dello strumento da Savigliano, alla determinazione del suo taramento attaccando al gancio di trazione un peso di chilogrammi 179,2, che ha fatto comprimere le molle a bovo di una quantità accusata dalla graduazione segnata sulla barra passante pel loro asse e corrispondente appunto alla grandezza del peso applicato. In seguito, mantenendo costante il peso da ritenersi equivalente ad uno sforzo di trazione, si misero in comunicazione la ruota motrice R colla vite V, coi dischi D, d, e col tamburo T, sul quale erasi avvolta la carta per ricevere il diagramma segnato dalla punta della matita (fig. 33), facendo girare la ruota R 100 volte, il che permise di ricavare i seguenti dati:

« Lunghezza dell'ascissa per 100 giri della ruota motrice	m.	0,107
« Peso applicato alle molle od al gancio di trazione	chg.	179,20
« Diametro della ruota motrice R	m.	0,555
« Sviluppo della ruota motrice	»	1,743
« Lavoro in chilogrammetri per giri 50 della ruota	»	15617,3
« Ordinata del diagramma per 50 giri della ruota R	»	0,086
« Chilogrammetri per ogni millimetro dell'ordinata	»	184,6

I risultati delle esperienze sono consegnati nel quadro della pagina precedente.

Da questo quadro si può dedurre una classificazione degli aratri provati, in ordine alla grandezza della forza necessaria, per aprire, in un terreno di eguale natura ed in condizioni identiche, un solco in relazione colla forma dell'aratro; ma per fare questo, bisogna prima ricercare quale sia la superficie della sezione trasversale di ciascuna fetta di terra arrovesciata da ciascun aratro, espressa ad esempio in centimetri quadrati; perchè il volume di terra tagliata ed arrovesciata dall'aratro per un'ugual lunghezza di solco è proporzionale alla grandezza della sezione della fetta.

È per questa ragione che s'è tenuto conto della larghezza della fetta e della profondità del lavoro. Ciò posto, ricercando il rapporto tra la forza sviluppata dalle bestie da tiro per aprire un solco di sezione che fu misurata e la grandezza della sezione, si avrà la quantità di forza impiegata rispetto a ciascun centimetro quadrato della sezione di ciascuna fetta.

È evidente che sarà tanto più efficace un aratro, quanto minore riescirà questo rapporto; ora, trovando colla scorta dei dati contenuti nel quadro precedente i rapporti tra la forza e la sezione della rispettiva fetta di terra tagliata ed arrovesciata, si compilò il quadro che segue, in cui a tutti gli aratri provati vennero apposti dei numeri denominati *numeri di classificazione* e che si possono ritenere corrispondenti alla graduazione in ordine all'economia della forza, rispetto alla grandezza del lavoro utile ottenuto per determinate sezioni di solco.

Un'osservazione si potrebbe fare ad una classificazione così ottenuta, ed è che per essere esatta i risultati delle esperienze dovrebbero riferirsi ad una ugual profondità di lavoro, perchè la resistenza che l'aratro incontra nell'aprirsi di un solco cresce piuttosto rapidamente a misura che questo si fa più profondo, quindi per ugual larghezza di fetta gli sforzi per solchi di 12 cm., e di 28 cm., non sono punto proporzionali a queste stesse profondità. Ma come ognuno sa, dato l'orecchio di un aratro è data la larghezza e la profondità della fetta che l'aratro deve rivoltare per compiere il suo lavoro nelle migliori condizioni possibili, e se è vero che si può variare l'altezza della fetta, purchè si faccia variare corrispondentemente la larghezza in modo che rimanga costante il rapporto fra queste due dimensioni, ciò non si può fare che entro limiti assai ristretti, se si vuole che non scapiti troppo la bontà del lavoro, e l'effetto utile dello strumento (*).

(*) Chi desiderasse far conoscenza colla *teoria dell'aratro* può trovarla nell'articolo *Attrezzi e strumenti agrari* nell'ENCICLOPEDIA DELLE ARTI E DELLE INDUSTRIE, redatto con molta cura dall'ing. G. Fettorappa. Partendo dal modo col quale l'aratro stacca le fette successive, le rivolta e dispone le une sulle altre, l'A. sale gradatamente a discorrere delle diverse parti di cui si compone questo importante strumento, il quale fu a giusto titolo prescelto come simbolo di civiltà. Di queste di-

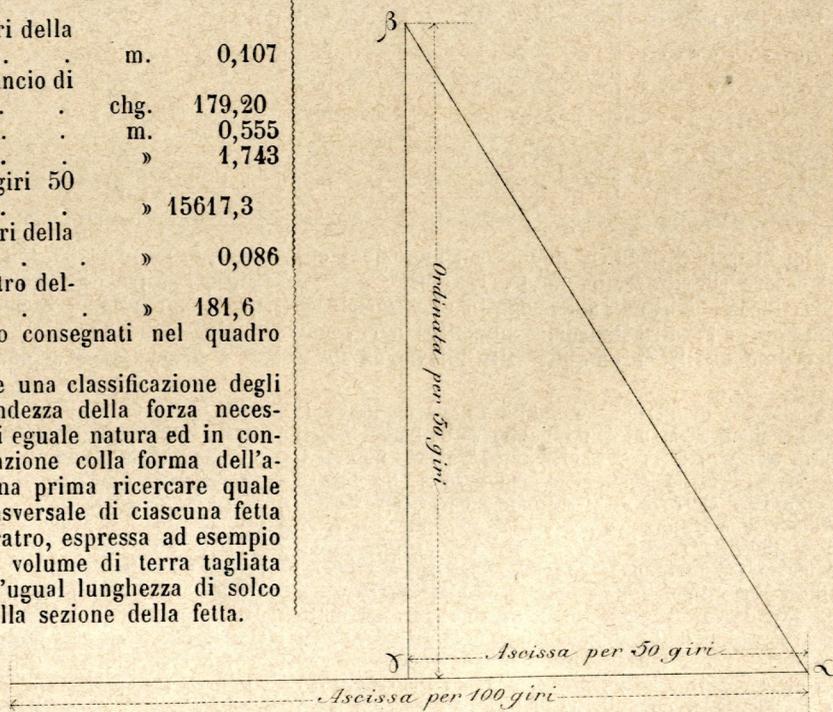


Fig. 33.

DENOMINAZIONE degli Aratri	Dimensioni della fetta	Superficie della sezione della fetta	Forza di trazione impiegata per tagliare ed arrovesciare la fetta	Rapporto tra la forza e la superficie della sezione della fetta	Numeri di classificazione
	cent.	cent. quad.	chilogr.		
Bivomero Ransomes Y. F. R. 3	70 × 22	1540	308 - 340	0,21	1
Id.	70 × 25	1750	395	0,22	
Id.	70 × 26	1820	409	0,22	
Sambuy N. 2	26 × 22	572	205 - 184	0,34	2
Eckert T. C. I.	25 × 30	750	296	0,39	6
Id.	25 × 23,5	587,5	265	0,42	9
Id.	25 × 21	502,5	256	0,51	15
Fissore	30 × 22	660	257	0,39	6
Id.	30 × 21	630	251	0,40	7
Mana-Biga	30 × 24	720	266	0,37	5
Id.	26 × 23	598	235 - 257	0,41	8
Ransomes Prize plough ..	26 × 22	572	212	0,35	3
Sala N. 2	30 × 17,5	525	222 - 213	0,42	9
Id. 3.	26 × 15	490	196	0,40	7
Id. 5.	26 × 12	312	182	0,58	20
Dunoyer piccolo	20 × 17	340	160	0,40	7
Cosimini Volt'orecchia ..	14 × 30	420	214	0,51	15
Tomaselli 23 3/4	30 × 18,5	435	231	0,53	16
Id. id.	26 × 23	598	222	0,37	5
Id. id.	26 × 21	546	228	0,42	9
Id. id.	25 × 27	675	304	0,45	11
Id. id.	26 × 28	728	312	0,43	10
Id. 23	25 × 24	600	258	0,43	10
Id. 17	25 × 21	525	191	0,36	4
Id. 11	26 × 25	650	273	0,42	9
Dotta 1	23 × 20	460	254	0,55	17
Id. 2	23 × 23	529	298	0,57	19
Id. id.	22 × 23	516	289	0,56	18
Salzotti	25 × 20	500	245 - 252	0,50	14
Americano	22 × 21	462	224	0,48	13
Id.	22 × 23	506	237	0,46	12

Il prof. Elia fa quindi seguire alcune considerazioni che meritano di essere riferite testualmente. Eccole:

« Nella classificazione ottenuta in seguito alle esperienze tiene il primo posto l'aratro Ransomes bivomere a cui succedono per ordine quelli di Sambuy, di Ramsomes *Prize*

verse parti analizza gli uffici, e ne studia in conseguenza le forme e le dimensioni, fermandosi specialmente sull'orecchio, il quale fornì già tanta materia di studio ai teorici ed ai pratici, ai meccanici ed agli agricoltori. Non ci è noto se un lavoro altrettanto completo si trovi in altre opere, certo è però che il lavoro dell'ing. Fattarappa ha fra gli altri il merito di riferirsi quanto gli occorre, agli aratri nostrani, che ognuno conosce o può conoscere quando lo voglia, senza ricorrere eternamente agli esempi stranieri non sempre meglio appropriati. Così l'antico aratro Novarese gli serve assai opportunamente per dimostrare l'origine delle singole parti dell'aratro, per seguirne le successive trasformazioni, onde può in seguito discorrere in modo chiaro e preciso dei difetti che più generalmente s'incontrano negli aratri comuni. Un altro merito dell'A. è quello di conoscere l'industria agraria non solo per scienza, ma anche per esperienza, e quindi ha potuto trattare l'argomento nei particolari più minuti, che facilmente sfuggirebbero a chi non conosce la parte pratica.

G. S.

plough, i due aratri di Tomaselli 17 e 23 3/4, quello di Mana Biga, l'aratro di Eckert, di Fissore, di Dunoyer, del Sala, quello americano, e finalmente quelli del Salzotti, del Cosimini e del Dotta.

« A maggiore schiarimento dell'abontà relativa dei diversi aratri indicata dai numeri di classificazione, si dirà che la forza impiegata fu maggiore in quegli aratri, nei quali la forma dell'orecchia si prestava meno bene al sollevamento ed all'arrovesciamento, poichè era questo accompagnato da uno schiacciamento e talvolta anche da rottura della fetta di terra, i cui frantumi cadendo nel solco lo lasciavano meno netto.

« Queste circostanze si verificarono particolarmente nell'aratro del Sala, N. 5, in quelli americano, del Salzotti, di Cosimini e del Dotta.

« Egli è assai a temersi che in terreni più compatti questi aratri lavorino ancor più svantaggiosamente di quanto accadde a Solere.

« La costruzione dell'orecchio approssimantesi alla forma elicoidale, la buona disposizione del regolatore, le proporzioni convenienti tra la profondità e larghezza del solco, dipendenti dalla facilità e possibilità che presenta quest'ul-

timo apparecchio, di ottenere il rapporto più conveniente fra queste dimensioni, sono tutte cause che hanno influito sulla grandezza dello sforzo di trazione.

« Si portò pure l'attenzione sulla forma del regolatore e questo invero si è dimostrato il più solido, più facile a maneggiare o a disporre per la richiesta larghezza e profondità di solco nei due aratri inglesi di Ransomes, i quali accoppiano una costruzione ingegnosa ad una solidità che soddisfa a tutte le esigenze. Pur troppo l'aratro *Prize plough* ad un corpo d'aratro non si confà alle terre delle nostre regioni ed è atto solo ai terreni molto compatti, e d'altra parte è assai pesante, ed il suo costo piuttosto elevato; è però ammirabile in merito alla sua struttura e connessione assai razionale di tutte le parti, talché si può dire essersi in esso riunito uno spirito pratico alla perfezione meccanica.

« Anche l'aratro Ransomes bivomere è solido, equilibrato e molto perfetto.

« Dopo esso devono citarsi l'aratro Sambuy N. 2, dotato di un buon sistema di regolatore, e quelli di Tomaselli, nei quali quest'ultimo apparecchio è più complicato e meno facile di maneggio del Sambuy.

« In complesso poi, si deve fare elogio della tendenza dei nostri costruttori di macchine agricole, a introdurre sempre maggiori perfezionamenti negli aratri, e a questo elogio, che ha per iscopo di incoraggiarli nella via intrapresa, si aggiungono poche considerazioni.

« Le esperienze eseguite hanno dimostrato che danno il migliore effetto quegli aratri nei quali l'orecchio possiede una costruzione che permette un facile sollevamento ed arrovesciamento della fetta di terra, fino ad un angolo non troppo lontano dai 135 gradi per i terreni compatti, alquanto al disotto per quelli di media compattezza; ma, eccettuato il caso di terreni sabbiosi, la forma di questa parte essenziale dell'aratro non deve allontanarsi di molto dalla superficie elicoidale.

« In essi trovansi riunite le condizioni di solidità, di forma razionale di orecchio, di facile maneggio e facoltà di regolarli tanto orizzontalmente che verticalmente; essi possiedono la stabilità voluta se adoperati ad aprire un solco in un terreno di uniforme compattezza e piano alla superficie, sono facili a tenere o rimettere a sito nell'incontro di ostacoli accidentali, e perciò meritano di esser presi a modello nella costruzione di nuovi aratri se vuolsi effettivamente giovare alla nostra agricoltura ».

Esperimenti sul coltivatore. — Uno strumento succedaneo all'aratro, è il *Coltivatore*, il quale non rovescia il terreno tagliato in fette regolari, ma lo smuove semplicemente e taglia le radici delle erbe cresciute alla superficie. Questo strumento rende ottimi servizi quando per le piogge cadute tra l'ultima aratura e la semina del grano, il terreno si è alquanto costipato alla superficie, epperò conviene renderlo sollo senza portare al disopra quello già concimato e preparato che forma la parte inferiore dello strato arabile.

Reputatissimo è il *Coltivatore di Coleman*, e su questo il prof. Elia istituì pure delle esperienze. Esse ebbero luogo nella stessa località, cioè nel tenimento di Solere, ed in un campo lavorato a larghe aiuole divisi da filari d'alberi. Il *Coltivatore* si fece lavorare in un'aiuola sulla quale già si erano praticati i lavori preparatori, solo che nelle parti più superficiali del terreno erasi formata la crosta, e la vegetazione avventizia cominciava a svilupparsi; poi in un'altra aiuola soda e coperta di vegetazione avventizia.

Ecco i risultati ottenuti:

Campo da dissodare. — 1^a prova.

Larghezza del lavoro	cent.	90
Profondità media del lavoro	»	10
Lunghezza su cui si misurò lo sforzo di tiro metri		81.264
Lavoro sviluppato	Chg. metri	12167.2
Sforzo di trazione medio	chilog.	149.7
Tempo impiegato	min. primi	4

2^a Prova.

Larghezza del lavoro	cent.	90
Profondità media del lavoro	»	10

Lunghezza su cui si misurò lo sforzo di tiro metri		57.519
Lavoro speso	chg. metri	9806.1
Sforzo di trazione	chilog.	170.5
Tempo impiegato	min. primi	2 1/2

Campo dissodato e già lavorato. — 1^a prova.

Larghezza del lavoro	cent.	90
Profondità media del lavoro	»	12
Lunghezza percorsa	metri	76.692
Lavoro speso in chilogrammetri		7082.4
Sforzo di trazione	chilog.	92.3
Tempo impiegato	min. primi	3

2^a Prova.

Larghezza del lavoro	cent.	90
Profondità media del lavoro	»	12
Lunghezza percorsa	metri	104.04
Lavoro speso in chilogrammetri		11622.40
Sforzo di trazione	chilog.	111.7
Tempo impiegato	min. primi	4

Risulta da queste prove che per la condotta in lavoro dello strumento basta una coppia di bestie da tiro per le profondità medie, non solo, ma dallo sforzo richiesto per la profondità raggiunta, si può argomentare che anche a 15 o 16 cent. può bastare una coppia sola in un terreno non troppo costipato, e quando si rifletta alla larghezza di terreno smosso in ciascun viaggio ed alla conseguente celerità colla quale si può provvedere alla preparazione definitiva dei terreni per la semente, non deve far sorpresa se già alle prime prove fu ammirato dagli stessi contadini che ne apprezzarono il lavoro, la solidità, la facilità di condurlo e di poterlo regolare.

TECNOLOGIA INDUSTRIALE

I FORNI A GAS E I COMBUSTIBILI ITALIANI

Monografia dell'ingegnere CELSO CAPACCI

Veggansi le tav. XI, XII e XIII.

(Continuazione del Capitolo III).

§ 2. — Purificazione del gas dei gasogeni.

Dal capitolo secondo, ove ho fatto conoscere la composizione dei gas per ogni dato combustibile, è facile trarre il criterio se e quali sono i gas che necessitano la purificazione.

Noi abbiamo visto infatti che i gas del coke, del carbone di legno e del litantrace sono puri e ricchi in materie combustibili. Contengono del vapor acqueo corrispondente all'umidità del combustibile sottoposto alla purificazione, ma la cui proporzione è sempre minima.

Per questi gas dunque non si richiede nessuna purificazione, la quale d'altra parte avrebbe anzi l'effetto di condensare gli idrocarburi, che sarebbero così tolti agli elementi combustibili.

Di più è evidente a priori che si devono bruciare questi gas subito all'uscita del gasogeno, in modo da utilizzare la temperatura da essi posseduta (600 a 900°), e così utilizzarla nell'accrescerne la temperatura di combustione.

Vedremo più tardi però come questa considerazione scemi di valore quando s'impieghi un forno ove si opera la ricuperazione del calore anche a vantaggio dei gas (Siemens).

I gas delle ligniti, della torba e del legno, abbiamo veduto invece come sieno spesso carichi di impurità ed a bassa temperatura. Le impurità principali provengono dal vapor acqueo, dall'acido pirolegnoso, dallo spirito di legno, ecc., tutti prodotti non combustibili, la cui presenza diminuisce la combustibilità dei gas, e nella combustione poi assorbe inutilmente una quantità considerevole di calore.

La bassa temperatura dipende da ciò che nel gasogeno buona parte del calorico sviluppato nella zona di combustione è stato impiegato a produrre l'essiccamento e la distillazione del combustibile negli strati superiori, e la decomposizione di una parte del vapor acqueo.

Di fatto questi gas, opachi, freddi, umidi, impuri, al loro uscir dal gasogeno sono difficilissimamente combustibili ed in ogni caso la loro temperatura di combustione è talmente bassa da poter esser difficilmente utilizzata nelle industrie.

Oltre di ciò, anche supposto che questi gas potessero applicarsi nei forni metallurgici, ne sarà sempre vietato l'impiego dalla forte proporzione di vapor acqueo in essi contenuto, giac-

chè questo vapore a contatto del ferro portato ad elevata temperatura, si decompone ed ossida il metallo, la qual decomposizione induce anche abbassamento notevole di temperatura.

Nei casi dunque della gassificazione della lignite, della torba e del legno, chiaramente appare la necessità della purificazione dei gas corrispondenti.

Lo scopo precipuo degli apparecchi destinati all'epurazione di questi, sarà quello di condensare il vapor acqueo ed i vapori non combustibili in essi contenuti.

È evidente che quest'effetto si otterrà col solo raffreddamento.

Il primo di tali apparecchi è il tubo di raffreddamento di Siemens, il quale è interposto fra il gasogeno e gli apparecchi di rigenerazione del calore. Questo tubo è in lamiera di ferro, di grande diametro, sospeso nell'aria ad una certa altezza da terra e leggermente inclinato verso un pozzetto ove si raccolgono i prodotti condensati.

Questo tubo, che fu in prima applicato al solo scopo di non esser obbligati a porre i gasogeni al disotto del livello dei forni, più tardi, coll'impiego dei combustibili inferiori, addimòstrò la sua utilità come raffreddatore e condensatore dei vapori non combustibili, tantochè anche in Inghilterra vien designato col nome di *cooling tub*.

Ma il raffreddamento, indotto nei gas da questo tubo, non solo ha per effetto di farne condensare i vapori, ma anche quello di aumentarne l'aspirazione diminuendone la temperatura avanti del loro arrivo alle camere di ricupero del calore.

Ognuno conosce la disposizione adottata da Siemens. Da una coppia di gasogeni sorge il tubo raccoglitore verticale, da cui ad una certa altezza si diparte il tubo di raffreddamento orizzontale, dal quale poi scende un terzo braccio verticale che va alle camere piene di mattoni. Noi abbiamo dunque la disposizione di un sifone nel quale, per assicurare l'aspirazione dei gas oltre il raffreddamento di essi, conviene anche che il braccio verticale discendente sia più corto di quello verticale ascendente o raccoglitore.

Il raffreddamento nel *cooling tub* è abbastanza attivo per le seguenti ragioni. Esso è costruito di lamiera di ferro, la quale trasmette bene il calore; è poi esposto isolato nell'aria che ne lambisce tutta la superficie e gli toglie il calore; ha infine un diametro assai grande, in modo che la velocità del gas è rallentata e quindi il soggiorno in esso accresciuto.

La misura dell'efficacia del raffreddamento ottenuto con questo tubo si ha dalle cifre seguenti:

Il gas esce dal gasogeno alla temperatura di . . . 600°
Il gas, dopo aver circolato nel raffreddatore, arriva al ricuperatore con una temperatura di . . . 150° a 200°

Dunque il raffreddamento prodotto dal *cooling tub* è di 450° a 400°

In pratica la disposizione di Siemens ha corrisposto bene anche coi combustibili inferiori.

Per il litantrace però, il cui gas ha natura tale da non richiedere il raffreddamento, è evidente che con questo noi condenseremo anche una parte degli idrocarburi. Del resto questo inconveniente è sempre compensato, al punto di vista dell'effetto calorifico, dal vantaggio della ricuperazione del calore.

Giova osservare a questo proposito che nelle officine ove la disposizione del suolo e dei fabbricati lo permette, si mettono i gasogeni al disotto del forno, in modo da mandare direttamente il gas alle camere di ricupero. Con questa disposizione si sopprime il *cooling tub* e così si ha una rilevante economia nell'impianto.

Per tal guisa gl'idrocarburi non più raffreddati, entrano allo stato gassoso nei rigeneratori; quivi sono probabilmente dissociati e quindi vanno al forno. È chiaro che con questa disposizione si utilizza nel forno anche il calore corrispondente alla combustione degli idrocarburi.

Del resto anche nel caso dei gas prodotti dai combustibili inferiori è evidente che insieme ai vapori non combustibili noi condenseremo buona parte degli idrocarburi, ma d'altronde il vantaggio della purificazione seguita dalla ricuperazione del calore è così certo ed evidente, che tale obbiezione non può avere nessun valore.

Passiamo ora ad esaminare gli altri metodi di purificazione.

Apparecchio Lundin. — Federigo Lundin, direttore della fonderia di Munkfors (Wermland) in Svezia, ha inventato fin dal 1865 un forno per servire al riscaldamento del ferro, impiegando come combustibile la segatura di legno. Il gasogeno ove questa è gassificata è stato descritto al capitolo sulla produzione del gas. Il forno è del sistema Siemens, a rigenerazione di calore. Noi dobbiamo ora esaminare l'apparecchio da esso impiegato onde purificare il gas prodotto dalla segatura.

Questa contenendo dal 30 al 50 0/0 di acqua, dà un gas molto ricco in umidità e che quindi, oltre essere poco o punto combustibile, ossiderebbe poi troppo il metallo.

L'apparecchio inventato dal Lundin ha dunque per iscopo di raffreddare il gas e condensare l'umidità in esso contenuta, ciò che si ottiene ponendolo in contatto coll'acqua fredda suddivisa (tav. XIII, fig. 4).

Il gas uscendo dal gasogeno A passa nel tubo C per il quale scende nella *cassa di condensazione*. Questa si compone di due parti.

La parte inferiore B è parallelepipedica, di sezione assai maggiore a quella del tubo, in modo che in essa il gas diminuisce la sua velocità ed accresce il suo soggiorno. Dal fondo superiore della cassa sporgono delle rose s, cui l'acqua sotto pressione (carica di 4^m,16) arriva dal tubo P. In faccia ad ogni rosa trovasi un pezzo metallico, su cui battono con forza i filletti d'acqua in guisa da sparpagliarsi ancor maggiormente e polverizzarsi. Per tal modo il gas viene in intimo contatto coll'acqua fredda che gli sottrae rapidamente il calore.

Per completare l'azione di raffreddamento e condensazione, allato e superiormente alla cassa ora descritta se ne trova una seconda D la quale è ripiena di un reticolato di barre di ferro. Su queste cade dal tubo q una pioggia continua d'acqua che è costretta quindi a sparpagliarsi ed a venire in intimo contatto col gas, il quale è obbligato a salire nella cassa mentre la pioggia vi cade, in guisa che all'azione della pioggia si combina quella del moto ascensionale di esso, il che ne rallenta la velocità e quindi prolunga l'azione di purificazione.

Il gas uscendo purificato dalla cassa di condensazione, entra nel tubo T che lo conduce alla *cassa di distribuzione* S da cui, mediante apposite valvole, è inviato al condotto Z che lo porta al forno Siemens D, oppure, quando il caso lo richieda, è inviato nel tubo V che lo scarica nell'atmosfera.

Ecco i dati numerici relativi al funzionamento di questo apparecchio:

Temperatura dei gas all'uscire dal gasogeno	400°
Vapore acqueo contenuto, per cento	33
Temperatura dei gas all'entrare nel condensatore	350°
Temperatura dei gas all'uscire dal condensatore	22° a 23°
Vapore acqueo contenuto nel gas all'uscire dal condensatore (saturato a 23°), per cento	2
Vapore acqueo condensato nel condensatore, per cento di gas	31
Consumo d'acqua nel condensatore per minuto primo, litri	7,600
Temperatura dell'acqua all'entrare nel condensatore	2°
Temperatura dell'acqua all'uscire dal condensatore	25°

L'effetto finale ottenuto si è quello di avere un gas raffreddato a 23° e contenente solo 2 0/0 di umidità.

Questo ha dato nei forni Siemens risultati eccellenti.

Tali cifre non hanno bisogno di commenti e servono a dimostrare l'efficacia completa dell'apparecchio Lundin.

Oltre all'efficacia noi dobbiamo anche porre mente alla sua semplicità di costruzione e facilità d'impianto.

Giova anche osservare come, visti i buoni risultati ottenuti con questo apparecchio, per un gas così ricco in umidità, come quello della segatura di legno, ne segue che a più forte ragione l'apparecchio sarà efficacissimo per la purificazione di quello ottenuto da combustibili meno umidi, quali la lignite, il legno fossile, la torba ed il legno.

Difatto, l'apparecchio Langlade, derivato di quello Lundin, ha dato buoni risultati con alcuni di detti combustibili.

Il processo Langlade già descritto, parlando della purificazione dei gas degli alti forni, è stato dall'inventore recentemente applicato con successo alla purificazione di quelli dei gasogeni.

A Assailly (Loira) il Langlade ha applicato colla massima facilità il suo apparecchio ad un impianto già esistente, di due forni a pudellare muniti di gasogeni Siemens, alimentati col litantrace.

Al tubo di raffreddamento orizzontale (*cooling tub*) sono connessi due tubi compressori verticali ove l'acqua cade in pioggia ed i gas discendono. Allato ai compressori si trovano le due casse quadrate contenenti il reticolato di barre di ferro e dove i gas salgono e l'acqua cade in pioggia e si sparpaglia.

Dall'alto poi dell'anticompressore parte il tubo che conduce il gas purificato al forno.

L'applicazione di questo processo è dunque semplicissima. La sua efficacia si è dimostrata completa sia pei gas di litantrace, ma soprattutto per quelli di lignite, torba e legno, pei quali anche è stato con vantaggio sperimentato.

Anche il processo Belani già descritto, parlando della purificazione del gas degli alti forni, potrà essere applicato con vantaggio all'epurazione di quello dei gasogeni.

Il suo impianto è semplice e poco costoso, soprattutto quando sia un poco modificato.

Conviene ora fare alcune osservazioni su questi due ultimi processi, Langlade e Belani, considerati al punto di vista della loro applicazione alla purificazione del gas dei gasogeni.

Difatto essi, applicati primamente alla purificazione dei gas degli

alti forni, ritengono i tratti caratteristici richiesti a questo scopo, soprattutto per la precipitazione della polvere asportata da essi.

Ora i gas dei gasogeni contengono raramente polvere in sospensione, e se qualche poco ne hanno, essa si depositerà nell'apparecchio senza bisogno di dedicarne una parte a questo scopo speciale.

Così mentre l'apparecchio Langlade potrebbe esser ricondotto alla primitiva disposizione di quello Lundin, d'altra parte in quello Belani potrebbe esser soppresso il focolare intermedio, la cui utilità non è ben dimostrata.

Del resto poi si potrebbe comporre un apparecchio analogo ai precedenti, prendendo ad ognuno rispettivamente il buono

Per ottenere il pronto raffreddamento del gas è evidente che sarà meglio rendere intimo e prolungare quanto si può il contatto del medesimo coll'acqua fredda. Ora a questo risultato si arriva certamente con efficacia, impiegando il polverizzatore del Belani piuttosto che un'altra disposizione. Se dunque le condizioni e la posizione relativa degli apparecchi lo consentono, sarà da preferire il tubo polverizzatore del Belani, altrimenti si ricorrerà alla cassa a rose del Lundin.

Quanto poi alla seconda parte dell'apparecchio, cioè dire il condensatore vero e proprio, mi pare che l'anticompressore col suo reticolato di barre di ferro del Lundin, sia preferibile al serpentino del Belani.

Non dimentichiamo anche che l'intromissione di questi apparecchi fra il gasogeno ed il forno, ha per effetto di diminuire il tiraggio, ma a quest'inconveniente è ovvio il rimediare, sia col riscaldamento preventivo del gas avanti d'introdurlo nel forno (Siemens), sia aumentando l'aspirazione del camino.

§ 3. — Considerazioni sulla purificazione dei gas.

Concluderemo dicendo come coi processi di purificazione susposti si ottenga un gas puro, di composizione costante, e perfettamente combustibile, astrazione fatta dal combustibile che lo ha generato, dimodochè il gas di un combustibile di natura inferiore, convenientemente purificato, sarà perfettamente paragonabile a quello ottenuto dai migliori carboni.

Questo risultato è di un'importanza colossale, specialmente per noi che abbiamo combustibili scadenti, i quali difficilmente possono venir utilizzati nella metallurgia e nelle altre industrie a causa della loro bassa temperatura di combustione, ed i cui gas poi sono impuri e poveri. Il mezzo dunque che ci permette di purificarli e arricchirli e renderli paragonabili ai migliori, ha certamente un gran valore.

Riguardo alla qualità dei gas noi conosciamo dunque oggi i mezzi di emanciparsi dalle sogezioni di un combustibile scadente, e la sola differenza che passerà fra l'impiego del litantrace o degli altri combustibili inferiori (lignite, torba, legno), risiederà in ciò che di questi dovremo impiegare maggior quantità, quanto minore è la proporzione di gas combustibile che essi possono dare in un gasogeno.

Infatti è evidente che un gas impuro, dopo la purificazione diminuirà di volume in ragione della quantità degli elementi condensati, e quindi per ottenerne un dato volume abbisognerà tanta maggior quantità di combustibile quanto minore è la proporzione di sostanze combustibili ($CO + H$), ch'esso è suscettivo di produrre in un gasogeno.

Ripeterò inoltre che la purificazione è necessaria ogniqualvolta si hanno gas impuri, la cui combustibilità è difficile, la temperatura di combustione bassa, e l'azione nelle materie introdotte nel forno (ferro, vetro, soda) dannosa.

Nè mi si opponga che colla purificazione si condensano alcuni idrocarburi combustibili, la cui proporzione è ben piccola nel gas ottenuto dai combustibili inferiori; perchè i vantaggi della purificazione sono tali che in faccia ad essi questo piccolo inconveniente non ha nessuna importanza.

Che anzi il Langlade pretende che si deve a questi idrocarburi se nei forni si producono delle nebbie di polvere, che vanno ad ostruire i recuperatori. Egli dice che nei forni a riscaldamento preventivo dei gas (Siemens), gl'idrocarburi si decompongono nelle camere di ricupero e si producono delle particelle carboniose, le quali arrivando nel forno a contatto della scoria ossidata, combinandosi all'ossigeno generano dell'ossido di carbonio, che nello svolgersi induce delle proiezioni abbondanti e tenuissime di scorie. Queste sono le materie che vanno ad ostruire le camere di mattoni e non quelle proiezioni prodotte al momento del ribollimento del bagno e che essendo a grossi elementi non vanno lontano.

Ma un argomento della più grande importanza per dimostrare l'utilità e la necessità della purificazione dei gas impuri, si ottiene dal calcolo delle temperature di combustione che essi possono avere effettuandone la combustione prima o dopo la purificazione.

Consideriamo il caso del forno Lundin a segatura di legno, studiato dal Vicaire nella sua memoria su questo forno.

I differenti gradi di umidità della segatura e del gas da essa prodotto prima e dopo la condensazione nell'apparecchio già descritto, sono i seguenti:

Segatura di legno	tenore in acqua	47 a 48 %
Gas all'uscir dal gasogeno	»	33 »
Gas all'uscir dal condensatore	»	2 »
Acqua condensata	»	31 »

L'ispezione sola di questo quadro ci rende persuasi dell'efficacia della condensazione. Veniamo però alle temperature di combustione considerata prima e dopo la purificazione.

È evidente *a priori* che per il fatto solo della condensazione dell'acqua, aumenta nel gas la proporzione di elementi combustibili, e quindi cresce il suo potere calorifico.

D'altra parte poi il vapor acqueo non rappresenta che un elemento inerte ed anzi dannoso, inquantochè nella combustione assorbe il calore necessario ad elevare la sua temperatura fino a quella dei prodotti della combustione.

Ora questa quantità di calore che è data dal peso dell'acqua, moltiplicata pel suo calore specifico è sottratta alla somma di calore che si sviluppa nel forno, e per conseguenza l'effetto finale è quello di abbassare la temperatura di combustione.

Dunque condensando il vapor acqueo, noi aumentiamo il potere calorifico del gas e per conseguenza ne accresciamo anche la temperatura di combustione.

Rifacendo insieme col Vicaire i calcoli relativi alle temperature di combustione nei due casi considerati del gas ottenuto dalla segatura di legno (del quale è stata data più sopra l'analisi), supponendo che il gas e l'aria si trovino alla temperatura di 0°, si hanno le cifre seguenti:

Temperatura di combustione del gas purificato per condensazione	1816° 3
Temperatura di combustione del gas non purificato	1440° 0

Aumento di temperatura nel forno corrispondente alla condensazione di 31 0/0 di umidità 376° 3

Facciamoci ora a considerare il caso del gas bruciato in un forno Siemens, come appunto fa il Lundin. Noi sappiamo allora che tanto esso quanto l'aria sono preventivamente riscaldati nei rigeneratori alla temperatura di 1200 (come è stato verificato sperimentalmente).

In questo caso noi avremo le cifre seguenti:

Temperatura di combustione del gas purificato per condensazione	3035°
Temperatura di combustione del gas non purificato	2653°

Aumento di temperatura nel forno corrispondente alla condensazione di 31 0/0 di umidità 382°

Questa cifra è vicina a quella ottenuta precedentemente, e quindi ne potremo indurre che, nel caso del forno Lundin, la condensazione dell'acqua rappresenta un aumento di temperatura nel forno di 380°.

Ma oltre quest'aumento di temperatura, la condensazione dell'acqua significa anche una diminuzione nel calo del metallo riscaldato nel forno, giacchè sappiamo che il vapor acqueo in contatto del ferro al calor rosso si decompone e l'ossida attivamente.

Dunque, da una parte abbiamo una diminuzione nel consumo del combustibile, in ragione dell'aumento di temperatura nel forno, e dall'altra abbiamo una diminuzione nel calo del metallo elaborato.

Dopo tutti gli argomenti trattati e le cifre addotte, parmi dimostrata a sufficienza la necessità della purificazione dei gas ottenuti dai combustibili scadenti e ricchi in umidità.

(Continua)

BIBLIOGRAFIA

Chauffage et ventilation des lieux habités, par P. Planat. — 1 vol. in-8° grande di 600 pagine con più di 300 figure nel testo. — Parigi, Ducher et Comp., 1880.

Le questioni del riscaldamento e della ventilazione dei luoghi abitati prendono un posto ogni giorno più importante nell'arte delle costruzioni; e se una volta non riguardavano che gli edifici pubblici, oramai hanno preso di mira anche le abitazioni private, nelle quali le comodità del vivere moderno vogliono disposizioni che non mai abbastanza rispondono alle esigenze.

Teoricamente parlando non vi sono novità nel vero senso della parola. I principii generali sono sempre quelli stabiliti da Peclet in apposito capitolo del suo trattato sul calore; ma le vere novità sono sempre nelle applicazioni; ond'è assolutamente necessario vedere il modo di determinare, colla scorta di quei principii, le dimensioni, la potenza calorifica, il consumo di combustibile, ecc., per i numerosi sistemi di apparecchi in uso.

Ogni pratico ha dei metodi a sé particolari, da se stesso creati, i quali conducono almeno in casi usuali, né troppo fra loro dissimili, a risultati accettabili. Ma come è indispensabile che la complessità delle questioni da sciogliere non riesca ad offuscare la semplicità dei principii, così è pur necessario che ingegneri ed architetti sappiano coordinare codesti risultati i quali ci si presentano alquanto fra loro staccati.

Non è più, come per lo addietro, che un ingegnere od architetto dava il disegno e la distribuzione di un fabbricato, e solo ad edificio compiuto, si pensava dagli inquilini a chiamare un fumista o provveditore di stufe e caloriferi perché pensasse a risolvere il problema di riscaldare economicamente.

Oggidi bisogna invece pensare a disporre in precedenza muri e pavimenti e a costruirli in modo che si prestino ad un sistema di apparecchi di riscaldamento e di ventilazione premeditato. Anche da questo punto di vista l'architettura diviene scientifica.

Ora il signor Planat si propone appunto col suo libro di aiutare ingegneri e costruttori nel difficile e complesso argomento del riscaldamento e della ventilazione dei luoghi abitati, richiamando le questioni ai principii generali ed alle formole matematiche che ne derivano; e dappoiché i calcoli numerici riescono sovente lunghi e complicati, così tradusse le formole stesse in quadri grafici nei quali il professionista trova la soluzione dei problemi in base ai dati numerici che riguardano il caso pratico determinato.

Ed a facilitare ai professionisti la ricerca e l'uso di dette tavole, l'autore ebbe cura di dividere ogni capitolo in due parti, l'una *teorica* nella quale si sviluppano i calcoli, si danno le formole che ne derivano, si accenna ai casi in cui debbono essere applicate e con esempi si indica il modo col quale le applicazioni vogliono essere fatte; l'altra essenzialmente *pratica* nella quale si registrano quasi a modo di regole inconcusse le conseguenze che dalle formole scaturiscono e si danno le tabelle grafiche con esempi numerici sul modo di servirsene.

Il libro è diviso in 11 parti.

La *parte prima* è di *nozioni preliminari*. Vi si definiscono la caloria ed il calor specifico, ed accennando alla facoltà che hanno i diversi corpi di emettere ed assorbire il calore, si registrano i coefficienti di conducibilità del calore per le sostanze che più occorre di dovere impiegare nella pratica. Si discorre brevemente del potere di vaporizzazione e degli effetti del calore in ciò che ha riguardo alla dilatazione dei corpi ed al variare della pressione col variare della temperatura.

Venendo poi alla precipua sorgente del calore, ossia alla combustione, incominciata, dietro la composizione dell'aria e dei diversi combustibili, a determinare: la quantità d'aria necessaria alla combustione, il volume occupato dai prodotti gassosi e la quantità di calore che i gas caldi esportano via.

Infine prendesi ad esame il fenomeno della trasmissione del calore attraverso le pareti, facendo applicazione delle formole teoriche alle superficie a vetri di una camera, ai soffitti e solai, con altri esempi pratici relativi allo sperdimento del calore nelle serre, e a quello sviluppato negli ambienti dalla illuminazione.

La *parte seconda* tratta delle leggi con cui avviene l'efflusso dei gas e dei vapori. In un primo capitolo si considera il caso in cui l'efflusso debba aver luogo a deboli pressioni da un orifizio scolpito in parete sottile e si determina la velocità teorica, quella effettiva, la portata in volume ed in peso, e la perdita di pressione, applicando le formole teoriche all'aria, al gaz-luce ed al vapor d'acqua. In un secondo capitolo si trattano le stesse cose per il caso in cui l'efflusso debba aver luogo sotto forti pressioni.

Nel terzo capitolo si considera l'efflusso tanto per le deboli che per le forti pressioni qualora esso avvenga non più attraverso una parete sottile ma per mezzo di tubi addizionali cilindrici, conici, convergenti o divergenti. E finalmente nel capitolo quarto si completa l'argomento trattando del passaggio dei gas nelle condotte, studiando le tre cause essenziali di resistenza, quali sono, una variazione brusca o continua nella sezione della condotta; le risvolte ad angolo vivo o raccordate; e l'attrito del fluido lungo le pareti.

Un ultimo capitolo riassume le formole generali facendone applicazione ai casi complessi della pratica come a diverse canne da camino, alle condotte d'aria calda, aventi più diramazioni di importanza diversa; e qui viene appunto il caso della distribuzione dell'aria calda ai diversi piani di un fabbricato, quello dei caloriferi, dei camini di chiamata, ecc.

La *parte terza* prende ad esaminare in tutti i suoi particolari il problema dei camini, studiandone le condizioni generali per ciò che si riferisce alla chiamata o tirante, paragonando i risultati delle formole teoriche con quelli dell'esperienza ed accennando alle circostanze che influiscono sulla chiamata, quali la temperatura esterna, l'influenza dei raggi di sole, la direzione dei venti, le biforcazioni od i rigonfiamenti di sezione.

Successivamente si valuta la depressione d'aria che negli ambienti riscaldati si produce per gli effetti della chiamata e si e-

nuncia il problema delle prese d'aria dimostrando la insufficienza di quelle naturali ed i vantaggi per rapporto all'economia di combustibile di moltiplicare il numero delle condotte e delle prese d'aria, disponendole in modo da diminuire il calore che si impiega a riscaldare in pura perdita dell'aria che dev'essere tantosto mandata via per il camino.

In un terzo capitolo si studia la influenza sulla chiamata dei camini dei venti che piombano obliquamente e gli effetti delle correnti d'aria fredda discendenti per le canne da camino, deducendo dalle formole conseguenze pratiche esattissime per rendere codeste correnti impossibili o per attenuarne grandemente l'effetto. E ad esaurire il problema generale dei camini si determina il volume d'aria necessario per chilogramma di combustibile che nei camini bene condizionati deve poter passare perchè la combustione vi si mantenga in buone condizioni.

La *parte quarta* non è che l'applicazione delle formole precedentemente date alle condizioni generali dei camini per appartamenti, precedentemente esposte.

Parla separatamente dei camini nei quali devesi bruciare legna e di quelli nei quali devesi bruciare il carbon fossile. Vi si studiano per tutti due i casi la temperatura del fumo nel camino dipendentemente dal volume d'aria chiamato e dalla quantità di calore che il combustibile può somministrare, la velocità dei gas caldi su per il camino, l'influenza che sul buon funzionamento dei camini esercitano la maggiore o minore quantità di combustibile bruciato, l'altezza e la sezione della canna. E determinato il calore necessario al riscaldamento ossia a produrre il voluto equilibrio nella temperatura dietro la quantità di calore somministrata dal focolare e quella perduta dalle pareti, si danno infine le formole finali per fare lo studio completo di un buon camino.

La *parte quinta* non considera più il problema in generale ed in astratto ma prende ad esaminare diversi sistemi di camini realmente costruiti e li studia in tutti i loro particolari di costruzione procedendo dal focolare fino alla mitra superiore, ed esponendo i regolamenti di polizia relativi alla costruzione dei camini e tubi per il fumo che sono vigenti per la città di Parigi.

Dopodiché si passano in rapida rivista, col sussidio di nitidi disegni, quasi tutti i sistemi ora in uso in Francia od all'estero.

La *parte sesta* tratta il problema del riscaldamento per mezzo dell'aria col la ossia dei caloriferi stabiliti nelle cantine, descrivendone ancor qui con apposite figure i diversi sistemi. E successivamente passa all'argomento del riscaldamento ad aria calda per mezzo delle stufe negli appartamenti dando ancor qui i disegni dei molteplici sistemi conosciuti.

La *parte settima* tratta del riscaldamento per mezzo del vapor d'acqua, descrivendo le caldaie impiegate per la produzione del vapore, i tubi di riscaldamento a vapore e alcune delle principali stufe di riscaldamento a vapore.

La *parte ottava* dà le formole teoriche, le regole pratiche e la descrizione degli apparecchi più in uso per il riscaldamento con acqua calda sia a bassa, sia ad alta pressione, trattando in apposito capitolo della distribuzione dell'acqua e di tutti gli apparecchi occorrenti all'impianto dei bagni d'acqua calda.

Nella *parte nona* sono indicati i sistemi ed apparecchi in uso per il riscaldamento col gaz luce; e nella *parte decima*, a modo di brevissimo riassunto, si fa confronto fra tutti i sistemi di riscaldamento precedentemente trattati.

La *parte undecima*, l'ultima del libro, è riservata al problema della ventilazione essendochè non basta occuparsi dei mezzi di riscaldare l'aria degli ambienti, ma bisogna ancora pensare a far uscire dagli ambienti stessi l'aria viziata dalla respirazione, per mantenersi in buone condizioni igieniche.

È errore gravissimo il credere sufficienti alla evacuazione dell'aria viziata da una camera, le fessure delle finestre, e l'aprirsi eventuale e momentaneo delle porte. Oltrechè è d'uopo notare che se nell'inverno gli apparecchi di riscaldamento producono una certa affluenza di aria calda che dà luogo ad una corrispondente evacuazione d'aria dall'ambiente riscaldato, nulla di simile avviene in estate e durante questa stagione ricorresi, è vero, al sistema di tener aperte porte e finestre; ma di notte è sistema troppo pericoloso, e di giorno ottiene il rinnovamento dell'aria, accrescendo la temperatura delle sale, e per mezzo di correnti d'aria troppo incommode.

Il Planat tratta in due distinti capitoli la ventilazione in inverno, e quella in estate, studiando le migliori disposizioni dei camini di chiamata, ed applicando le formole date a casi pratici. In un ultimo e breve capitolo discorre dei ventilatori e di altri apparecchi di ventilazione forzata, notandone i vantaggi rilevanti, e tali da giustificare in molti casi l'impianto di macchine ed apparecchi abbastanza costosi, segnatamente negli stabilimenti industriali, ove abbiasi disponibile la forza motrice.

G. S.

Fig. 1 - Prospetto - Scala 1 : 400

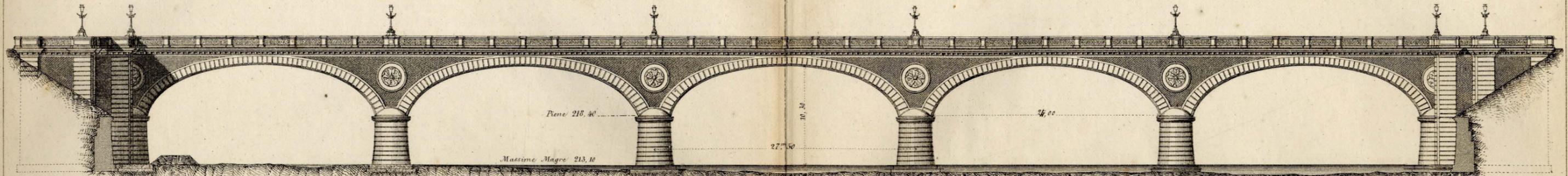


Fig. 2.

Pianta al livello delle riseghe

1 : 400

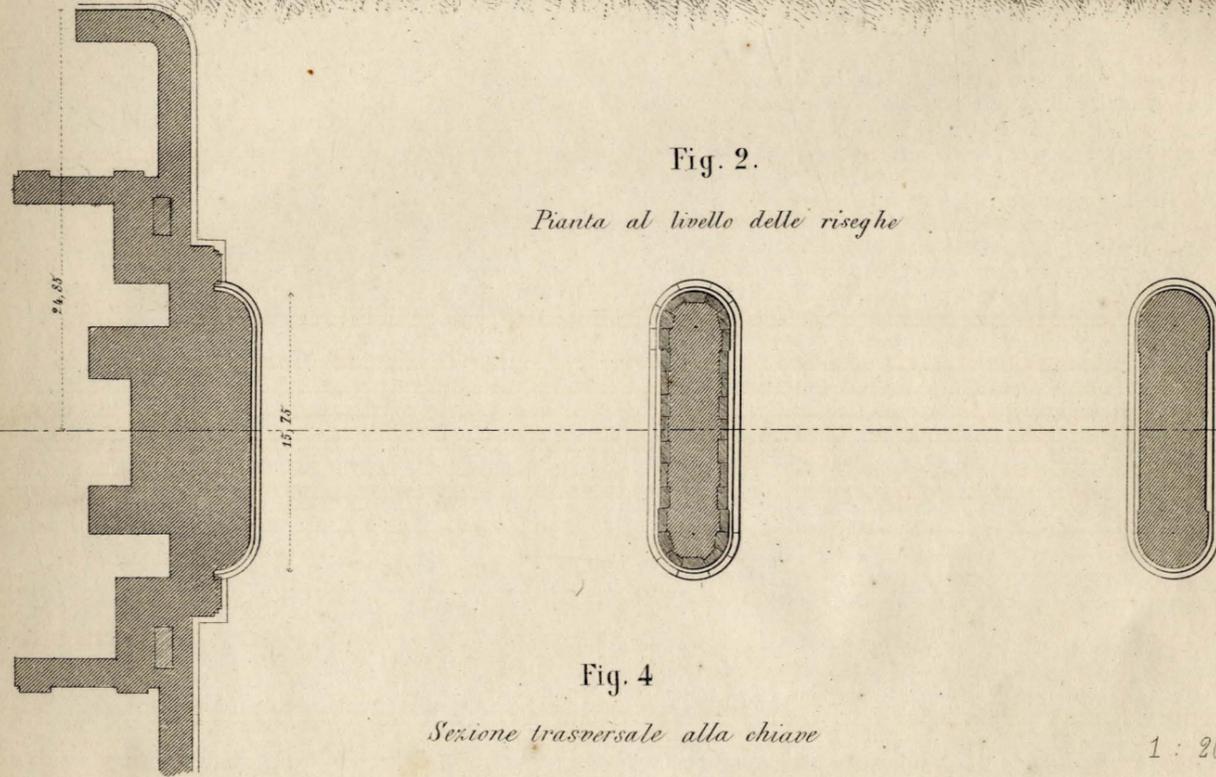


Fig. 3

Pianta al livello dei marciapiedi.

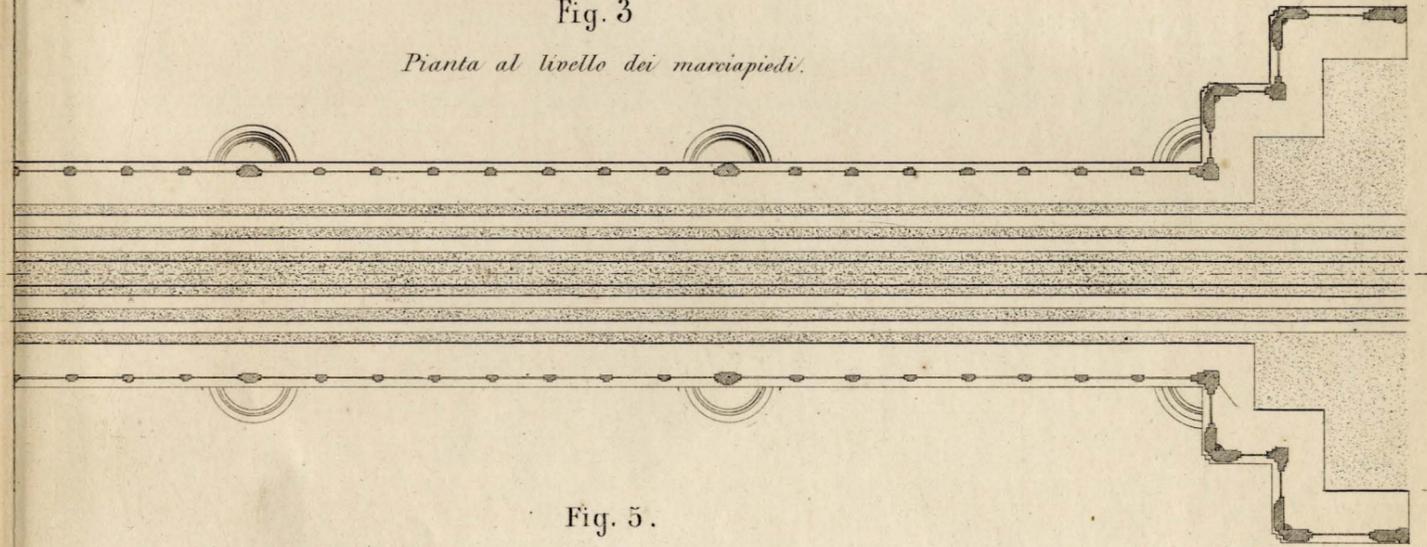


Fig. 4

Sezione trasversale alla chiave

1 : 200

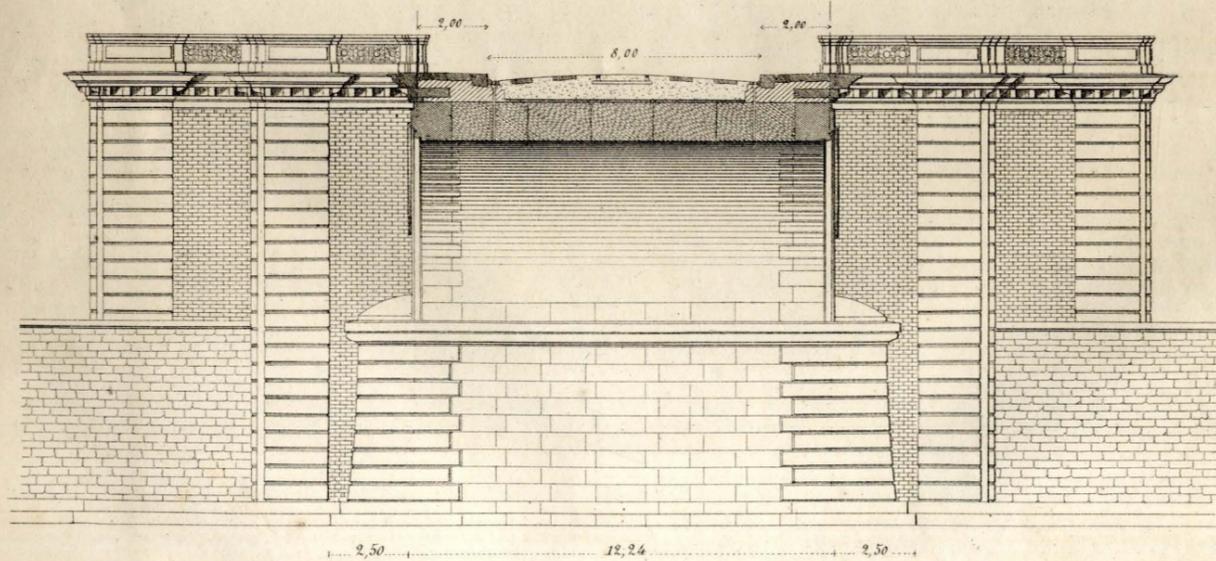
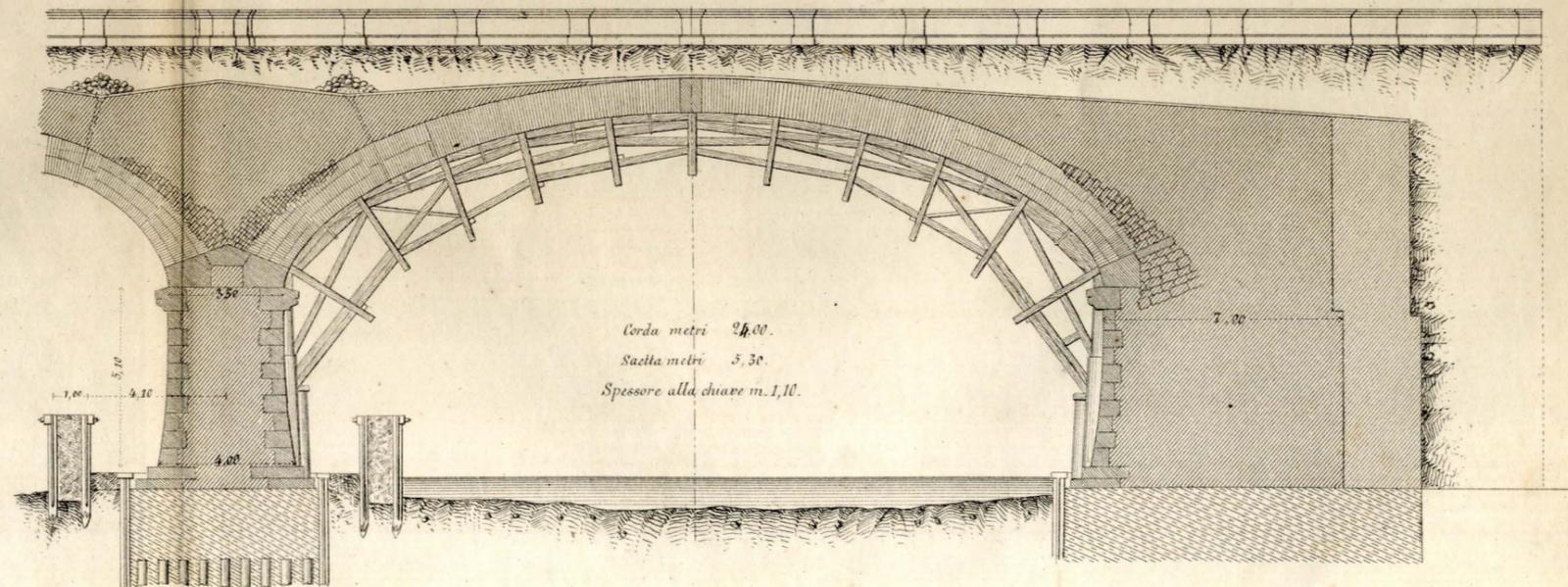


Fig. 5.

Sezione longitudinale sull'asse del ponte.



Progettato Architetto Lollorani

Torino, Tip. Lit. Comilla e Bertolero.

PONTE SUL PO A MONTE DEL CASTELLO DEL VALENTINO

Costruzione dell' Ufficio d'Arte della Città di Torino (Tav. I')

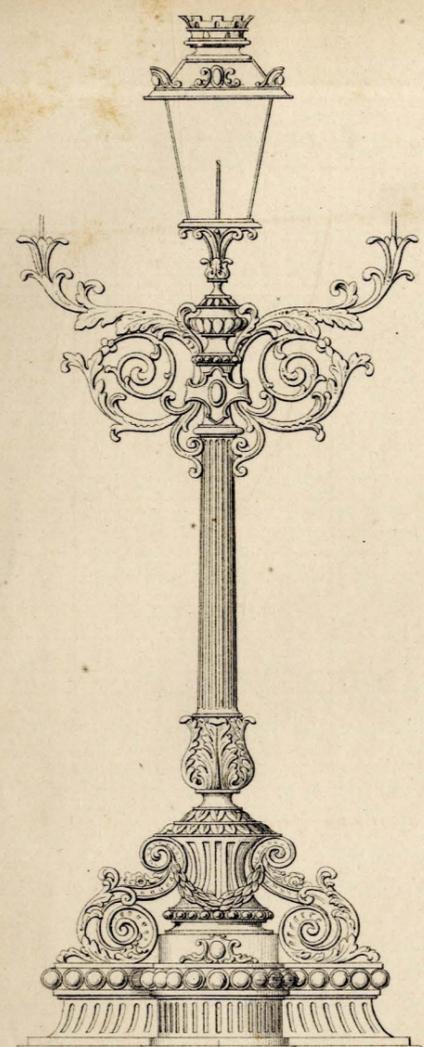


Fig. 2.

Tracciate geometriche della curva delle pressioni

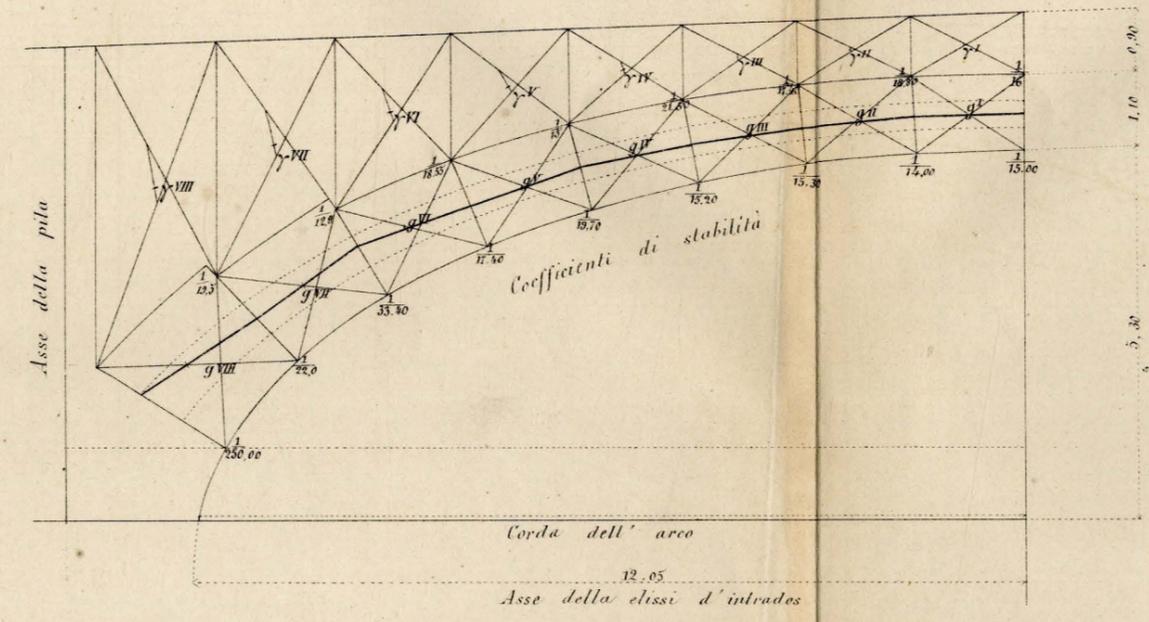


Fig. 1 - Diagramma dell'affondamento dei pali.

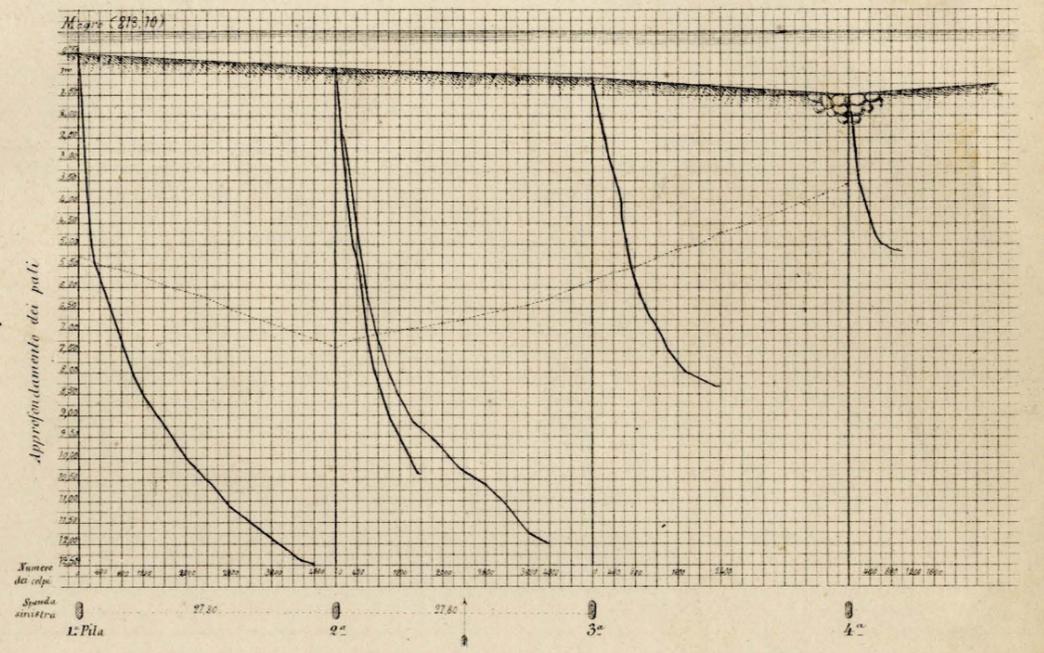


Fig. 3 - Particolari del Parapetto e dei Lampadari 1:20

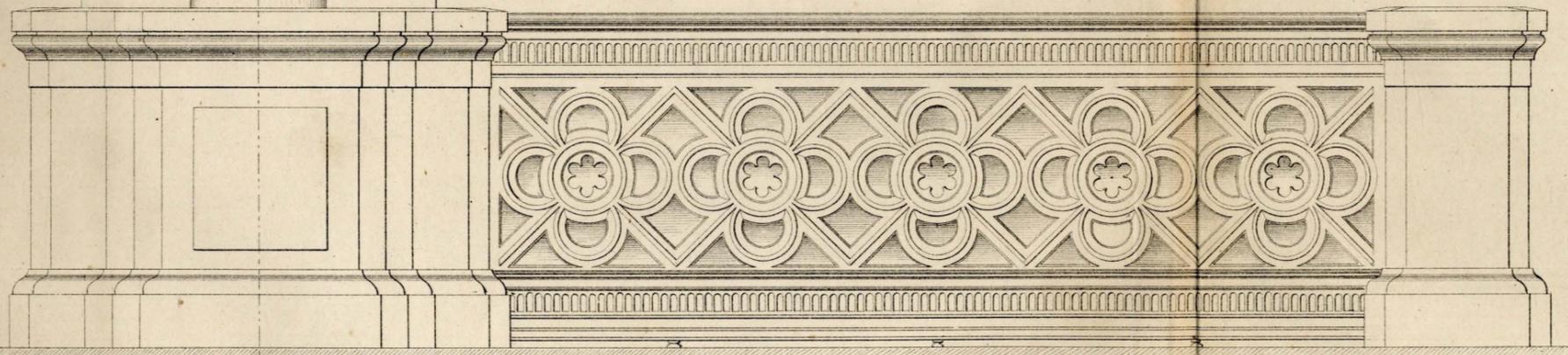


Fig. 5 - Rosone dei timpani.

Fig. 6

Elevazione 1:50

Sezione 1:20

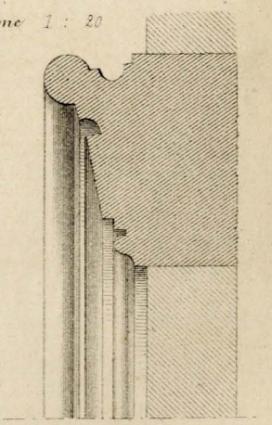
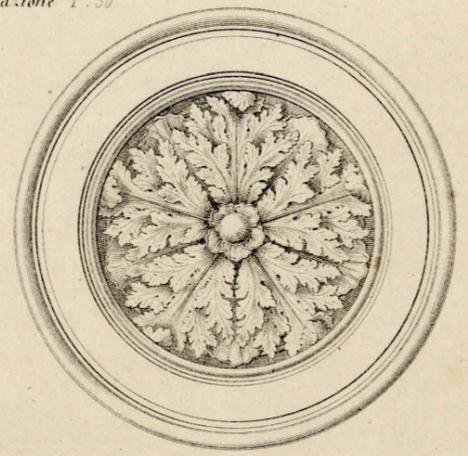


Fig. 4 - Sezione del cornicione di coronamento. 1:20.

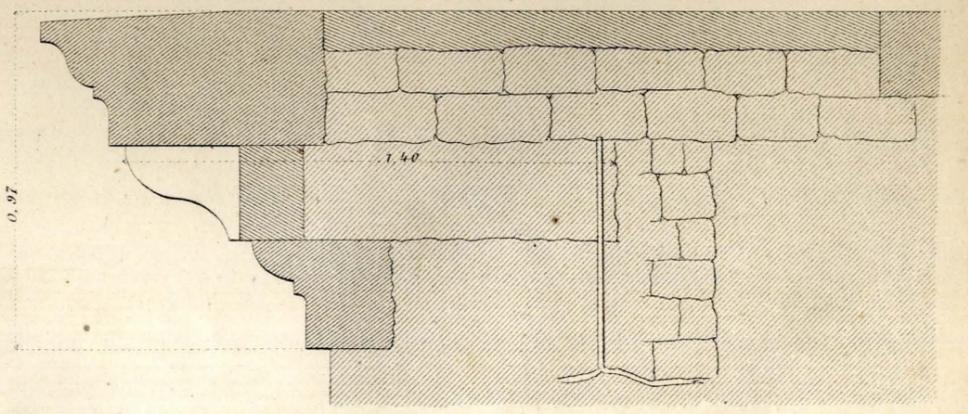


Fig. 8. Cornice delle pile 1:20

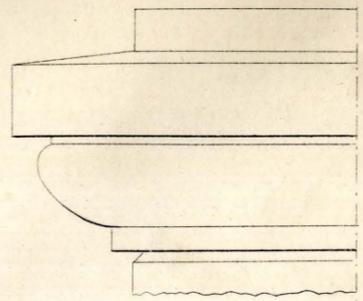
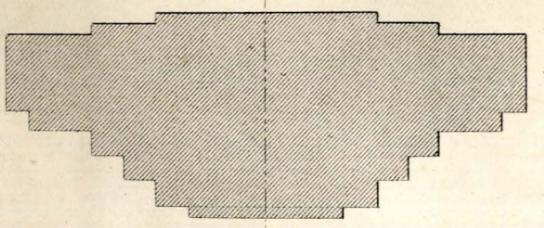


Fig. 7. Sezione delle armille del volte 1:20.

