

L'INGEGNERIA CIVILE

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI INDUSTRIALI DI TORINO

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

BREVI CENNI

SULLA

CONDOTTA FORZATA DELLA CITTÀ DI FIRENZE

dell'Ing. GIACINTO TURAZZA

Docente presso la R. Scuola d'Applicazione di Padova.

Anticamente la città di Firenze veniva alimentata d'acqua, per gli usi domestici, mediante innumerevoli pozzi, i quali traevano tutti la loro origine da filtrazioni sotterranee dell'Arno. Quest'acqua, quantunque buona di qualità, raccolta nei pozzi, presentava il solito inconveniente di essere inquinata da sostanze organiche, portate dalle infiltrazioni del soprassuolo, di modo che rendevasi poco igienica.

Allorquando nel 1865 venne trasportata la capitale d'Italia da Torino a Firenze, e nel tempo, durante il quale restò in questa città, coll'aumentata popolazione, e col maggiore sviluppo industriale e civile, si rese assolutamente indispensabile un approvvigionamento d'acqua potabile in maggior copia, di miglior qualità, e di distribuirla col mezzo di condotte forzate per i vari usi si pubblici che privati.

In quell'epoca il comm. Ubaldino Peruzzi, sindaco di Firenze, primo nel pensiero di abbellire la sua città, incaricò gli illustri ingegneri Canevari e Dal Sarto di svolgere un progetto di canalizzazione forzata.

Sorgente di Monterecci (alla Querce). — Anticamente esistevano delle sorgenti a Monterecci (alla Querce), ma l'acqua ivi raccolta, quantunque buona per gli usi domestici, pure conteneva molte sostanze incrostanti, tali che in breve tempo avrebbero rovinato i tubi della condotta, e di più da queste sorgenti non si sarebbe ricavato un volume d'acqua sufficiente ai bisogni della città.

Acqua d'Arno. — Si pensò allora di approfittare di quelle sorgenti solo quale ausilio, nel caso di deficienza d'acqua, e di usare invece di quella dell'Arno, che presenta tutti i requisiti richiesti ad una buona acqua potabile, non contenendo sostanze incrostanti. Per depurarla poi dalle materie, che inevitabilmente tengono in sospensione le acque dei fiumi, si provvide mediante un filtro naturale, posto nella sponda sinistra del fiume, che ha principio a Porta San Nicolò (fig. 46) e protendesi a monte per oltre un chilometro e mezzo.

Filtro naturale. — Questo filtro è costituito da tanti pozzi cilindrici posti ad equa distanza fra loro, con le pareti perforate, perchè l'acqua possa entrarvi. I loro fondi si trovano circa a cinque metri sotto il letto del fiume, e vengono vicendevolmente collegati, mediante una galleria in muratura che ha il fondo allo stesso livello.

Lungo i piedritti di questa galleria, tratto tratto si trovano dei tubetti in cemento, posti allo scopo di raccogliere l'acqua anche lungo il suo percorso; però si cerca ora di otturarli, permettendo essi, durante le piene d'Arno, l'ingresso della sabbia nel filtro.

Una seconda galleria filtrante venne costruita sotto il fondo del fiume, e parallelamente alla pescaia di San Nicolò, la quale può essere messa in comunicazione con la precedente.

Bacino d'attingimento. — Queste gallerie mettono capo al bacino d'alimentazione delle macchine, nel quale l'acqua deposita quel resto di materie estranee che eventualmente trascina nell'interno del filtro.

Questo bacino è opportunamente diviso con muretti, in modo da poterlo mettere partitamente in asciutto, all'uopo di praticarvi gli spurghi, e le eventuali riparazioni.

Stabilimento delle macchine. — Sopra questo bacino, che si trova sulla sponda sinistra dell'Arno, in prossimità dell'antica Porta San Nicolò, si eleva lo stabilimento delle macchine, che per l'importanza delle stesse, per la regolare e grandiosa distribuzione delle tettoie, e finalmente per tutto l'insieme estetico, può ritenersi come una delle più belle opere che esistano in Italia, degna della città di Firenze.

Le macchine impiegate per la distribuzione dell'acqua sono pompe aspiranti e prementi in numero di 4, mosse da una turbina animata dall'acqua stessa dell'Arno, approfittando della caduta di metri 2,50 esistente in forza della pescaia posta in quella località. La turbina ha il diametro di metri 3, e la forza di circa 170 cavalli vapore. Nel caso, che per mancanza d'acqua, durante le magre estive, non potesse agire la turbina, le pompe vengono allora mosse da due macchine a vapore, sistema Corliss-Inglis, che opportunamente si trovano disposte entro al fabbricato.

Questo fabbricato è diviso in tre compartimenti, coperti ciascuno da tettoie in ferro arcuate, che appoggiano, e sui muri perimetrali, e sopra due ordini di colonne in ghisa. In corrispondenza a ciascuno di questi comparti trovano il loro posto le caldaie delle macchine a vapore, le macchine a vapore e la turbina, e finalmente le pompe aspiranti e prementi e le camere d'aria.

L'albero che mette in moto i compressori è disposto in modo che col mezzo di opportuni innesti può venire collegato alla turbina, od alle macchine a vapore, a seconda che l'una o le altre devano servire da motrici.

Le pompe aspiranti e prementi (fig. 47) si compongono di cilindri orizzontali A, entro ai quali scorrono degli emboli mossi dall'albero motore, già antecedentemente menzionato. Questi emboli nel loro moto di va e vieni, aspirano l'acqua dai sottostanti bacini, per quindi spingerla nella camera d'aria B, dalla quale mediante il tubo C passa nella condotta.

In queste pompe meritano essere considerate le loro valvole, della cui forma porge un'idea l'unita figura schematica (fig. 48).

Le dette valvole hanno un'egual forma così quelle poste al termine del tubo di aspirazione, come quelle che servono alla compressione.

Nelle prime il tubo A è in diretta comunicazione col sottostante bacino, ed il tubo B comunica col corpo della pompa; nelle seconde invece A comunica col corpo della pompa, B con la camera d'aria, e quindi con la condotta. C è la valvola propriamente detta che si compone di tre pezzi, il superiore e l'inferiore di ghisa, e l'anello medio di cuoio d'ipopotamo, il quale direttamente appoggia sull'orlo del tubo d'immissione A; e serve a produrne la perfetta chiusura. Il loro modo d'agire è di per sé tanto semplice, che ci dispensa di darne un'ulteriore spiegazione. La vite a serve a comprimere più o meno la molla spirale b, per uniformare la valvola al variare delle pressioni.

In ogni pompa si trovano disposte (fig. 47) quattro di queste valvole, due all'aspirazione E, E₁, e due alla compressione F, F₁, agendo le pompe a doppio effetto.

L'acqua spinta dalle pompe, passa mediante il tubo D, disposto orizzontalmente, nella camera d'aria B, dove opportuni manometri indicano la pressione, e dalle quali passa poi nelle tubature urbane.

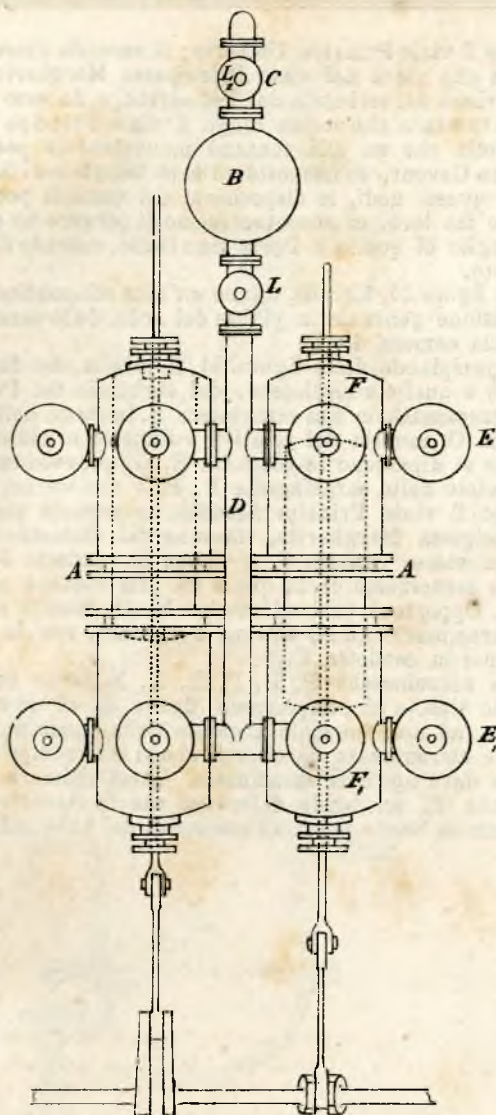


Fig. 47. — Pianta schematica delle pompe.

San Gallo, Viale Militare, passando per la Barriera delle Cure, Via Lungo e Piazzola, mette capo al serbatoio delle Querce.

Questa tubulatura esisteva già anticamente correndo in ordine inverso dal serbatoio delle Querce, e nella nuova distribuzione si pensò usarne, unendola allo stabilimento delle macchine, e congiungendo il tubo di scarico del serbatoio suddetto, con la nuova tubulatura in corrispondenza al Piazzale Cavour, aumentando così la pressione di quest'ultima.

La tubulatura ad alta pressione è quella che alimenta e produce il getto della fontana monumentale in Piazza della Signoria, opera insigne di Bartolomeo Ammannati (eseguita fra il 1564 ed il 1575).

Il diametro dei tubi di questa condotta è di metri 0,4, mentre le tubulature a bassa pressione, che seguono le strade già indicate, hanno il costante diametro di metri 0,60, ad eccezione di quei tratti, che staccandosi dalla condotta principale, mettono capo ai serbatoi della Carraia e del Pellegrino, che hanno il diametro di m. 0,80.

Dalla tubulatura a bassa pressione, si staccano poi tutte le diramazioni che servono alla città, così ad uso pubblico, come ad uso privato, estendendosi questa rete di condotte sino al termine delle Cascine.

Come si scorge da questi brevi cenni topografici della condotta, questa, anziché avere origine da un primo serbatoio alimentatore, viene messa in carico direttamente dai compressori posti allo stabilimento delle macchine, ed i serbatoi della Carraia e del Pellegrino, non hanno che il semplice ufficio di serbatoi regolatori, rendendo alla con-

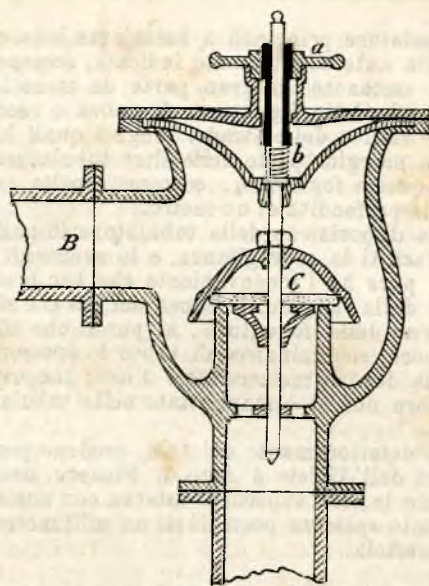


Fig. 48. — Figura schematica delle valvole.

dotta lo stesso ufficio del volante nelle macchine; immagazzinando, cioè, acqua durante il tempo del minor consumo, per restituirla durante quello del consumo maggiore. Però alle volte questi serbatoi possono servire da soli la condotta per alcune ore, lasciando in tal modo ferme le macchine della distribuzione.

Particolari sulle tubulature. — Tutti i tubi delle nuove condotte sono in ghisa, ed hanno i diametri compresi fra m. 0,60 e m. 0,135, e vennero forniti in gran parte dalla fonderia del Pignone (Firenze, Via del Pignone); hanno la media lunghezza di metri 3; però nelle ultime forniture di tubi, questi hanno una lunghezza maggiore, che arriva a quattro metri, diminuendo così il numero delle congiunzioni di circa otto ed un terzo per ogni cento metri di percorso. Questi tubi vengono collegati fra loro a guaina e cordone (fig. 49) con guarniture di canape e piombo, ad eccezione dei tratti di tubulatura speciali, come sarebbe quello che sta allo stabilimento delle macchine, e tutti quelli dove esistono diramazioni, o meccanismi, nei quali il collegamento è eseguito a briglia (fig. 50) con viti e rotelle di piombo.

Tutti i tubi impiegati nella condotta vengono spalmati, sia internamente, che esternamente, con catrame fuso. Con una tale disposizione è bensì vero che nelle nuove tubulature, l'acqua acquista un sapore disgustoso di questa sostanza, ma scorso un certo tempo lo perde, e le tubulature presentano una durata maggiore, non potendo essere intaccate dalla ruggine.

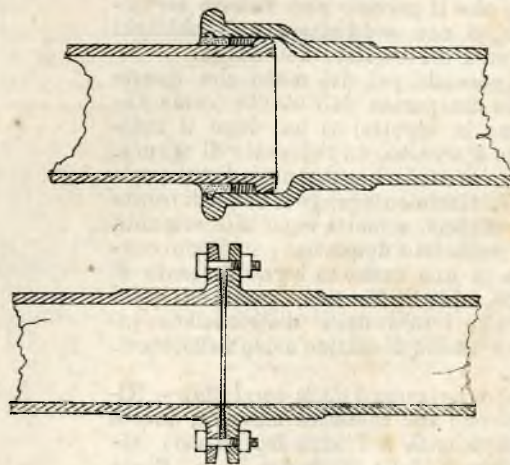


Fig. 49-50. — Particolari delle unioni dei tubi.

Le tubulature principali a bassa pressione, che seguono la via, già antecedentemente indicata, corrono sempre in galleria, sostenute in gran parte da mensole in ghisa, approfittando delle fognature, di nuova o vecchia costruzione dei viali e delle strade, lungo i quali hanno il loro corso. La maggior parte delle altre tubulature, dove non esistono queste fognature, corrono sepolte in terra, ad una media profondità di un metro.

Però la disposizione delle tubulature in galleria, quantunque faciliti la sorveglianza, e le eventuali riparazioni da farsi, pure ha l'inconveniente che ben presto vengono distrutte dalla ruggine, in causa dei gas che si sviluppano nell'interno delle fognature, al punto che sfaldandosi a poco a poco, si diminuisce di tanto lo spessore delle loro pareti, da doverle mettere fuori d'uso; inconveniente che sino ad ora non si è manifestato nelle tubulature sepolte in terra.

A tale deterioramento dei tubi, credono però gli egregi ingegneri dell'Ufficio d'Arte di Firenze, aver rimediato spalmando la loro superficie esterna con uno strato di cemento dello spessore poco più di un millimetro, disposti con la mestola.

Diramazioni. — Le diramazioni delle condotte lungo la città, si effettuano col mezzo di tubi a T, i quali d'ordinario si uniscono a briglia alla tubulatura maestra.

Gomiti. — I gomiti sia delle tubulature maestre, che di quelle del secondo, del terzo ordine, ecc., vengono formate da pezzi speciali di tubi ricurvi, congiunti ai tratti retti col solito sistema a guaina e cordone. Le loro pareti presentano uno spessore di qualche cosa maggiore di quelli dei tubi, nei tratti rettilinei. I gomiti poi, specialmente quelli posti in galleria, vengono contrastati esternamente da puntelli e tiranti disposti nel senso del raggio, per impedire che la forza centrifuga, sviluppata dall'acqua, abbia a dislocarli.

Sfiatatoi. — Nei punti dove la condotta presenta contropendenze, per impedire che agglomeramenti d'aria restringano la sezione libera del tubo, sono disposte delle fontanette pubbliche a getto continuo, le quali lasciano libero sfogo all'aria eventualmente ivi raccolta.

Tubulature domestiche. — Le tubulature domestiche sono quasi tutte in piombo, e si attaccano alla tubulatura urbana mediante un anello in ferro e ghisa stretto a vite. Al punto di partenza di questa tubulatura vi ha un rubinetto di chiusura, allo scopo di intercettarvi il passaggio dell'acqua, nel caso che il privato non volesse servirsene, o non soddisfacesse agli obblighi inerenti all'acquisto dell'acqua.

A seconda poi del modo che questa viene comperata dall'utente (come vedremo in seguito) vi ha, dopo il rubinetto d'arresto, un rubinetto di misura, od un contatore meccanico. Il tubo sale poi verticalmente lungo il muro di fronte dell'edificio, e mette capo alla sommità nel serbatoio domestico, il quale consiste in una cassa in legno foderata di zinco, od in otri in terra cotta, dai quali partono i tubi della distribuzione interna, quello di scarico e degli sfiatori.

Nodi principali della condotta. — Ritornando alla condotta maestra, questa in prossimità a Piazza degli Zuavi (all'imbocco delle Cascine) o a Porta San Gallo, presenta due importanti nodi di condotta. Dal primo si diparte la tubulatura delle Cascine, e quella che

segue il viale Principe Umberto; il secondo riceve la condotta che viene dal viale Principessa Margherita, quella che viene dal serbatoio del Pellegrino, e da esso si stacca la tubulatura che scorre lungo il viale Principe Amedeo, e quella che va alla fontana monumentale posta nella piazza Cavour, di rimpetto all'arco trionfale di San Gallo.

Di questi nodi, le disposizioni dei quali di poco differiscono fra loro, ci accontenteremo di porgere un maggiore dettaglio di quello a Porta San Gallo, essendo il più complicato.

Le figure 51, 52 e 53, danno un'idea schematica della disposizione generale in pianta del nodo, delle saracinesche, e della camera d'aria.

Principiando dalla figura 51, il tubo A, del diametro di 0^m,80 è quello che discende dal serbatoio del Pellegrino, e oltrepassata la sua saracinesca B, immette nella camera d'aria C, munita del relativo rubinetto a sfiato *c*, dalla quale si dipartono le condotte E, G, provvedute al loro principio delle saracinesche D, F, e che vanno, la prima lungo il viale Principe Amedeo, la seconda per il viale Principessa Margherita, ciascuna del diametro di 0^m,60. Dalla stessa camera C, si stacca la condotta J, munita della saracinesca H, la quale va alla fontana monumentale. Opportuni tubi di scarico M, O, muniti pur questi di saracinesche L, N, servono a vuotare, vuoi la condotta A, vuoi la condotta E.

Le saracinesche B, D, F, H, L, N, sono tutte dello stesso tipo, e si compongono (figura 52) di un cilindro in ghisa, ad asse normale a quello della condotta, il quale viene attraversato da questa, che si interrompe nel tratto dove deve agire la saracinesca. Quest'ultima è in ghisa, munita di un bordo di bronzo che fa riscontro con un consimile bordo posto all'estremità del tubo, ed è stabil-

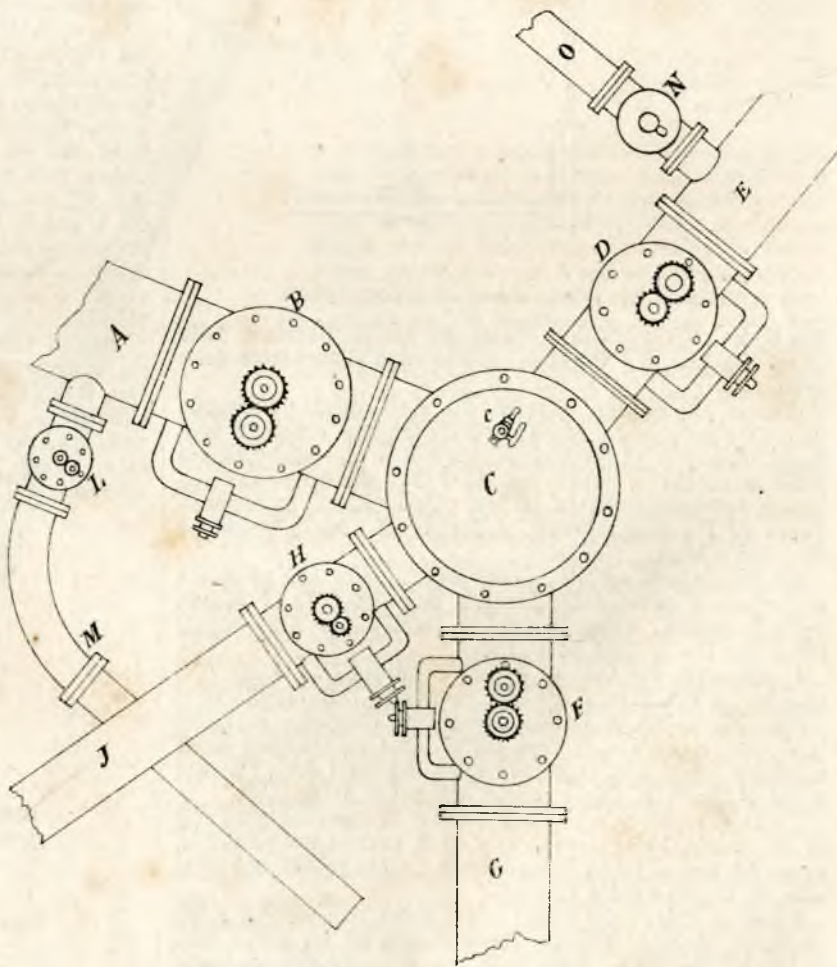


Fig. 51.

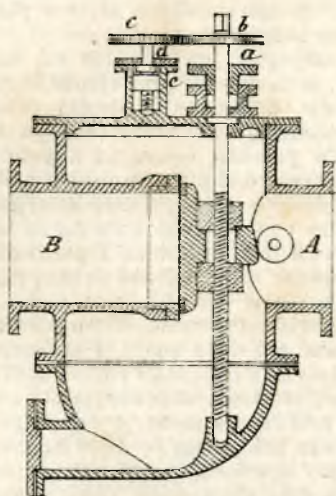


Fig. 52. — Tipo delle saracinesche.

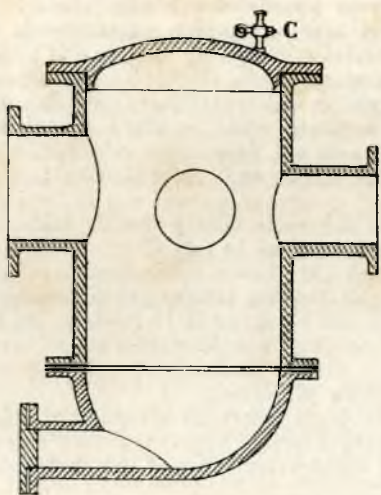


Fig. 53. — Tipo delle camere d'aria.

mente unita ad una madre-vite in bronzo impernata in una vite, che passa il coperchio attraversando una scatola a stoppa, e che termina superiormente foggata per modo da ricevere la manovella di manovra.

La saracinesca, dalla parte opposta, dove pratica la chiusura, porta un pezzo foggato a cuneo, il quale, allorché questa è chiusa, fa riscontro con un rullo di ferro, stabilmente unito alla parte fissa dell'apparecchio.

Quando la saracinesca è aperta essa prende posto al di sotto del tubo; la disposizione del cuneo e del rullo, ora indicati, servono a viemmaggiormente stringerla nell'atto della chiusura contro il bordo del tubo, ottenendone così la chiusura ermetica.

Un tubetto laterale (vedi fig. 51), chiuso da una piccola valvola a paratoia, e che parte dal tubo a monte della saracinesca, e termina col tubo a valle della stessa, serve a mettere in carico la condotta, prima di aprire la saracinesca, evitando così i colpi d'ariete, che inevitabilmente avrebbero il loro effetto.

Un tubo di scarico (fig. 52), posto al punto più basso dell'apparecchio, serve a levarne tutta l'acqua, per eseguire riparazioni od altro.

Per poter scorgere all'esterno la posizione della saracinesca rispetto alla tubulatura, la vite *a* (fig. 52) subito fuori della scatola a stoppa, porta una piccola ruota dentata *b*, che ingrana in una seconda ruota *c*, pure ad asse verticale, la quale fa girare una vite *d* che solleva od abbassa un indice esterno *e*, che appunto indica la posizione della saracinesca.

Questi apparecchi, quantunque in principio diano buonissimi risultati, ottenendo la perfetta tenuta tanto in un senso che nell'altro, pure dopo un certo tempo, quantunque siano a stagno, quando l'acqua va da A verso B (fi-

gura 52), non impediscono delle fughe, quando questa scorra in senso inverso.

La maggior parte delle saracinesche usate nella condotta di Firenze sono di questo tipo, però ora, con l'approvigionamento dei nuovi tubi, vengono introdotte altre saracinesche cuneiformi, con le quali si può ottenere costantemente la perfetta chiusura, tanto se l'acqua scorra in un senso quanto nell'altro.

La camera d'aria (fig. 53) è della forma indicata sullo schizzo, e da questa si dipartono i tubi già sopra indicati.

Bocche d'inaffio. — Al servizio pubblico delle strade ed inaffiamento de' viali e giardini, tratto tratto, ed a non grande distanza fra loro, si riscontrano le così dette bocche d'inaffio, poste nei marciapiedi o lungo i viali. Queste bocchette, della cui forma si ha un fac-simile nella figura 54, sono cassette di ghisa dove fa capo il tubo A, che direttamente parte dalla condotta urbana. Questo tubo prima di continuare lungo il tubo B, viene chiuso alla sua sommità dal tappo conico *a*, il quale agevolmente può sollevarsi mediante la vite *b*. Il termine C del tubo B è foggato alla superficie esterna a vite, e ciò allo scopo di congiungervi la manica d'inaffamento. Tutta la scatola si chiude mediante un coperchio piano che gira intorno ad un perno, ed un'apposita chiave serve sia a chiudere il coperchio, sia a far girare la vite.

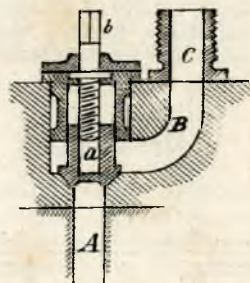


Fig. 54. — Tipo delle bocche d'inaffio.

Passato così in rassegna rapidamente, l'impianto generale della condotta, non che alcuni de' suoi più importanti dettagli, veniamo ora a dire brevemente della parte amministrativa.

Modi e tariffa di distribuzione d'acqua ai privati. — L'acqua che scorre nelle condotte forzate è destinata sia all'uso pubblico, sia al privato; cioè all'uso pubblico per il dilavamento delle strade, per l'irrorazione de' viali e pubblici giardini, per le fontanette pubbliche e pubblici abbeveratoi, e finalmente per le fontane monumentali; al privato:

- a) per gli usi domestici, di bevanda, di nettezza personale, di scuderie e rimesse;
- b) per ornato ed inaffiamento di giardini privati, per lavori e per industrie.

Agli utenti privati per gli usi della categoria (a) viene somministrata o ad efflusso facoltativo, registrando il consumo mediante contatore meccanico, o ad efflusso continuo mediante una chiave regolatrice ad efflusso costante. Agli stessi privati per la categoria (b) l'efflusso va esclusivamente determinato da chiave regolatrice.

Nel caso di richieste di straordinaria quantità d'acqua, ad uso industriale, o per stabilimenti ospitalieri o di carità, il Municipio si riserva di stipulare speciale convenzione, e così pure per le concessioni che abbiano una durata maggiore di tre anni.

Nelle concessioni a contatore l'utente paga l'acqua ad it. lire 0,30 al metro cubo, e la richiesta non può essere nè minore di un ettolitro, nè maggiore di dieci ettolitri al giorno. Nel caso che il consumo fosse maggiore del doppio della quantità concessa, si raddoppia il prezzo di tariffa per tutta la quantità consumata.

Quando invece si prende l'acqua ad efflusso continuo, con chiave regolatrice, la si paga ad it. lire 0,20 al metro cubo; e la concessione in tal caso non viene fatta per una quantità minore di dieci ettolitri al giorno.

Sia nell'un caso che nell'altro, dal Municipio l'acqua viene condotta sino al limite della proprietà privata, e tutte le spese per l'impianto e la manutenzione della distribuzione domestica sono a carico dell'utente.

Grosse multe colpiscono gli abbonati che avessero ad alterare gli strumenti di presa o di misura dell'acqua.

Prima di chiudere questi brevi cenni sulla canalizzazione forzata dell'acqua potabile di Firenze, mi sia dato rivolgere una parola di ringraziamento all'egregio Ing. Edoardo Rimediotti, Capo dell'Ufficio d'Arte di Firenze, che così cortesemente volle venirmi in aiuto nel raccogliere gli elementi per questi pochi cenni.

Padova, li 25 febbraio 1883.

GIACINTO Ing. TURAZZA.

MATERIALE DELLE STRADE FERRATE

INCROCIAMENTI E DEVIATOI.

STUDIO dell'Ing. GAETANO CRUGNOLA.

XV.

Traversate.

Chiamasi *traversata* il passaggio di un binario sopra un altro, indipendente e posto al medesimo livello. Queste disposizioni sono pericolose, per cui vengono limitate alle stazioni, dove i bisogni del servizio richiedono non di rado

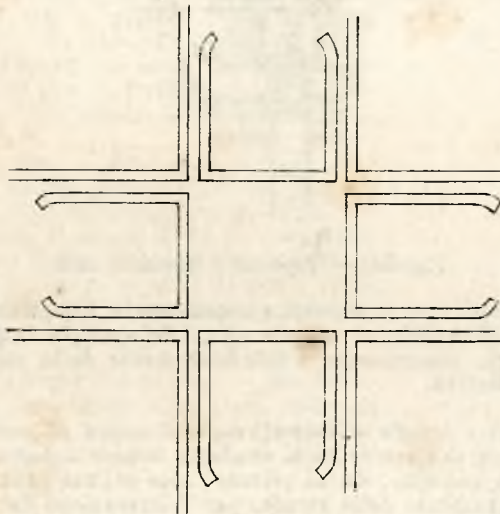


Fig. 55.

che un binario ne attraversi un altro o parecchi, all'intento di evitare lunghe manovre.

In aperta campagna, quando una via deve attraversarne un'altra, si modificheranno rispettivamente in modo da ottenere delle differenze di livello sufficienti a permettere di sostituire queste traversate con dei cavalcavia.

Le traversate possono essere ad angolo retto od oblique; il primo caso è il più semplice e meno pericoloso, l'uno dei due binari è generalmente destinato al solo trasporto di vetture che vengono guidate su altre vie principali attraversate dal medesimo. I punti d'incontro delle rotaie racchiudono un quadrato avente per lato (fig. 55) la larghezza normale del binario; onde permettere il passaggio reciproco delle ruote e loro ribordi, le rotaie vengono tagliate nei loro punti d'incontro in modo da ottenere una lacuna di 0^m, 0527 come già si disse. Quando le due vie hanno la stessa importanza, le loro guide vengono trattate nell'istesso modo, e per impedire lo sviamiento delle ruote nel passaggio delle lacune, o l'urto delle medesime contro le punte, si applicano in corrispondenza da una parte e dall'altra delle contro-rotaie, le quali trovandosi alquanto più elevate delle rotaie servono a guidare le ruote anche nel caso d'un salto.

Quando invece uno dei due binari, come è il caso ordinario, è destinato al semplice passaggio di vetture, lo si pone di alcuni centimetri più elevato dell'altro lasciando tutte le guide attraversate intiere; questa sopraelevazione dev'essere uguale alla massima sporgenza dell'orlo dei cerchioni, aumentata della quantità di cui si potrebbe abbassare la ruota nel passaggio, quindi di 0^m, 04 a 0^m, 05 circa. In quest'ultimo caso le contro-rotaie si possono sopprimere.

Allorquando invece le contro-rotaie sono necessarie si dispongono come indica la fig. 55.

Le punte e gli angoli sono naturalmente in acciaio, come pure la parte di ruotaia attigua; esse si eseguono o di un solo pezzo, sia incurvando la ruotaia, sia facendoli in ghisa fusa in conchiglia analogamente agli incrociamenti, o di due pezzi, riuniti mediante stecche ad angolo retto; le prime sono da preferirsi.

Il passaggio degli intervalli è meno pericoloso che potrebbe sembrare a primo aspetto, poichè quando un veicolo ha una certa velocità, non ha tendenza alcuna a sviare.

Le traversate oblique possono essere diversamente eseguite a seconda della loro obliquità. Se l'angolo sotto il quale le due vie s'incontrano è maggiore di quelli ordinariamente impiegati per gli incrociamenti, si eseguono in modo affatto analogo alle traversate ad angolo retto, la figura racchiusa dalle intersezioni delle due vie è in allora un rombo; le contro-rotaie possono interrompersi in vicinanza agli angoli ottusi. Se l'una delle due vie ha un'importanza secondaria, si darà alle sue guide una sopraelevazione, e l'interruzione delle rotaie non si eseguirà che per essa, mentre quelle della via principale vengono continuate senza interruzione alcuna.

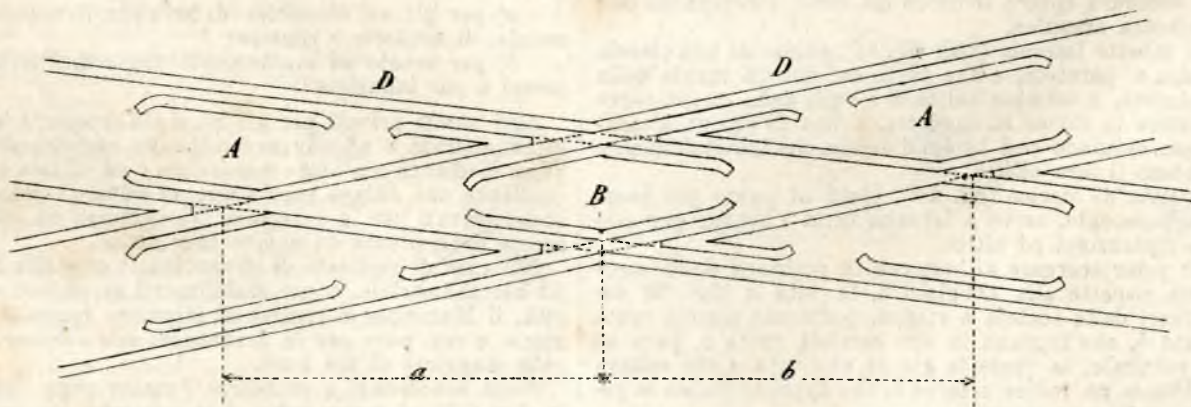


Fig. 56.

Quando l'angolo sotto il quale l'intersezione ha luogo è piccolo quanto quelli usati per gli incrociamenti, la traversata si divide in quattro parti (fig. 56).

l'incrocio d'entrata A,
la traversata B,
l'incrocio d'uscita C e
le vie d'accordo D.

Per gli incrociamenti A e C s'impiegano gli stessi pezzi come per gli incrociamenti delle deviazioni; la traversata B si eseguisce o interamente con ruotaie o con due cuori analoghi agli altri, essa richiede un'attenzione speciale nella disposizione delle contro-ruotaie come l'indica la fig. 56, vale a dire, in faccia ad ogni incrocio, e lungo la ruotaia opposta, e serve a guidare l'orlo d'una ruota nel senso secondo il quale l'altra tenderebbe a seguire nel passare il cuore.

Allorquando l'incrocio A d'entrata fa parte d'una deviazione d'angolo diverso da quello della traversata B, si impiegherà per esso l'angolo corrispondente, e la congiunzione con B si farà mediante una curva d'accordo di raggio di 300 metri. Le posizioni della traversata B e dell'incrocio C sono determinate per rispetto ad A dalle lunghezze:

$$b = a = 2L \cotang K.$$

Le traversate appoggiano su un telaio di traverse in modo affatto analogo alle deviazioni.

Allo scopo di diminuire gli inconvenienti che provengono dagli intervalli molto maggiori, che hanno origine quando la traversata ha luogo sotto un angolo molto acuto, si ricorre a dei pezzi mobili i quali si applicano alla faccia interna della punta; questa disposizione non è però soddisfacente, per cui non la descriviamo altrimenti.

XVI.

Scambio a incrocio o con traversata

Considerazioni generali.

Due binari paralleli o quasi paralleli possono riunirsi mediante uno scambio composto di due deviazioni, come già vedemmo (N. X e XI). Questa disposizione però non permette di passare da un binario all'altro direttamente che a quei veicoli provenienti nella direzione opposta all'incrocio, nel caso contrario sono obbligati di passare oltre, di attendere che gli aghi vengano manovrati, indi di ritornare su se stessi introducendosi nella deviazione. Per evitare questa manovra lunga e di difficile esecuzione quando le vie sono occupate da altri veicoli, si ricorre alla disposizione indicata nelle figure 57 e 58.

Si dispongono cioè due scambi l'uno di fronte all'altro i quali vengono ad internarsi nella loro parte mediana; si avranno così quattro scambi propriamente detti, quattro incrociamenti ed una traversata. Gli elementi necessari al tracciato sono facili a determinarsi in seguito alle regole date precedentemente, la distanza del punto d'intersezione dei due scambi si determinerà a partire dal punto d'incrocio di una delle deviazioni, in funzione dell'angolo sotto il quale ha luogo l'intersezione.

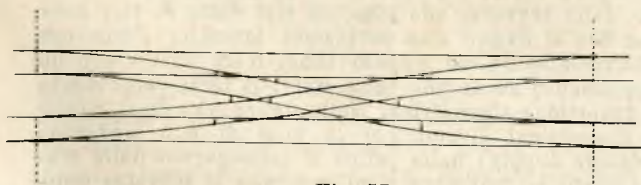


Fig. 57.

Quando si hanno parecchie vie parallele da unire alle loro estremità si può procedere in due modi diversi:

1° Mediante un binario obliquo alla direzione delle vie date, nel quale queste vengono a sboccare ciascuna con una deviazione;

2° Stabilendo direttamente sulla prima via e in seguito le une alle altre le deviazioni, e riunendole ai binari paralleli, mediante delle curve e dei rettili paralleli.

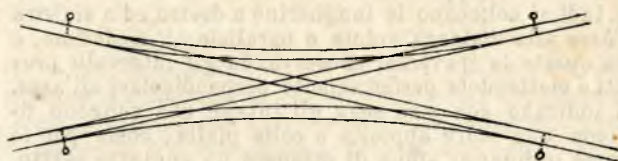


Fig. 58.

Le deviazioni devono collocarsi in prossimità l'una dell'altra, in modo da ridurre la lunghezza occupata dalle medesime al minimo valore possibile. Si farà coincidere il giunto di ciascuna di esse, col giunto il più prossimo all'uscita dell'incrocio; se si è obbligati per questioni di tracciato di tagliare una ruotaia bisognerà evitare di avere delle lunghezze minori di 1m. 80.

Allorquando la distanza d'una via all'altra è di molto maggiore della normale, si è obbligati d'introdurre delle curve d'accordo. Se poi un fascio di vie parallele deve essere riunito alle due estremità si potrà impiegare l'uno dei metodi per l'una delle estremità e l'altro per l'altra affine di ottenere per tutte le vie una stessa lunghezza ad accezione della prima e dell'ultima, che sono un po' più lunghe.

Non si deve mai mettere una deviazione in modo che il suo scambio si trovi dopo lo scambio di un'altra deviazione, ma bensì dopo l'incrocio, possibilmente dopo la prima ruotaia; nel caso di ristrettezza di spazio vale meglio stabilire una deviazione doppia.

XVII.

Deviazione inglese.

In una traversata le cui vie s'intersecano sotto un angolo molto acuto, si può eseguire la disposizione indicata nel numero precedente; riunire cioè le medesime nel tratto della traversata mediante uno scambio doppio, questa disposizione prende il nome di *deviazione o scambio inglese*. Essa può essere semplice o doppia; nel primo caso la diramazione ha luogo solamente da uno dei binari, nel secondo caso ha luogo in ambedue i sensi.

Lo scambio inglese semplice contiene due scambi propriamente detti; quello doppio, quattro; ed ambedue hanno due incrociamenti ordinari e due doppi, i quali fanno parte integrale della traversata. La distanza dell'origine degli aghi dall'incrocio è determinata dalla circostanza che nella manovra dei medesimi, non vengano a contatto colla ruotaia prossima nello scambio semplice, o fra loro in quello doppio. Per cui sarà da determinarsi ogni volta a seconda della sezione degli aghi, del loro agio, dell'angolo d'incrocio, ecc.

La deviazione inglese non può sempre impiegarsi, poiché nel caso che l'angolo d'intersezione sia troppo piccolo, la distanza delle punte nell'incrocio doppio diventa troppo grande e le contro-ruotaie non bastano più per guidare le ruote. Quando invece l'angolo è troppo grande, i raggi delle curve d'accordo diventano troppo piccoli e quindi non applicabili, i limiti sono 4° 36' 23" e 6° 47' 56" vale a dire 1/12, 4 e 1/8, 4.

Le formole pel tracciato si possono facilmente dedurre da quelle già esposte, solo converrà distinguere due casi, quando cioè l'angolo d'incrocio delle due vie è noto e si cerca il raggio della deviazione, oppure quando questi è noto e si cerca l'angolo sotto il quale s'intersecano i due binari.

XVIII.

Inzoccolamento dei pezzi destinati alla intelaiatura dello scambio e dell'incrocio.

L'inzoccolamento delle traverse e lungherine, costituenti il telaio di uno scambio propriamente detto, ha luogo su un cantiere speciale, e deve eseguirsi colla massima precisione. Si dispongono tre ruotaie o traverse parallela-

mente fra loro, in modo che la superficie superiore sia in uno stesso livello; si descrive in seguito pel loro mezzo una retta che rappresenti l'asse dello scambio da montare, indi si collocano le lungherine a destra ed a sinistra dell'asse alla distanza voluta e parallele al medesimo, e sopra queste le traverse, conservando gli intervalli prescritti e mettendole perfettamente perpendicolari all'asse.

Si indicano con una sega gli intagli che vengono finiti con una scure apposita e colla pialla, come per le traverse ordinarie, affine di ottenere un contatto esatto, essi devono esser profondi di metri 0,04 nelle lungherine e di 0,01 nelle traverse. I fori per le chiavarde non devono permettere agio alcuno; ciò si ottiene impiegando un trivello con un diametro minore di un millimetro di quello delle chiavarde; queste devono avere la madre vite superiormente.

Quando lo scambio viene sostenuto da un telaio senza lungherine, l'inzoocolamento potrà farsi su una superficie piana qualunque atta a ricevere le traverse.

Finito l'inzoocolamento, si preparano le superficie sulle quali appoggiano i cuscinetti, esse devono essere perfettamente regolari e non presentare cavità o sporgenza alcuna. Le ruotaie si dispongono in modo da avere su tutta la loro lunghezza la distanza prescritta di m. 1,435 fra le loro superficie interne; gli aghi devono appoggiare su tutti i cuscinetti ugualmente, e su tutta la loro superficie, e il loro contatto colle ruotaie contr'ago dev'essere ermetico sulla porzione prevista. Il cuscinetto del perno non si mette che quando lo scambio è al suo posto definitivo; egli è d'uopo però di preparare il tutto coi relativi fori, nel medesimo tempo che il restante.

La leva destinata a manovrare gli aghi deve essere messa in modo da trovarsi inclinata ugualmente nei due sensi per rispetto alla verticale, quando gli aghi hanno le due posizioni che loro convengono, ciò si ottiene tenendo la leva verticalmente quando due aghi sono ugualmente distanti dalle ruotaie fisse.

Pel telaio dell'incrociamiento l'inzoocolatura ha luogo in modo affatto analogo, solo avvertasi che l'intaglio per le lungherine e le traverse non deve essere maggiore di m. 0,005. La madre vite delle chiavarde delle lungherine esterne deve mettersi inferiormente, e la testa superiore deve trovarsi nelle traverse ad una certa profondità onde potere inzoocolare le traverse e fissarvi le ruotaie e le contro-ruotaie, operazione che ha luogo come d'ordinario. Il cuore deve naturalmente trovarsi come incastrato così che le superficie di scorrimento del medesimo siano allo stesso livello delle altre ruotaie, e quelle di contatto sieno regolari in modo che la punta del cuore sia perfettamente orizzontale dopo la posa.

Le ruotaie e le corrispondenti contro ruotaie vengono chiavardate e mediante tre pezzi in ferro mantenute alla distanza necessaria fra loro, indi si collocano al loro posto definitivo, affine di segnare gli intagli da eseguirsi. Naturalmente che la loro posa deve farsi in modo da ottenere l'inclinazione di 1/20, come d'ordinario, e la larghezza prescritta di m. 1,435. Esse vengono però solamente fissate in modo definitivo al momento della posa.

Preparati così lo scambio e l'incrociamiento vengono disposti esattamente alla distanza e nella posizione voluta dal tracciato geometrico, indi si posa la via diretta (per la quale le traverse devono essere già inzoocolate come d'ordinario), secondo la posizione che le conviene; in seguito si mettono le ruotaie destinate alle curve d'accordo fra lo scambio e l'incrociamiento, e si segnano gli intagli da praticarsi, in prima per quelle traverse che non porteranno delle piastrelle, indi per le altre. L'inzoocolatura ha luogo in seguito nel noto modo; e finalmente vengono inchiodate le ruotaie definitivamente.

XIX.

Posa delle deviazioni.

La posa di una deviazione può farsi in tre modi diversi, a seconda delle circostanze in cui ha luogo; nel caso che la circolazione delle macchine od altro non lo impedisca, le operazioni precedenti vengono eseguite sul posto stesso che devono occupare definitivamente. Quando invece la circolazione dei veicoli impedisce di occupare il

posto stesso della deviazione e lo spazio laterale permette di montarle in vicinanza, si trasportano in seguito facendole scivolare poco a poco o spingendole per porzioni. Se lo spazio manca affatto, le operazioni suddette vengono eseguite altrove e trasportate in seguito per parti, a preferenza coll'aiuto di una gru mobile.

Non è d'uopo far osservare che la piattaforma deve essere ben regolata e permettere uno spessore di inghiamento (ballast) sotto le lungherine di m. 0,20 almeno. Questa massiciata deve essere molto resistente e bene pulita; la sabbia fina non si presta affatto.

Tutti i pezzi mobili devono inoltrarsi opportunamente.

Nelle curve d'accordo delle deviazioni la sopraelevazione della ruotaia esterna non ha luogo, e solo per quelle deviazioni poste in curve di raggio molto piccolo e in piena via, si può ammettere una sopraelevazione massima di m. 0,07 sulla via principale.

XX.

Quantità e costo dei materiali.

Non si può precisare in un breve articolo il peso ed il costo dei materiali necessari agli scambi, per la semplice ragione che il primo varia a seconda della sezione e delle disposizioni scelte per le diverse parti; il secondo poi, oltre a ciò, varia anche a seconda del momento in cui si fanno le compere; epperò per dare una lontana idea, accenneremo ad alcune cifre dei prezzi principali.

Per uno scambio propriamente detto, le ruotaie contro ago pesano d'ordinario da 38 a 42 chilogrammi per metro corrente: gli aghi da 150 a 200 chilogrammi ciascuno, a norma della loro lunghezza; i cuscinetti da 18 a 25 kg. secondochè lo scambio è semplice o doppio; le piastrelle di perno da 15 a 20 kg., e da 20 a 24 per uno scambio doppio; le stecche piegate pel perno da 6 a 7 kg.; il tutto si paga analogamente all'altro materiale d'armamento, in funzione del peso. Negli ultimi anni uno scambio venne a costare all'officina circa da 400 a 500 lire; e uno scambio doppio da 1000 a 1200 lire. La leva con contrapeso e lanterna da 100 a 120 lire.

Per un incrociamiento il cuore propriamente detto in ghisa fusa in conchiglia per un angolo tang. 0,09, pesa da 470 a 500 kg. e costa da 250 a 300 lire; per un angolo tang. 0,13, pesa da 410 a 450 kg. e costa da 200 a 250 lire, e in acciaio Bessemer, pesano il primo da 350 a 400 kg., il secondo da 330 a 360 kg. e costano da 200 a 250 lire. Osserviamo ancora una volta che queste cifre non sono che generali, e non possono prendersi a base d'un computo esatto.

I legnami componenti il telaio vengono pagati un poco più delle traverse ordinarie, in relazione, ben inteso, delle loro dimensioni; e questi prezzi variano a seconda della località. La quantità necessaria è di circa metri cubi 1,50 per uno scambio semplice, di metri cubi 1,70 per uno doppio; e da 1m60 a 1,80 per l'incrociamiento, a seconda che la deviazione è laterale o simmetrica. Per una deviazione doppia si può calcolare metri cubi 1,80 circa pel primo incrociamiento, e da 2m a 2m30 per gli altri due. Per le vie d'accordo il cubo varia a seconda della distanza fra l'incrociamiento e lo scambio, da 2m a 3m50.

Le figure 16, 17 e 18 mostrano la disposizione e il numero delle traverse adottate per i tipi della S. O.; nelle prime due si hanno due deviazioni laterali, l'una con un incrociamiento ad angolo tang. 0,13; l'altra con un incrociamiento ad angolo tang. 0,09; la terza rappresenta una deviazione simmetrica. Nelle figure 35 e 36 si hanno due disposizioni diverse per la posa di una medesima deviazione doppia; nella prima si impiegano delle traverse speciali, nell'altra si utilizzarono le traverse ordinarie della via; quest'ultima disposizione è naturalmente più economica e sicura nelle stazioni, per gli scambi di un'importanza secondaria.

Clermont-Ferrand, li 9 maggio 1882.

GAETANO CRUGNOLA.

MATERIALI DA COSTRUZIONE

I TRAVERTINI DELLA CAMPAGNA ROMANA (1)

per N. PELLATI, *Ispettore delle Miniere.*

Il travertino, *lapis tiburtinus*, è uno dei materiali più caratteristici delle costruzioni romane antiche e moderne. Sebbene usato scarsamente al tempo dei Re e della Repubblica (parti della Cloaca massima, tempio della Fortuna virile, ecc.) a causa di una relativa difficoltà di lavorazione, la sua applicazione prese maggiore estensione nel tempo dell'Impero (anfiteatro Flavio, teatro di Marcello, parte del sepolcro di Cecilia Metella, ponte Aelio, arco di Druso, ecc.). La buona conservazione degli antichi edifici in travertino avendone messo sempre più in evidenza le pregevoli qualità, esso fu più largamente usato nelle costruzioni medioevali e dell'età moderna (basilica e porticato di S. Pietro, altre basiliche, chiese diverse, palazzi, fontane, ecc.). Fra i materiali edilizi dei dintorni di Roma (peperino, sperona, tufo vulcanico, lave trachitiche di Bagnorea, di Manziana, ecc.) il travertino è certamente quello che meglio si presta ad una accurata lavorazione e, se ben scelto, resiste quasi indefinitamente senza alterarsi alle ingiurie del tempo.

Le cave che fornirono in questi ultimi tempi quasi tutto il travertino per le costruzioni della città di Roma erano quelle dette delle Fosse, presso Tivoli, la cui produzione annua non era che di circa un migliaio di metri cubi e difficilmente potrebbe raggiungere il doppio di una tale quantità. Essendosi però dato recentemente grande impulso alla coltivazione d'una cava presso la Villa Adriana e riattivate quelle dette delle Caprine sulla strada di Monticelli, non lungi dalle Acque Albule, la produzione complessiva annua di tutte le cave conosciute col nome di cave di Tivoli, è ora di 3500 a 4000 metri cubi. La vicinanza delle cave stesse a Roma (22 a 26 chilometri), la migliorata condizione delle strade ordinarie e l'avvenuta apertura del tramvia di Tivoli, sono per queste cave condizioni favorabilissime allo smercio dei loro prodotti in Roma e tali diventeranno sempre più, specialmente per le cave delle Caprine, quando sarà costruita la ferrovia da Roma a Sulmona, la quale deve passare a brevissima distanza dalle medesime.

La produzione attuale delle cave di Tivoli serve per due terzi circa ai bisogni edilizi di Roma e per circa un terzo ai lavori del Tevere. Non si può contare di ottenere da esse in condizioni normali una produzione molto maggiore. Volendosi compiere i lavori del Tevere prima del 1890 occorrerebbero solo per questi circa mc. 4500 all'anno di travertino, mentre il consumo che se ne avrà fra breve per le costruzioni edilizie private e per pubblici edifici ultimamente progettati, si eleverà probabilmente ad una cifra molto ingente che potrà oltrepassare i 3000 e forse i 4000 metri cubi all'anno. Si può così prevedere, almeno per parecchi anni avvenire un consumo al quale le cave di Tivoli non potendo far fronte occorrerebbe provvedere diversamente per la quantità mancante.

Se non si potesse fare assegnamento che sulle cave di Tivoli è naturale che l'offerta diventando minore della richiesta, i costruttori dovrebbero accettare le condizioni dei coltivatori delle cave e si finirebbe per rinunciare a far uso del travertino in molte delle opere progettate. È quindi di qualche interesse l'esaminare se altre cave o giacimenti di travertino a portata di Roma si trovino in grado di fornire materiale non meno pregevole del tiburtino ed in condizioni economiche se non migliori almeno paragonabili a quelle delle cave di Tivoli.

Condizioni generali dei giacimenti di travertino della campagna romana e di alcune località circostanti. — I recenti rilevamenti dell'ufficio geologico ci fanno conoscere i principali

(1) Da una Relazione al Ministero dei Lavori Pubblici sui materiali pel rivestimento e coronamento dei muraglioni del Tevere urbano.

giacimenti di travertino della campagna romana e di alcune località circostanti. Son note le relazioni fra le formazioni del travertino e le azioni vulcaniche. Le emanazioni gassose che i vulcani mandano fuori nello stadio della loro maggiore attività sono principalmente: acido cloridrico, nitrico, solforoso e solforico. A misura che si affievolisce la loro forza subentrano l'acido solfidrico, i carburi d'idrogeno e successivamente prende il predominio l'acido carbonico. Le numerose mofete, putizze, salse, soffioni, fontane ardenti, sorgenti termali ed incrostanti, ecc., che si incontrano in tutte le regioni che furono già teatro di vulcaniche eruzioni ci dispensano dal recare le prove di un tale fatto, ammesso del resto generalmente dai geologi. È quindi naturale che le acque circolanti nei terreni vulcanici nell'ultimo periodo di attività delle forze endogene disciolgano grandi quantità di acido carbonico e passando così acidulate attraverso rocce calcaree preesistenti si carichino di carbonato di calce, per deporlo successivamente appena giungono a contatto dell'atmosfera ove l'acido carbonico libero si sprigiona in seguito alla decomposizione del bicarbonato. Ecco l'origine dei travertini i quali richiedono quindi per la loro produzione l'intervento di vulcani spenti o in via di spegnersi e la vicinanza di masse notevoli di calcare preesistenti. Le località poi in cui i travertini si andranno a deporre di preferenza saranno verso il fondo delle valli dove sgorgano le sorgenti e principalmente là dove esse valli si allargano e possono dar luogo a grandi specchi d'acqua.

Esaminando la carta geologica si vedono verificate nella campagna romana le condizioni suddette. Vi troviamo infatti i travertini in costante relazione coi vulcani sabatini e coi laziali oppure cogli ernici e colle masse calcaree giuresi, cretacee ed eoceniche dei monti Cornicolani, Tiburtini, Prenestini, Lepini e sulla destra del Tevere con quelle dei monti della Tolfa e del Soratte. Troviamo inoltre le formazioni di travertino allineate lungo le valli del Tevere, dell'Aniene e del Sacco o sulle ultime pendici dei monti verso il Tirreno. I travertini di Magliano non rappresentati nella nostra carta sono nella valle dell'Albegna, in posizione non dissimile rispetto agli antichi vulcani di monte Amiata e di Radicofani e delle grandi masse di alberese di S. Fiora, del Siele e di Scansano.

La posizione dei travertini nella serie stratigrafica dei terreni geologici corrisponde alle suaccennate presunzioni sulla loro origine. Infatti non v'ha esempio, come vedremo, nella zona che si considera di travertini inferiori al quaternario, allo stesso modo che i prodotti dei corrispondenti vulcani sono dappertutto posteriori al pliocene, mentre poi si estendono alle più recenti alluvioni moderne. La maggiore o minore antichità dei travertini entro i limiti suddetti è resa manifesta dalla loro struttura e più o meno grande compacità. I più antichi o quaternari propriamente detti si trovano generalmente in depositi più estesi e più potenti e con struttura più serrata; sono quelli a cui propriamente si attribuisce il nome di travertini e che forniscono le buone pietre da taglio. I travertini più recenti, alcuni anzi contemporanei, che si trovano generalmente alle parti superiori dei depositi di travertino quaternario sono più propriamente noti col nome di *tartari*, *testina*, ecc., ed hanno generalmente una tessitura molto più spugnosa, in banchi meno potenti, di più limitata estensione e nelle costruzioni non possono servire tutto al più che per farne muratura leggera.

Riferiamo qui le principali notizie che sulle cave di travertino in coltivazione nella campagna romana e sui dintorni abbiamo potuto raccogliere nelle visite fatte o per relazioni avute.

Cave delle Fosse sotto Tivoli. — Le cave delle Fosse si trovano nel piano sotto Tivoli, a destra dell'Aniene, a circa due chilometri a levante del lago delle acque Albule o della Regina e a poco più di 3 chilometri dalla strada provinciale e dalla stazione del tramvia dei Bagni, alla quale le dette cave sono collegate per mezzo di una discreta strada rotabile. In quella località il terreno essendo pianeggiante le cave hanno la forma

di bacini o truogoli piatti ed allungati (*fosse*) di qualche centinaio di metri di lunghezza con 20 a 40 o 50 metri di larghezza e 5 o 6 metri di profondità.

Due sono le cave attualmente in esercizio, coltivate, una dal signor De Lellis e l'altra dal Fumaroli e su di una estremità dal Conversi. Altri scavi di forma irregolare con accumulazioni di rigetti e detriti si vedono nei dintorni e corrispondono a cessate coltivazioni o tentativi fatti in antico. Credesi però che l'estrazione del travertino da questa località non risalga al di là del 1500, verso la quale epoca queste cave sarebbero state aperte pei lavori della basilica di S. Pietro, a cui fornirono successivamente la più gran parte del materiale.

I banchi di travertino sono quasi perfettamente orizzontali. Se ne distinguono due principali su cui la coltivazione ha luogo: uno di 1 a 2 metri di potenza a pochi decimetri sotto il terreno vegetale e l'altro di 2 a 3 metri separato dal precedente da un metro circa di materiale cavernoso a falde incoerenti. Il travertino di ambedue questi banchi è notevole specialmente nella cava Fumaroli per tenacità ed attitudine ad essere lavorato in lastre: esso ha un bel colore bianco, minutamente bucherellato o spugnoso, ma poco cavernoso, e soltanto nella saldatura delle varie assise o falde presenta talora delle cavità maggiori, o, come si dice in termine di cava, qualche *falda aperta*. Le dette assise poi, molto variabili in questo travertino per struttura e compacità, gli danno il carattere della listatura che esso presenta in modo notevolissimo.

Il banco inferiore è ordinariamente per una metà circa della sua altezza coperto dalle acque piovane e di sorgente che invadono il fondo della cava. La presenza di queste acque costituisce una certa difficoltà nella coltivazione e per l'educazione delle medesime si dovettero stabilire alcune pompe mosse con locomobili. Un'altra difficoltà anche maggiore deriva dalla situazione degli scavi in ribasso del livello del suolo, il che costringe a manovre qualche volta piuttosto difficili per districare i massi quando hanno dimensioni un po' notevoli e per sollevarli alle piazze di carico; per contro la qualità del travertino colle sue falde nette e regolari facilita molto il taglio.

Sono occupati nella cava Fumaroli una trentina di cavatori durante sei mesi dell'anno (da ottobre ad aprile); 25 circa lavorano nella cava Conversi e una ventina nella cava De Lellis. Per 10 cavatori occorrono in media due manovali. La quantità del materiale che le cave delle Fosse ora producono annualmente è di circa 1100 mc. per la cava Fumaroli-Conversi e di mc. 400 per la cava De Lellis. Il trasporto si fa dalla cava De Lellis a Roma direttamente per mezzo di barocchi o traini a due ruote di gran diametro, detti *codette* o *codettoni*, tirati da bovi o da bufali; dalla cava Fumaroli-Conversi invece la più grande quantità del travertino è portata collo stesso sistema dei barocchi e delle codette alla segheria che lo stesso Fumaroli tiene presso la stazione dei Bagni; ivi viene ridotto in lastre, gradini, ecc., e poi spedito a Roma per tramvia.

Cava della Villa Adriana. — La coltivazione di questa cava fu intrapresa già da parecchi anni, ma in piccola scala; dopo l'apertura del tramvia Tivoli-Roma in considerazione della sua vicinanza a questo nuovo mezzo di trasporto e per la circostanza che la località si prestava ad essere facilmente collegata col tramvia mediante un binario di poco più di un centinaio di metri di lunghezza, ne fece acquisto il Fumaroli e vi diede grande sviluppo. La cava occupa l'estremo lembo della formazione travertinosa di Tivoli, che sulla sinistra dell'Aniene si spinge da questa parte fin sotto il monte. I banchi ivi coltivati sono più potenti di quelli delle Fosse, ma meno regolari e presentano estese e frequenti fratture o *sentine* nel senso verticale; tuttavia da alcune fronti vi si possono cavare massi di notevole volume di un materiale più compatto di quello delle Fosse, sebbene di colore più oscuro e meno bene si presti alla lavorazione colla sega. Questa cava non essendo molestata dalle acque

come quelle delle Fosse ed avendo le sue fronti di taglio generalmente più elevate rispetto al piano di carico, presenta maggiori facilità nello scavo e nel distacco dei massi; lo scarto però, a causa delle suaccennate fratture e di una maggiore fragilità e durezza del materiale, vi è alquanto maggiore. Il più grande vantaggio che essa presenta è quello del suo diretto collegamento col tramvia e di potere con facilità caricare i massi sul vagone nella cava stessa mediante apposito piano caricatore. La sua distanza da Roma è di circa chilometri 26. Vi sono occupati una ottantina di cavatori, parte sanmarinesi e parte toscani, ma anche qui non si lavora attivamente che per sei mesi all'anno, da ottobre ad aprile, non rimanendovi per gli altri sei mesi che alcuni operai toscani pagati a cottimo. La sua produzione è di circa 1600 mc. di travertino.

Cave delle Caprine. — Accanto alla strada che staccandosi dalla provinciale Roma-Tivoli presso il lago dei Tartari tende a Monticelli ed a circa 5 chilometri dalla strada provinciale suddetta si trovano nel fianco dell'altipiano, che si estende a sinistra, le antiche cave delle Caprine le quali erano attivamente lavorate qualche secolo fa e poi furono smesse o almeno lavorate solo interrottamente e fiaccamente a causa del diminuito uso del travertino, e perchè quello delle Fosse era generalmente preferito per la sua maggiore attitudine alla lavorazione. Le cave delle Caprine, state recentemente riaperte con migliori disposizioni, sono quelle del Fioravanti, del Pietrilli e da ultimo la cava Bellucci. Il travertino delle due prime può rivaleggiare per bianchezza con quello delle Fosse; ma alla cava Bellucci esso ha un colore più oscuro anche di quello di Villa Adriana. In generale poi in tutte queste cave si trova un materiale che, sebbene di struttura più serrata e più duro di quello delle Fosse, contiene con maggior frequenza cavità interne e falde aperte. Meno netta e regolare riesce anche generalmente la disposizione delle assise e ciò è causa che esso si presta meno bene alla riduzione in lastre colla sega. Questo deve essere stato uno dei motivi dell'abbandono della segheria a vapore che alcuni anni fa era stata eretta presso quella località.

Le fronti di taglio sono in queste cave superiori al piano di carico e ciò facilita molto il lavoro di escavazione. I banchi coltivati sono due della potenza di 1 a 2 metri l'uno e di 2 a 3 metri l'altro. Si estraggono, specialmente dalla cava Fioravanti pezzi di grandi dimensioni. Vi sono occupati una cinquantina di cavatori, cioè 20 circa per ciascuna delle due cave Fioravanti e Petrilli, e una decina nella cava Bellucci. Il lavoro anche qui non dura che per sei mesi e gli operai sono per lo più, come nelle altre cave suddeseritte, sanmarinesi, che nella stagione estiva, in causa della malaria, fanno ritorno al loro paese. Durante il lavoro delle cave questi operai sono pagati in ragione di 45 ed alcuni sino a 60 lire al mese oltre il vitto ed il ricovero che viene loro fornito dall'intraprenditore.

La distanza di queste cave da Roma è di 23 a 24 chilometri. I trasporti del materiale si fanno con barocchi a bovi o direttamente a Roma o alla stazione dei Bagni, donde proseguono per tramvia. Il tracciato della ferrovia Roma-Sulmona passa a brevissima distanza da queste cave, e quando la ferrovia sarà costruita ed aperta all'esercizio, esse si troveranno per il trasporto del travertino a Roma in condizioni migliori di tutte le altre cave di travertino della campagna romana.

Cave del Barco. — Queste cave si trovavano sulla sponda destra dell'Aniene fra uno e due chilometri a valle del ponte Lucano, ma furono abbandonate da lunghissimo tempo. Da esse gli antichi presero il travertino adoperato nelle loro costruzioni; si crede anzi che fossero le sole cave di travertino coltivate sino alla caduta dell'Impero romano. Il Bulgarini (*Notizie storiche, antiquarie ed agronomiche intorno all'antichissima città di Tivoli*) calcola a non meno di cinque milioni e mezzo di metri cubi la pietra estratta in questa località, spingendo gli scavi

a 10 metri di profondità media; ma tale cifra è certamente molto esagerata. Queste cave furono poi abbandonate ed erano inoperose nel tempo in cui si costruivano i palazzi della Cancelleria e Farnese, pei quali le pietre erano tolte da antichi monumenti e segnatamente dal Colosseo. Vuolsi notare che il travertino di queste cave era molto compatto e non poteva lavorarsi se non con grande fatica e molta spesa. Si dice che gli antichi lo utilizzassero per la facilità di poterlo trasportare a Roma con zattere sull'Aniene, ma non pare che questo fiume possa mai essersi prestato a simile operazione.

La posizione geologica del travertino di tutte le cave suddestrate appartenenti al grande giacimento di Tivoli corrisponde a quella dei tufi vulcanici recenti della campagna romana, riposando il travertino sui tufi antichi e risalendo sino alle più moderne alluvioni. Nella formazione di Tivoli prendono notevole estensione anche i travertini recenti detti *tartari*, che, sebbene lentamente e in pochi punti soltanto, ancora oggidi si formano colle concrezioni delle acque albule. I travertini si depositarono in una grande espansione che le acque dell'Aniene avevano preso nella pianura fra Monticelli, Tivoli e le prominente della Villa Adriana e di Castel Arcione quando erano ancora molto attive le sorgenti concrezionanti del fiume ed intenso l'effetto delle acque albule che sgorgavano dal fondo di quel lago.

Cave di Fiano. — Pare che nel tempo delle grandi costruzioni di Roma papale sotto Giulio II, Leone X, poi sotto Sisto V, e più tardi sotto Pio VI queste cave fossero attivamente coltivate e fornissero notevoli quantità di travertino per varie chiese e basiliche e particolarmente pel porticato e sacristia di S. Pietro. Era in quei tempi coltivata specialmente la cava detta di S. Sebastiano, la quale si trova sulla destra del Tevere all'altezza della stazione di Passo Corese, a circa due chilometri di distanza dal fiume e presenta ancor oggi un grande sviluppo di fronti di taglio, sebbene il materiale buono sia ora quasi totalmente scomparso. E veramente nello stato attuale le cave di Fiano, quali si mostrano, se possono fornire ancora qualche campione di discreto materiale, non danno alcuna garanzia della possibilità di un'utile coltivazione per l'avvenire, perchè non è in vista alcun banco o fronte di scavo di buona qualità. Nelle cave di S. Sebastiano il travertino è pieno di cavernosità e senza sufficiente cementazione delle varie assise.

La cava del Porto situata accanto alla strada che dal passo sul Tevere tende al paese, a non più di qualche centinaio di metri dal fiume, è ora coltivata per pietrami e massi da scegliere per conto dell'impresa dei lavori di difesa del fiume stesso che stanno eseguendosi nelle vicinanze. I banchi sono qui molto fessurati e pieni di peli e quindi non se ne potrebbero con tornaconto ricavare massi riquadrati per lavori edilizi. Nella località detta di S. Giovanni fu coltivata, or non è molto, un'altra cava per la costruzione del palazzo municipale di Fiano, ma quel travertino provò essere di pessima qualità. Finalmente fu pure fatto qualche saggio di scavo a sud-est della cava di S. Sebastiano presso il fontanile, ma anche qui il travertino offre poca omogeneità e contiene entro la massa frequenti spaccature ripiene di concrezioni calcaree posteriori alla sua formazione.

Queste cave sarebbero in ottima posizione rispetto a Roma da cui non distano che 35 a 38 chilometri. Sarebbe facile organizzare il trasporto del travertino a mezzo di zattere sul Tevere, quale sistema tornerebbe economico specialmente per lavori di sistemazione del Tevere urbano, ed era probabilmente usato quando le cave erano coltivate in larga scala. Ora però, malgrado tali vantaggi, le cattive condizioni delle fronti di taglio, non assicurando quantità sufficiente di buon materiale, non è permesso fare alcun assegnamento su queste cave.

La posizione geologica del giacimento di Fiano corrisponde presso a poco a quella del giacimento di Tivoli; sembra però che tale travertino sia in relazione colle formazioni vulcaniche dei monti Sabatini e coi calcari giuresi e liassici del monte Soratte.

Cave di Orte. — Sebbene il travertino di Orte sia stato utilizzato per le costruzioni locali in tempi molto remoti, come ne fanno fede parecchi edifici esistenti in Orte stesso e nelle vicinanze e specialmente i ruderi dell'antico ponte di Augusto, tuttavia sembra che le cave non siano mai state coltivate che irregolarmente ed intermittenemente. La località in cui fu scavato il materiale adoperato dagli antichi pare fosse quella dove furono aperte da ultimo le cave dette della Mola di Bassanello. Alla Macchia Soprana, lungo la strada di Viterbo, dove furono aperte le nuove cave Manni e Vittori non esistevano in antico scavi di importanza. Il travertino di Orte, e specialmente quello di queste ultime cave, è di un bel colore bianco-candido, ha tessitura compatta o almeno minutamente spugnosa e si presta egregiamente ai lavori d'ornato e di decorazione. La distanza da Orte a Roma, che è di ben 83 chilometri, non avrebbe permesso a questo eccellente materiale di mettersi in concorrenza con quello di Tivoli senza la facilitazione dei trasporti per ferrovia in confronto dei mezzi primitivi ancora in uso in alcune di queste ultime cave. La distanza delle cave di Macchia Soprana dalla stazione di Orte è di 6 a 7 chilometri con buona strada rotabile quasi sempre in discesa; quelle della Mola di Bassanello distano un po' meno, ma può ritenersi che le spese di trasporto siano uguali.

Le cave della Macchia Soprana, specialmente la prima che s'incontra lungo la strada provinciale di Viterbo, appartenente al conte Manni, presentano fronti di taglio assai potenti, ma abbisognano ancora di qualche lavoro di sbancamento per prestarsi convenientemente ad una grande lavorazione. La grossezza dei banchi coltivabili nell'ora menzionata cava è di 7 a 8 metri. Quantunque si osservino anche qui non infrequenti fratture nel senso verticale o sentine se ne possono tuttavia ottenere massi di dimensioni colossali. In condizioni meno favorevoli sono le due cave che si trovano a qualche centinaio di metri di distanza sulla medesima strada di Viterbo, appartenenti: la prima allo stesso conte Manni, e la seconda al marchese Vittori. Anche il travertino di queste cave è di qualità un po' più scadente, specialmente quella della cava Vittori, ed ha una colorazione alquanto più oscura.

Al conte Manni appartiene pure la cava detta della Mola di Bassanello la quale si trova sulla nuova strada comunale che tende a quel paese. La sua posizione è egualmente comoda per rapporto allo scavo del travertino, al carico ed al trasporto; ma la qualità del materiale è alquanto meno pregevole, sia pel colore men chiaro e traente al giallo-perla, sia per la tessitura più spugnosa. E però anche esso di grande resistenza e sarebbe perfettamente adattato ai lavori del Tevere. Se ne può avere una prova esaminando i piedritti e l'arco del ponte vicino alla cava, la cui costruzione deve risalire a molti anni addietro, i quali mostrano spigoli perfettamente vivi e la massa del travertino per nulla alterata dalle ingiurie del tempo.

Il giacimento del travertino di Orte è elevato da 100 a 200 metri sulla valle del Tevere, la quale trovasi sotto Orte incassata nelle sabbie e marne plioceniche. Il travertino si vede in parecchi punti riposare sui tufi trachitici sovrapposti al pliocene, e talora riposa direttamente sulle sabbie plioceniche. Si può ritenere questo giacimento in relazione coi vulcani del monte Cimino e di Vico e coi calcari cretacei e giuresi di monte Castrilli.

Cave di Monterotondo. — Le cave state aperte presso Monterotondo furono abbandonate da oltre due anni in seguito probabilmente all'inutilità dei tentativi fatti per averne materiale di buona qualità. I banchi esplorati furono trovati di piccolo spessore ed il travertino di non sufficiente compattità, talchè nel luogo stesso di Monterotondo quando occorre travertino di buona qualità si è costretti di ricorrere alle cave di Orte.

Le cave esplorate si trovano alla regione Le Fonti a settentrione dell'abitato di Monterotondo, alla distanza di poco meno di 2 chilometri e di circa chilometri 4 1/2 dalla stazione

ferroviaria. I banchi coltivabili sono a circa 2 metri di profondità sotto la superficie del suolo ed il travertino scavato e sbizzato non si può dare al paese di Monterotondo a prezzo minore di L. 35 per m. c. Il trasporto da Monterotondo alla stazione costa circa L. 10.

Cava di Magliano in Toscana. — La cava di Magliano ultimamente aperta dall'avv. Biozzi, sindaco di Orbetello, si trova nella regione Banditaccia del territorio di Magliano in Toscana. Vi si accede per la strada provinciale che dalla stazione dell'Albegna tende a Scansano. A 4 chilometri circa al nord di Magliano, non lungi da Pereta, si lascia la strada provinciale e voltando a destra si arriva alla cava per un breve tronco di strada fatto espressamente costruire dall'avvocato Biozzi. La distanza dalla cava alla stazione ferroviaria di Albegna è così di circa 19 chilom. di strada in buono stato ed in discesa media del 2 per 100 circa. La distanza della stazione di Albegna da Roma (stazione di S. Paolo) è di chilometri 148.

Questo giacimento differisce da quelli sinora esaminati specialmente perchè posto a considerevole altezza sul fondo delle valli più vicine del Vivaio e dell'Albegna, e perchè riposa sui calcari e sulle arenarie eoceniche invece che sui tufi vulcanici o tutt'al più sopra le sabbie plioceniche, come i giacimenti di Tivoli, Fiano, Orte e Monterotondo. Non vi ha dubbio però che anche questi travertini sono quaternari e subordinati probabilmente alle formazioni vulcaniche del monte Amiata ed alle masse di calcare eocenico di S. Fiora, del Siele e di Scansano.

Nella località detta la Banditaccia la massa del travertino offre un notevole sviluppo e sarebbe possibile l'estrazione di quantità di buon materiale. Nel punto attaccato dall'avv. Biozzi la potenza complessiva dei banchi può essere di 12 metri circa con inclinazione verso levante, cioè verso la valle del Castione. I banchi coltivabili hanno 2 o 3 metri di potenza, ma sono assai fessurati in traverso. Dalla cava furono estratti sinora pochi massi e questi di non grandi dimensioni a causa della poca pratica degli operai che vi lavorano ed anche della qualità del materiale che dà luogo naturalmente ad uno scarto piuttosto notevole, sebbene il travertino di questa cava contenga pochi peli e sia di una buona tessitura, minutamente spongiosa; ha però il difetto caratteristico di qualche tarla e di frequenti spaccature. Il suo colore tende al giallognolo e sotto questo rapporto non è molto dissimile da quello della Mola di Bassanello. In alcuni degli antichi edifici del Borgo di Magliano dove fu adoperato, come nella chiesa, nel palazzo municipale ed in alcune case private, il travertino di questo giacimento ha fatto buona prova ed ha assai bene resistito alla forza di degradazione degli agenti atmosferici.

Cave di Subiaco. — Presso Subiaco si coltiva un giacimento di travertino che per quanto limitato fornisce un materiale di bellissima qualità che serve anche a lavori scultorii. In causa della qualità distinta, alcuni massi di questo materiale vengono persino portati a Roma malgrado la grande distanza e le difficoltà del trasporto. Infatti la distanza da Subiaco a Roma è di circa 70 chilometri, dei quali 40 circa, fra Subiaco e Tivoli, devono necessariamente percorrerli su strada ordinaria. La produzione di questa cava è in conseguenza molto limitata e può essere di un centinaio di mc. all'anno. Il valore di questo travertino reso a Subiaco è di circa 45 lire il mc. In quelle località vi sono anche altre cave di travertino, ma d'importanza minore, perchè danno materiale molto leggero e cavernoso.

Cave di Ferentino. — Presso Ferentino, nella valle del Sacco, vi è un giacimento di travertino nel quale sono pure praticate alcune piccole escavazioni che forniscono qualche poco di materiale per le costruzioni edilizie di Frosinone, per la manutenzione delle strade circonvicine e per qualche costruzione rurale. Il travertino che se ne estrae nelle parti superficiali è poco

compatto, di color cenerognolo e molto cavernoso; nelle parti più basse però acquista maggiore compattezza ed omogeneità e lascierebbe sperare che sotto il piano attuale di lavorazione possa trovarsi migliore. La principale di queste cave è situata a fianco della strada che da Supino va alla stazione di Ferentino. Un'altra meno lavorata si trova a circa 200 metri da questa ed appartengono ambedue al marchese Fioravanti di Frosinone.

Altri piccoli scavi sono aperti vicino alla strada provinciale Casilina, a pochi chilometri da Ferentino. La stazione di Ferentino dista 89 chilometri da Roma. Il travertino della Sgurgola, poco favorevolmente conosciuto in Roma, appartiene a questo giacimento.

Cave di Cisterna. — Nel giacimento di Cisterna sono pure aperti piccoli scavi, ma per la mancanza di smercio del materiale non sono quasi mai lavorati. Il travertino vi è anche di colore oscuro; non essendovi i lavori abbastanza sviluppati non si può giudicare della sua qualità. La distanza di queste cave da Velletri è di circa 15 chilometri.

Cave di Civitavecchia. — Queste cave si trovano a circa 5 chilometri dalla stazione di Civitavecchia presso le sorgenti delle acque minerali nel luogo detto la Ficoncella e presso gli antichi bagni Traiani. Il travertino però ne è di qualità assai scadente sia pel colore oscuro-grigiastro, sia per la poca compattezza che esso presenta.

Cave di Orvieto o di Castiglione. — Fra Castiglione ed Orvieto, sulle sponde del Tevere, vi sono anche depositi di travertini nei quali sono aperte alcune cave, come presso Tor di Monte. Il travertino dei giacimenti di Orvieto è di qualità assai pregevole e servi in parte nella costruzione di quella cattedrale. Il prezzo di questo materiale reso alla stazione sarebbe di circa 35 lire. La distanza da Orvieto a Roma è di 125 chilometri.

Cave di Perugia. — Le cave dette di Perugia si trovano presso la stazione di Ellera. Il travertino di una di quelle cave situato nella località detta Sodi di S. Sabina, di proprietà del sig. Ermogene Bartoccini, fu adoperato in alcune costruzioni militari a Terni e riconosciuto di buona qualità e di più che comune resistenza allo schiacciamento. Fu adoperato pure in alcune costruzioni in Roma. Dall'esame dei campioni inviati dal Bartoccini risulterebbe che questo materiale non può competere nè per colore, nè per omogeneità e compattezza di tessitura con molti altri che sono anche più a portata. La stazione di Ellera dista da Roma non meno di 215 chilometri.

Giacimento di S. Severa. — Fra le stazioni di S. Severa e di Furbara sulla linea di Civitavecchia e verso il canale del Sasso vi è un giacimento di travertino che per quanto inesplorato pare trovarsi in buone condizioni per estrarne materiale ad uso delle costruzioni di Roma. Potrebbero aprirvisi cave a distanza di soli due chilometri dalla stazione di S. Severa, la quale non dista dalla stazione di S. Paolo presso Porta Portese che di chilometri 54. Il travertino di questo giacimento di colore giallognolo chiaro, pare essere di buona qualità, compatto e di pasta omogenea.

Cave e giacimenti diversi. — Oltre le cave precedentemente menzionate, altre ne esistono di minore importanza presso Civita Castellana, Attigliano, Ceprano, ecc. Molti altri giacimenti si trovano pure nella campagna romana, come presso Lepignano, sotto Cretone, a Vicovaro, presso Torrimpietra e Casteldiguido e anche ai Monti Parioli alle porte di Roma; ma questi giacimenti di estensione molto limitata non offrono travertino di sufficiente coesione per poter servire come materiale da costruzione.

(Continua).

IL PONTE SUL FIRTH OF FORTH

PRESSO QUEENSFERRY IN ISCOZIA.

Nel 1860 il Parlamento inglese aveva già concesso alla Compagnia ferroviaria del Nord l'autorizzazione di costruire sul Firth of Forth, ad otto chilometri più all'amonde di Queensferry, un ponte, all'intento di accorciare la linea che si dirige a Perth. Questa costruzione avrebbe immensamente avvantaggiato le comunicazioni commerciali delle Compagnie ferroviarie Great-Northern, North-Eastern e Midland colla Scozia, le quali potevano così utilizzare le linee del North-British-Railway. Senonché l'ispezione del sottosuolo sconsigliò ogni costruzione nella località scelta, e si dovette trasportarla vicino a Queensferry, dove esiste appunto nel bel mezzo del Forth l'isola Inchgarwie, che costituisce colla sua posizione due canali di profondità variabile fra i 60 ed i 67 metri. Questa scelta accorciava la lunghezza della linea da costruirsi, ma il ponte si presentava in condizioni più sfavorevoli per rispetto alla luce.

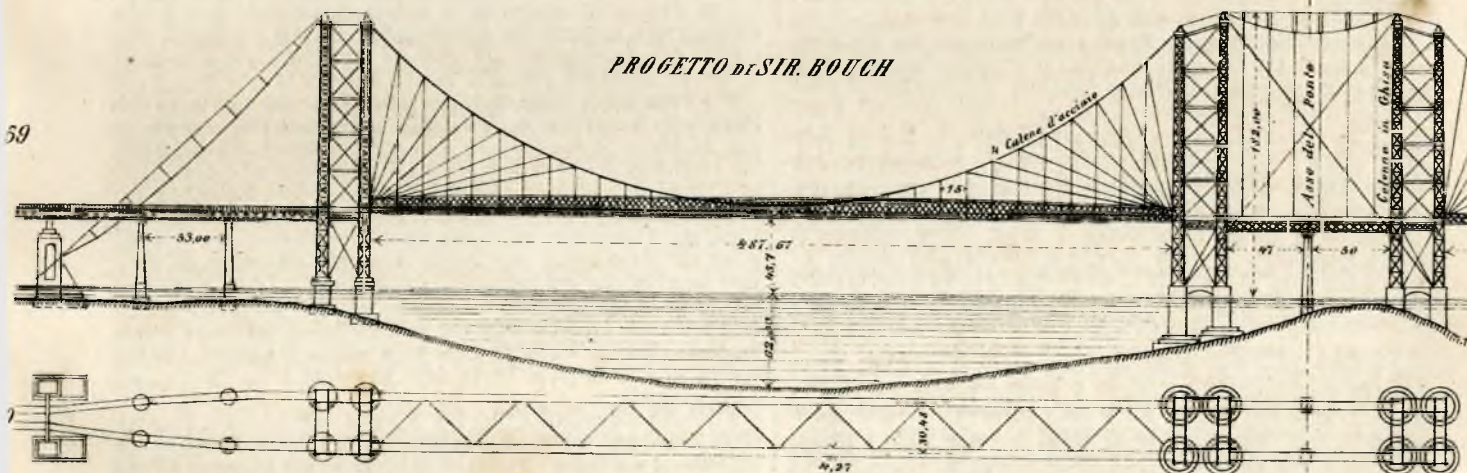
Il progetto fu eseguito da Sir Th. Bouch, e consisteva in un ponte sospeso della lunghezza complessiva di 2100 metri divisa in 29 campate, delle quali le due centrali avevano una luce di metri 487,67 ciascuna, come si vede dalle fig. 59 e 60; le altre variavano fra 12 metri e 53 metri. Dalle campate principali andando verso le estremità, la linea discendeva con pendenza di 1:88 dal lato nord e di 1:77 dal lato sud. Le piccole campate dovevano essere costituite da travate reticolari coi binari superiormente.

Si concluse il contratto per la costruzione del progetto Bouch, e già eransi incominciati i lavori, quando avvenne la catastrofe del ponte sulla Tay, la quale mise un panico nelle Compagnie ferroviarie interessate a questa opera gigantesca; ed infatti se il vento aveva potuto rovesciare con tanta facilità delle travate di soli 75 metri di luce, pareva temerità il volerne costruire di 487 metri. La Casa costruttrice cercò di far ritirare nel 1881 la concessione parlamentare per la costruzione del ponte, ma non riuscì, poichè le Compagnie interessate dimostrarono la possibilità della costruzione del medesimo. Si proposero molte modificazioni e più tardi si presentarono altri progetti, anche con archi, e i quali tutti offrivano le due campate centrali con luci variabili fra 487 metri e 527,30.

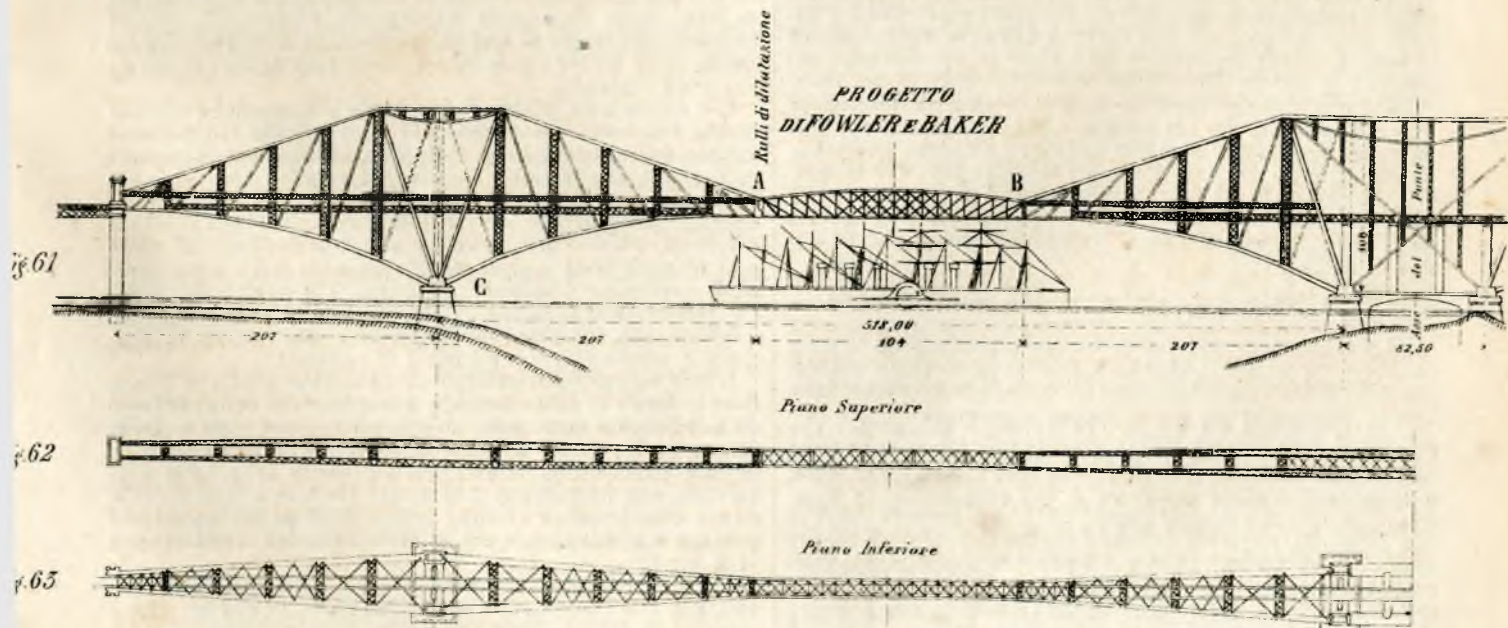
Il prof. Gaudard in un articolo pubblicato nel *Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et Architectes*, 1881, N. 3, li passa in rivista, ed anzi approfitta di quest'occasione per dimostrare che teoricamente la portata di un ponte può variare dentro limiti molto più grandi di quelli generalmente ammessi, e persino molto maggiori di quelli scelti pel ponte in questione; le difficoltà principali non vanno cercate nella resistenza dei materiali, ma nella messa in opera. È certo che per montare dei pezzi così giganteschi e d'un peso tanto straordinario, occorrono congegni speciali che non si possono facilmente maneggiare.

La scelta delle Compagnie interessate cadde però sul progetto dei sigg.¹ Fowler e Baker, i quali avevano appunto proposto un ponte a travate, con travi collegate in modo continuo: dopo alcune modificazioni apportate d'accordo cogli autori, si

PROGETTO DI SIR. BOUCH



PROGETTO DI FOWLER E BAKER



riuscì ad ottenere la sanzione del Parlamento. Però la Commissione incaricata dell'esame aveva chiesto, in nome delle Compagnie ferroviarie interessate, che il Ministero del Commercio al quale incombono i lavori pubblici, nell'interesse della sicurezza pubblica, sorvegliasse la costruzione del ponte. Dopo una seduta segreta, il Segretario generale del Ministero, sig. Harrar, rispose:

Che il Ministero era intenzionato di corrispondere al desiderio della Commissione, ma che non voleva dipartirsi dai principii consuetudinali, i quali mirano non solo all'interesse di un'impresa, ma ben anche all'utilità pubblica. Che perciò sentivasi in dovere di fare tutto il possibile per rendersi un conto esatto e chiaro di tutto quanto potrà eseguirsi in una impresa di quella natura. Ma l'ispezione e sorveglianza immediata per parte di un'ingegnere governativo, di tutti i dettagli del lavoro, e l'esame della qualità dei materiali e della loro messa in opera, involge una responsabilità che il Ministero non crede di dovere assumere, poichè una volta assunta libererebbe la Compagnia e i proprii ingegneri da ogni altra responsabilità. Laonde all'intento di soddisfare al desiderio della Commissione si introdurrà nel capitolato una clausola che dia al Ministero il diritto di visitare in qualunque siasi tempo l'andamento dei lavori, e di riferirne pubblicamente, senza perciò influire menomamente sull'azione degli ingegneri della Compagnia. Queste visite basteranno per stabilire come proceda l'opera, e qualora si mostrasse una negligenza di qualche importanza, oppure si discostasse dal progetto, gli impiegati del Ministero saranno in grado di riconoscerlo. Con ciò si vorrebbe impedire che il Ministero fosse dichiarato responsabile di ogni pezzo d'acciaio impiegato o della giustezza di ogni chiodatura, inquantochè questo non sarebbe possibile, senza escludere ogni influenza dell'ingegnere costruttore, mentre si stima che colla clausola suddetta, la sicurezza del pubblico sia completamente salvaguardata.

Il generale Hutchinson visiterà i lavori in nome del Ministero ogni tre mesi. La Commissione ritirò la propria domanda, ed il progetto fu approvato dalle due Camere; attualmente si sono incominciate le fondazioni.

Il ponte da costruirsi è di una grandiosità non ancora raggiunta fino ad oggi, (quello fra New-York e Brooklyn sull'East-River, da aprirsi al pubblico il 24 maggio prossimo, presenta una luce di 487 metri; ed è un ponte sospeso). Esso si compone di 4 campate principali e di 20 altre secondarie. L'isola Inchgarwie si trova proprio nel mezzo del ponte, su essa edificerassi una coppia di pile binate (vedi la fig. 61), con una distanza di metri 82,50 fra asse ed asse delle medesime, altre due coppie si costruiranno da una parte e dall'altra dove l'acqua non è profonda, in sostituzione a quella rappresentata dalla figura, e la loro distanza viene limitata a metri 47,25 d'asse ad asse, cosicchè si avranno 3 punti d'appoggio costituiti dalle anzidette pile binate, fra i quali trovansi due delle campate principali con una luce di metri 518 ciascuna: a queste seguono da una parte e dall'altra una campata di luce uguale a metri 207, e finalmente le travate secondarie in numero di 14 con una luce di 51 metri e 6 con una luce di metri 15,20.

Il sistema per le campate principali consiste in una travatura metallica rigida, ad altezza variabile da 13 metri nei punti d'inflessione, a metri 108 nel mezzo del ponte. Dai 3 punti d'appoggio sporgono da una parte e dall'altra degli immensi mensoloni rilegati rigidamente fra loro, e le cui estremità sostengono la travata semiparabolica *AB*.

Onde non essere obbligati di mettere i rulli di dilatazione sulle pile centrali, dove la resistenza alla rotazione assumerebbe un valore grandissimo in causa della loro posizione bassa per rispetto al resto della travata e pel maggior peso che vi grava, furono messi nel punto d'inflessione *A* e nel simmetrico dall'altra parte, rompendo così la continuità del sistema. La lunghezza di questo sistema di travatura verrebbe così ad essere di metri

$$1627 = 207 \times 2 + 2 \times 47,25 + 2 \times 518 + 82,50.$$

La trave centrale da *A* all'altro punto simmetrico si comporterebbe come un ponte girevole a travate uguali (supponendo il punto *B* rigido), sul quale la spinta del vento deve equilibrarsi da sé.

Il prof. Gaudard osserva però (nell'articolo già citato) che ciò non ha sempre luogo praticamente; la presenza di un treno basterebbe a modificare completamente le condizioni d'equilibrio, e consiglia di studiare pel punto *A* una congiunzione a incastramento mobile come pei telescopi. Il tronco centrale agirebbe così come una travatura ordinaria continua appoggiata nel suo mezzo ed agli estremi, in *A* e nel punto corrispondente simmetrico dall'altra parte dell'asse del ponte.

Senonchè il sig. Baker avrebbe fatto osservare che il punto *B* non è completamente rigido, ma articolato, la sua posizione

è dunque arbitraria, epperò la stabilità del sistema è assicurata dal fatto che la pila centrale non costituisce un solo punto d'appoggio, ma una pila doppia presentando un basamento sufficiente ad ovviare agli squilibri provocati da carichi ugualmente distribuiti sulle due travate attigue.

È evidente che l'altezza minima dovrebbe trovarsi nel punto d'inflessione, come del resto fu fatto nel progetto, e questo punto va calcolato tenendo conto della deformazione del sistema e del cedimento che può avere luogo nel medesimo. Questo calcolo fecero gli autori del progetto teoricamente, e la lunghezza ottenuta fu adottata anche per le campate che fanno seguito alle maggiori, appunto per controbilanciare l'altra, e si ottennero 207 metri; cosicchè per la travatura composta fra i due punti d'inflessione resta una lunghezza di metri

$$104 = 518 - 2 \times 207.$$

Lo stesso calcolo fornì per l'altezza più conveniente della travatura 15,30 metri nel mezzo e metri 104 sulle pile, il che determina il rapporto della saetta a 1/4 ed 1/7 rispettivamente.

I vantaggi principali del sistema adottato per rispetto agli altri sistemi consistono nei seguenti:

1° La travatura concentra il proprio peso sulla pila in grado molto maggiore che non negli altri sistemi, i quali lo distribuiscono in modo più uniforme. Il peso proprio è difatti di 45 tonnellate per metro lineare sulle pile, mentre nel mezzo non è che di tonnellate 6,67.

2° Non occorrono né spalle gigantesche, né catene colossali, come nei ponti sospesi, il modo facile con cui la travatura lavora, rende l'esecuzione dei sostegni semplicissima.

3° La montatura è facilissima, inquantochè tutti i singoli pezzi si possono montare nella loro posizione definitiva senz'altro.

4° Finalmente mediante la curvatura inferiore si è potuto ottenere che il vento che agisce all'altezza del binario si trasmetta alle fondazioni delle pile, e quindi resti senza inconvenienti pel resto del ponte.

Per la stabilità laterale la travatura, che nel mezzo ha una larghezza di metri 9,75, si allarga progressivamente verso le pile in modo da raggiungere quivi una larghezza di metri 36,50. La larghezza fra le tavole superiori è variabile ed è di m. 10,30 al disopra delle pile, e di metri 8,25 nel mezzo, cosicchè le pareti laterali, costituenti le travature principali del ponte, sono inclinate. L'armatura superiore fra le due tavole non è costituita che da semplici aste senza diagonali, all'intento di riportare la pressione del vento nei soli nodi delle travate inferiori, dai quali viene direttamente trasmessa alle pile, che per la loro bassezza possono sopportarla senza inconvenienti; a questo modo il ponte può resistere ad un'intensità di vento di 950 chilogrammi per m. q., il triplo delle pressioni misurate nei più forti uragani.

I pezzi punteggiati nella fig. 61 non esistono nel progetto degli ingegneri inglesi, e furono proposti dal prof. Gaudard consultato dal sig. Baker; egli li stima necessari per impedire all'arco inferiore, non sostenuto da alcun tirante, di inflettersi sotto la pressione del montante verticale; noi invece opiniamo che il triangolo centrale sulle pile laterali e il trapezio in quella di mezzo, possono considerarsi come sistemi rigidi e sufficienti per se stessi. Colla disposizione ultimamente adottata, di mettere cioè due pile invece di una nel punto *C*, non si avrà più un triangolo su questo sostegno, ma un rettangolo reso rigido da due pezzi diagonalali.

Per determinare le sezioni da assegnarsi ai membri compressi di una lunghezza così spropositata, si studiarono le esperienze antiche non solo, ma se ne eseguirono di nuove, e si fu condotti al risultato, che le sezioni angolari od a celle come nel ponte Britannia, sono molto più sfavorevoli di quelle a superficie cilindrica, queste ultime poi resistono meglio anche alla pressione del vento, cosicchè si scelse per i pezzi premuti la forma circolare e la rettangolare per pezzi tesi, rendendoli rigidi con opportune nervature e diagrammi all'interno. Per i pezzi esposti alternativamente alla pressione ed alla trazione, si scelse la forma quadrata, con opportune intelaiature per aumentarne la rigidità e meglio ripartire gli sforzi di recisione.

L'arco inferiore e i sostegni che poggiano sulle pile hanno dunque forma di tubi cilindrici; il loro diametro varia per l'arco da metri 3,65 a metri 1,52, mentre per i sostegni resta costante di metri 3,65; questi ultimi, appunto perchè la loro sezione rimane costante dal piede all'apice, per effetto del proprio peso lavorano alla base chilogr. 0,78 di più che non alla sommità, e questa considerazione avrebbe dovuto decidere gli autori del progetto a restringerli, e chi sa che all'atto dell'esecuzione non vi si arrivò.

Pel materiale si scelse l'acciaio in uso nelle costruzioni navali, con una resistenza minima alla rottura di chilogr. 47,2 e massima di chilogr. 52,00 per millim. q. per i pezzi tesi ed un al-

lungamento del 20 0/0; mentre alla pressione lo stesso acciaio offre la resistenza minima di chilogr. 53,400 e massima di chilogrammi 58,00 con un raccorciamento del 17 0/0. Nelle condizioni più sfavorevoli il metallo non lavora che a 10,2 chilogr. per millim. q. nelle travature principali ed a 7,85 chilogr. nei membri alternativamente premuti e tesi, quindi la sicurezza è più che quadrupla. Nei ponti Saltash e Britannia queste cifre vengono di molto oltrepassate, quindi il ponte Forth presenterà maggior stabilità.

Le lamiere d'acciaio si piegheranno a freddo mediante la pressione idraulica, e nei casi dove si dovrà lavorarle a caldo non si oltrepasserà il color rosso scuro. Nelle esperienze eseguite si constatò, che le aste esposte primitivamente a forti pressioni in seguito si inflettono meno facilmente.

I binari non sono direttamente sopportati dalle travature principali, ma da un secondo ponte costruito fra le medesime e le cui travature distanti di metri 4,88 fra loro, colle tavole superiori sopportano le longerine per un binario, l'altro appoggia su longerine sostenute da travi trasversali fissate alle medesime.

Abbiamo già accennato che per non essere obbligati di mettere i rulli di dilatazione sulle pile centrali si pensò di collocarli nei punti d'inflessione. Infatti sulle pile centrali i cuscinetti di supporto avrebbero dovuto avere le dimensioni di metri 10,70 in un senso e metri 5,50 nell'altro; ora su un'estensione così grande è difficilissimo l'eseguire una costruzione di rulli, inquantochè anche con molto minori dimensioni delle suddette la loro azione è già assai dubbia. Ora la media temperatura in Greenwich è di 3,8° C. in gennaio e di 17° C. nel mese di luglio, il che è considerevole. I tubi verranno quindi fissati sulla pila dell'isola Inchgarvie e coperti di ghiaia ed altre materie onde proteggerli contro le variazioni di temperatura.

Per la messa in opera delle grandi travate si procederà secondo il principio delle mensole equilibrate, avanzandosi simmetricamente d'ambi i lati d'ogni singola pila. In questo modo ogni membro viene ad essere collocato subito nella sua posizione definitiva. La costruzione comincerà contemporaneamente in tre diversi punti d'appoggio e verranno dapprima eseguiti i sistemi rettangolari ai quali in seguito si adatteranno dopo, uno ad uno i singoli pezzi del ponte come si disse.

Per la trave AB, di 104 metri si era dapprima pensato di condurla in posto bella e finita e di sollevarla mediante torchi idraulici, ma si decise di montarla come il resto avanzandosi d'ambidue le parti e rendendo rigidi provvisoriamente i punti A e B.

Le deformazioni delle campate principali furono calcolate sotto la totalità del carico, nel senso verticale a metri 0,10 e nel senso orizzontale durante l'azione del vento più forte a metri 0,23.

Le fondazioni sono relativamente facili. Le quattro pile su Inchgarvie hanno un diametro superiore di metri 13,80 e inferiormente il più profondo avrà metri 21,30 di diametro. La superficie trovasi a metri 5,50 sulle più alte maree. Il sotto suolo consiste in rocce da scavarsi con macchine effossorie e con esplosioni, coll'aiuto di palombari vi si trasporteranno nell'acqua cassoni di ferro i quali verranno riempiti di calcestruzzo. La muratura si farà con pietrame di granito.

La superficie inferiore delle pile è per ognuna d'esse di metri quadrati 356,33, cosicchè pei tre punti d'appoggio si ha una superficie totale di

$$3 \times 4 \times 356,33 = 4275 \text{ m. q. circa}$$

e la massima pressione sul fondo, compreso il peso proprio delle murature e della costruzione in ferro, nonchè il carico mobile è di chilogr. 6,5 per centim. quadrato; cosicchè anche una pressione eccentrica per effetto delle forze orizzontali non riescirà pericolosa.

Le rampe d'accesso hanno una lunghezza di 840 metri e saranno costruite in ferro, invece che d'acciaio.

La quantità dei materiali previsti si ripartisce nel modo seguente:

Per le campate principali	42630	tonnellate di acciaio
Per le rampe	3045	id. ferro
Per le costruzioni murali	95500	metri cubi di muratura.

Le spese sono valutate a 42 milioni e mezzo di lire; quindi 17250 lire per metro corrente comprese le rampe.

Teramo, li 18 aprile 1883.

GAETANO CRUGNOLA.

NECROLOGIA

Il prof. Michele Elia. — Addì 16 maggio, verso le ore 6 pom., nella fabbrica di oli e saponi, di proprietà dei signori L. Mazzuchetti e L. Rabbi, sita in Torino, Borgo Dora, mentre si stavano ultimando le prove di vaporizzazione di una caldaia a vapore costruita nell'opificio torinese di casa Dekker, scoppiava un bollitore di tale caldaia. Tre furono le vittime che incontrarono la morte sull'istante; ed altre ancora dovevano finire tra più lenti e non meno atroci strazii, la vita. Una di queste fu il chiarissimo ingegnere comm. Michele Elia, professore di tecnologia meccanica al Museo Industriale italiano, che, colpito nel volto e nel petto, acciecato e brancolante, ebbe tuttavia la forza di trascinarsi fuori, sollecitamente trasportato all'ospedale Mauriziano, ove poté trovare i più pronti soccorsi, si erano dapprima concepite speranze di sua salvezza; ma queste andarono ben presto dileguando, e il povero Elia spirava due giorni dopo, ossia alle 6 1/2 antim. del 18.

Sulla causa, d'altronde evidentissima, dello scoppio, diremo a suo tempo, in apposito articolo, quando più non abbiano a trarsi in campo i molteplici e gravi interessi che ora stanno, con tutta la loro forza e tutta la loro abilità, ventilandosi dinnanzi al Tribunale di Commercio, interessi ai quali per un sentimento almeno giustificabile dall'uso, è d'uopo aver riguardo. Qui per ora diamo un breve cenno necrologico della vita e delle opere del compianto professore.

Michele Elia era nato il 27 novembre dell'anno 1829 in Aussois, nella Savoia, essendo ivi il padre suo in qualità di commissario del Genio militare, addetto alla parte amministrativa dei lavori delle fortificazioni. Ma l'Elia tenne sempre per sua patria quella dei suoi maggiori, che è Castagnole delle Lanze, dove lascia alla sua famiglia, colla casa ed i beni ereditati dal padre, le più preziose tradizionali memorie di rettitudine di carattere, e di esemplare onestà.

Compiuti gli studi secondari parte in Asti e parte in Casale Monferrato, munitosi dapprima del diploma di geometra, e successivamente laureatosi ingegnere nella Università di Torino il 16 agosto 1851, Elia era stato ammesso, nello stesso anno, in qualità di aspirante allievo ingegnere presso il Genio civile, e destinato, nel 1853, al tracciamento della linea ferroviaria Novara-Arona, sotto l'ispettore Negretti.

Nel 1863 fu nominato capo-servizio di 2° classe nell'Amministrazione delle ferrovie; e dopo che queste furono dal Governo cedute alla Società dell'Alta Italia, l'Elia continuò ad occupare la carica di capo-ufficio del materiale mobile nelle officine ferroviarie di Torino.

Nel 1867 l'Elia venne nominato professore di tecnologia meccanica nell'Istituto tecnico, e verso la fine del 1869 venne chiamato alla più importante carica di professore titolare di tecnologia meccanica nel R. Museo Industriale italiano. Egli abbandonò così l'ufficio sino allora tenuto nell'Amministrazione delle strade ferrate per consacrarsi tutto alle occupazioni dell'insegnamento.

Pubblicò diversi articoli di tecnologia meccanica negli *Annali del R. Museo Industriale*, pubblicazione periodica, la quale non ebbe il favore di lunga vita. Ma ben più di quegli articoli meritano di essere ricordati i suoi *Principii di tecnologia meccanica*, il primo libro che siasi pubblicato in Italia su questa materia, che costò al chiarissimo autore molti anni di lavoro assiduo e diligente, e di cui stava appunto preparando la seconda edizione.

Molti incarichi straordinari erano al prof. Elia affidati, ora dal Governo, ora dalle Società private. Ebbe temporariamente la reggenza del Museo Industriale dopo la morte dell'illustre prof. Codazza, e fino alla nomina a direttore del compianto ingegnere Axerio. Prese parte come giurato a molte Esposizioni e separatamente ai Concorsi regionali agrarii, e basterà ricordare per tutte la Relazione degli esperimenti istituiti in Torino nel 1876 sulle macchine falciatrici e mietitrici. Membro della R. Accademia d'Agricoltura, comunicò più volte e consegnò nei suoi *Annali* il risultato di parecchi suoi esperimenti su macchine e strumenti e segnatamente sugli aratri.

Dalla egregia donna, la signora Maddalena Pessione, sorella del valente ingegnere in capo delle ferrovie meridionali, comm. Pessione, ebbe tre figli ed una figliuola, che insieme con la madre, ne piangono ora la immatura e repentina perdita. Carlo, il primogenito, perito meccanico costruttore è ora applicato alle officine delle strade ferrate meridionali; Luigi, il secondo, è a Mulhouse nell'Alsazia ad impararvi la filatura e la tessitura; Alfredo, il terzo, è studente di 2° anno di matematiche nella Università di Torino.

L'ing. prof. Elia era pervenuto, dopo una lunga serie di sacrifici e di studi, a quel punto di sua carriera in cui egli e la

famiglia cominciavano a godere i frutti onorati di una vita spesa tutta in pro della scienza, quando uno dei più lagrimevoli casi venne a troncargli la sua preziosa ed ancor robusta esistenza.

Ben disse il prof. Cavallero nel dare sulla tomba l'ultimo vale all'estinto collega, che per lungo tempo la Scuola degli ingegneri, il Museo Industriale e l'Istituto tecnico dovranno attendere prima, di vedere, nell'insegnamento di quella immensa e multiforme congerie di cose che costituiscono la scienza e la pratica della tecnologia industriale, riempita la lacuna prodotta da una perdita tanto inaspettata quanto dolorosa.

G. S.

BIBLIOGRAFIA

Die elastische Linie und ihre Anwendung auf den kontinuierlichen Balken. — Ein Beitrag zur graphischen von W. Ritter professor am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich. — Zweite gänzlich umgearbeitete und bedeutend erweiterte Auflage. Op. in 8° di pag. 50, con 1 tavola e 12 figure nel testo. — Zurigo, 1883.

L'opuscolo annunciato è la seconda edizione di una memoria pubblicata or sono 12 anni come allegato « all'elenco dei membri della Società di antichi allievi del Politecnico di Zurigo » è una seconda edizione però, che può ben a ragione chiamarsi un nuovo lavoro, essendo completamente modificata ed aumentata di due terzi, e sebbene l'autore, attualmente professore di Costruzioni alla Scuola politecnica di Zurigo, l'abbia modestamente intitolata « Appendice alla statica grafica », tuttavia deve riguardarsi come una memoria indipendente, destinata ad occupare un posto proprio nella scienza dell'ingegnere.

Il chiarissimo A. si proponeva nella prima edizione di rendere accessibili agli studiosi della Statica grafica, i metodi allora di fresco inventati dal prof. Mohr per determinare graficamente, con molta eleganza e semplicità, i momenti sui punti d'appoggio, sviluppati da una trave continua su parecchi sostegni, i quali prima si dovevano calcolare analiticamente con molta perdita di tempo e facilità d'incorrere in errori.

L'opuscolo doveva entrare a fare parte dell'argomento « sulle travi a più appoggi » costituente uno dei più importanti capitoli dell'opera di quell'esimio maestro, che fu il creatore della Statica grafica. Pur troppo la morte gli impedì di ultimare, e non peranco si è trovato chi abbia avuto la forza di terminare coi materiali rimasti, il memorabile lavoro. Egli è perciò che il prof. Ritter con felice pensiero, ci presenta con nuova veste il primitivo suo lavoro.

La memoria è divisa in due parti, nella prima si esaminano le proprietà principali dell'asse neutro; se ne determina la forma e si danno le costruzioni geometriche per la costruzione del medesimo. Nella seconda parte si espongono tutte le applicazioni che si possono fare delle proprietà dell'asse neutro, ad una trave appoggiata in diversi punti. L'A. incomincia da una trave sostenuta da tre soli punti e passa in seguito ad esaminare quelle che appoggiano su un numero maggiore di punti; indi passa in rivista i vari carichi e il loro modo di comportarsi per rispetto alle travate ed ai sostegni, e determina la posizione dove il carico riesce più sfavorevole. In seguito esamina l'influenza che può esercitare sugli sforzi cui è sottoposta la trave, la diversa altitudine dei sostegni della medesima, e finalmente termina con un metodo approssimativo per la determinazione dei massimi sforzi e dei momenti massimi.

La determinazione dei massimi e minimi sforzi fu fatta con molta accuratezza e con la più grande approssimazione possibile, ciò che torna ad alto onore dell'A. perchè oggi in cui si possiede una quantità grandissima di nuovi elementi sulla resistenza dei materiali, era necessario che anche la teoria, marciando di pari passo, ci fornisse gli sforzi che si sviluppavano nei diversi membri di una costruzione in ferro od in legno, colla maggiore precisione.

L'esposizione è fatta con molta chiarezza, ciò che raramente si trova nei libri tedeschi di questa natura, e noi ce ne congratuliamo qui pubblicamente coll'autore.

GAETANO CRUGNOLA.

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GL'INGEGNERI IN BOLOGNA.

Elenco per ordine alfabetico degli Allievi che nell'anno scolastico 1881-82 conseguirono il diploma di Ingegnere Civile.

N° progr.	Cognome e Nome	Luogo di Nascita
1	Alquati Adolfo.	Cremona
2	Ambrosini Enrico.	S. Costanzo (Pesaro)
3	Andreani Carlo.	Mantova
4	Bazzani Pietro.	Bologna
5	Belvederi Enrico.	Castelfranco (Bologna)
6	Beretta Stefano.	Besana Brianza (Milano)
7	Bombicci Porta Tito.	Pisa
8	Brunelli Vittorio.	Pomponesco (Mantova)
9	Comper Germano.	Gazzuolo (Mantova)
10	Dore Silvio.	Cagliari
11	Fiamberti Luigi.	Montù de' Gabbi (Pavia)
12	Garino Giovanni.	Fontanetto Po (Novara)
13	Gioppo Riccardo.	Venezia
14	Lami Agostino.	Sogliano al Rubicone (Forlì)
15	Martini Guido.	Firenze
16	Negri Ferdinando.	Lardirago (Pavia)
17	Nobili Achille.	Reggio (Emilia)
18	Parenti Giuseppe.	Modena
19	Poluzzi Alessandro.	Bologna
20	Prampolini Probo.	Ferrara
21	Puschi Giusto.	Trieste
22	Quarena Antonio.	Gavardo (Brescia)
23	Rabbi Alfredo.	Bologna
24	Rossi Francesco.	Rho (Milano)
25	San Nicolò Cesare.	Rovereto (Trento)
26	Smiderle Tullio.	Verona
27	Stagni Raffaele.	Bologna
28	Vannini Tommaso.	Imola (Bologna)

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GL'INGEGNERI IN PADOVA.

Elenco degli Ingegneri Civili proclamati nella sessione ordinaria dell'anno 1882 e nella sessione straordinaria del gennaio 1883.

N° progr.	Cognome e Nome	Luogo di Nascita
1	Barcellona Antonio	Belluno
2	Bassani Valentino	Villaverla (Vicenza)
3	Bassano Cesare	Mantova
4	Belgrado Giuseppe	Lestans (Udine)
5	Belletti Uniade	Cesena (Forlì)
6	Bidoli Ettore	Mareno di Piave (Treviso)
7	Bocchi Eugenio	Adria (Rovigo)
8	Boldrin Ulderico	Venezia
9	Celebian Pasquale	Pera (Costantinopoli)
10	De Stefani Giuseppe	Verona
11	Favretti Pietro	Valdagno (Vicenza)
12	Giusberti Romeo	Massa superiore (Rovigo)
13	Gradenigo Vttore	Venezia
14	Guillermin Luigi	Venezia
15	Legrenzi Giuseppe	Camposampiero (Padova)
16	Liberali Sebastiano	Treviso
17	Manzoni Paolo	Barzio (Como)
18	Mazier Vittorio	Venezia
19	Mercante Vittorio	Cittadella (Padova)
20	Merlo Giovanni	Gemona (Udine)
21	Padovin Ettore	Venezia
22	Pattaro Giuseppe	Noale (Venezia)
23	Portaluppi Oreste	Tromello (Pavia)
24	Premoli Pietro	Massalengo (Milano)
25	Randi Camillo	Padova
26	Ronfini Davide	Treviso
27	Sometti Pietro	Pesina di Caprino (Verona)
28	Suppiej Vittorio	Venezia
29	Zanetti Tito	Bovolone (Verona)
30	Wollemberg Umberto	Padova