

L'INGEGNERIA CIVILE

R

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE



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

COSTRUZIONI IDRAULICHE

L'ADIGE

SUE CONDIZIONI IDROGRAFICHE E LAVORI DI SISTEMAZIONE NEL SUO ALVEO

Vedansi le Tavole: II e III dell'anno 1890,
II, III e IV dell'annata in corso.

4. — IL TORRENTE AVISIO.

Il torrente Avisio è uno dei più importanti influenti dell'Adige e col Noce e l'Isargo può considerarsi come un vero fiume montano. Infatti il suo bacino imbrifero ha un'estensione di 1000 km. q. circa; il suo percorso una lunghezza di 82 km.; e la massima portata in tempo di piena raggiunge i 4200 mc. per minuto secondo, mentre la minima magra non discende mai al disotto di mc. 5 per minuto secondo e quindi il rapporto fra magra e massima piena è di 1 : 180. Nasce nelle vicinanze del passo di Fedaià all'altitudine di m. 2070, uscendo dal piccolo ghiacciaio di Marmolata; e sfocia nel suo recipiente a valle del villaggio Lavis, dopo di aver attraversato le vallate di Fassa, di Fiemme e di Cembra. I suoi influenti più importanti sono: sulla destra il Durone, il Sojal, il Rio di Costalunga, Rio Bianco, Rio di Stava, Rio dei Molini e l'emissario del Lago Santo; sulla sinistra il Rio Nicolò costituito da molti altri fossi minori, il Rio S. Pellegrino con

una lunghezza di 41 km., il torrente di Terragnolo con le sue numerose diramazioni, i rii Cavelonte, Moena, Cadino, Longo e Regnana. Dall'origine fino a Campitello è un semplice rio, e scorre lentamente e con poca caduta; dopo l'influenza del Rio Pellegrino comincia a trasportare grandi quantità di materiali che gli influenti di questo forniscono, perchè attraversano terreni porfirici estremamente disgregati.

Però la vera origine di quegli immensi depositi, che l'Avisio porta nell'Adige, deve ricercarsi nella val di Cembra, dove esso vi entra per una gola profondissima e scorre in un alveo tagliato in antichi e altissimi strati di terreno alluvionale e diluviale dai quali estrae tutti i materiali che trasporta. Questa circostanza merita di essere presa in considerazione, poichè dimostra che non sempre le correzioni dei torrenti fatte nella parte più montuosa e nelle loro diramazioni estreme, riescono a liberare i recipienti dei medesimi dai materiali di cui vanno carichi. Infatti i lavori, che nel caso dell'Avisio si facessero nelle valli di Fassa e di Fiemme, poco gioverebbero per arrestare la sua dannosa influenza sull'Adige, mentre invece tali lavori riuscirebbero utili dalla valle di Cembra in sotto, e così si è poi fatto; tutti gli studi in proposito e i progetti relativi non ebbero di mira che il tronco dall'uscita di Val di Cembra alla sua foce nel fiume principale.

Dalle osservazioni fatte per una lunga serie di anni si è potuto stabilire che la portata media, durante la maggior parte dell'anno, è di mc. 110 per minuto secondo, mentre la massima, come già si è detto, raggiunge i mc. 4200.

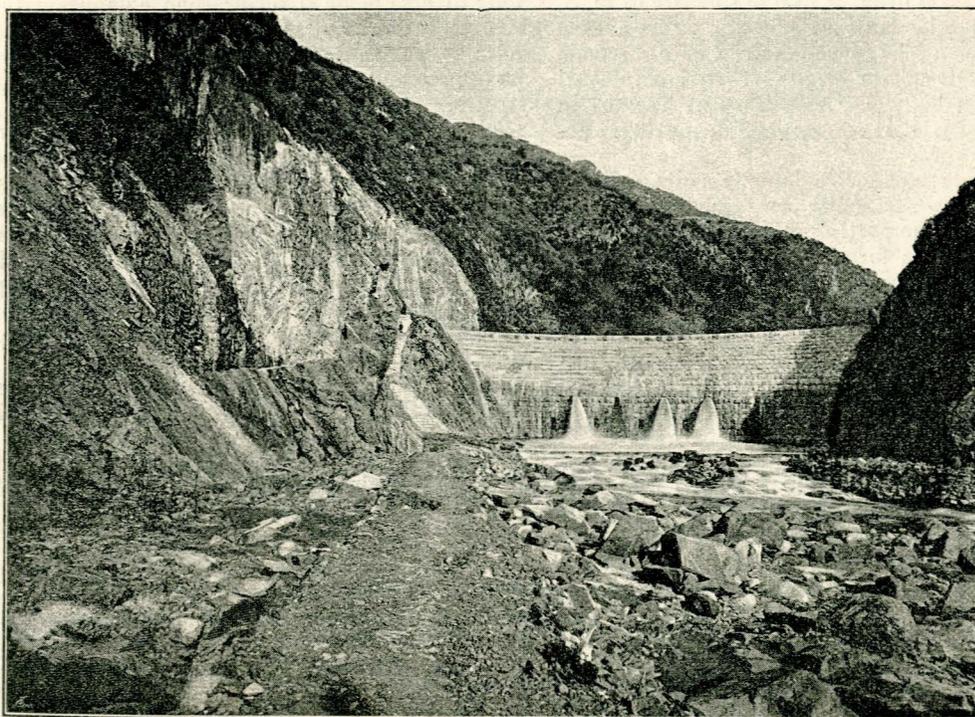


Fig. 25. — La serra di S. Giorgio sul torrente Avisio nell'anno 1886.

I lavori di correzione, una volta che si limitavano all'ultimo tronco del torrente, non potevano avere altro scopo che quello di sistemare l'immissione sua nel recipiente e di trattenere i molti materiali che esso trasporta; per quest'ultimo scopo dovevasi ricorrere necessariamente alla costruzione di opportune briglie; il difficile stava nel determinare il numero delle medesime, e le opinioni dei tecnici in proposito furono a lungo discordi, volendone alcuni una sola, altri parecchie. Finalmente nel 1879, quando si approvarono i progetti per la sistemazione dell'Adige, fu deciso di costruire una briglia unica, dell'altezza di m. 19 nella località di S. Giorgio a monte del ponte della strada per Lavis. Più tardi si dovette costruirne una seconda presso a poco a metà distanza fra la precedente e il ponte, per rendere stabile il letto del torrente.

La serra di S. Giorgio fu costruita dal Consorzio per la sistemazione dell'Adige negli anni dal 1880 al 1886.

Nella prossimità della foce l'Avisio fu regolato mediante costruzione di argini longitudinali a difesa delle sponde e in continuazione di quelli che già esistevano fino al ponte per la ferrovia; per la descrizione di questi lavori rimandiamo alla citata Memoria (anno 1890, pag. 37, tav. II, fig. 6), ove sono ampiamente esposti; noi qui non parleremo che delle serre di sbarramento per non fare troppe ripetizioni.

La serra di S. Giorgio chiude la vallata superiore fino all'altezza di 19 metri, e siccome questa si allarga sempre più, il bacino di trattenuta pei materiali assume un'estensione considerevole. La briglia (fig. 25 nel testo) nei fianchi si imposta contro la roccia della gola nella quale è costruita; lateralmente si è praticato nella roccia un canale di scarico, pel quale si smaltisce d'ordinario tutta l'acqua dell'Avisio, senza passare sul ciglio del manufatto.

La serra, come si scorge dalle fig. 3, 4 e 5 della tav. III (dell'anno 1890), e fig. 25 nel testo, consta del muro di ritenuta, di una platea, di una controbriglia o muro di guardia, di una gettata di massi e di una palafitta. La briglia nella sua posizione icnografica è curva, con la convessità verso monte e il raggio di m. 65,54, con una corda di 80 m. al ciglio e di 50 m. nella fondazione; la saetta al ciglio è di m. 12, e quindi $\frac{1}{6}$ circa del raggio. La sua sezione (fig. 5) è trapezoidale con la faccia verso monte verticale e l'altra inclinata a $\frac{1}{3}$.

La larghezza in corona è di m. 4, quella alla base di m. 10. Le fondazioni discendono fino a una profondità di m. 8 sopra una larghezza di 10 m., cosicchè l'altezza totale della briglia è di 27 m.

La platea ha la larghezza di m. 9,75 e lo spessore di m. 3. La controbriglia una larghezza di m. 3,50 alla radice; il suo muro di guardia però non è largo che metri 2,50 e discende a circa m. 0,50 più sotto della briglia. Tutti i paramenti visti sono in pietra da taglio (spato calcareo di Trento) in massi di volume medio 1 m. Il rimanente è in muratura ordinaria con malta idraulica.

La pietra si è cavata non molto lontano nella valle di Cembra, ed è porfido rosso. La malta constava di una parte di cemento di Kufstein e due parti di sabbia.

La larghezza della gettata formante controscarpa è di 40 metri, e le due palafitte di garanzia distano l'una dall'altra di 3 m.

Nella serra si praticarono, sopra due corsi, cinque tombini a guisa di feritoie per dare passaggio alle acque di filtrazione e alle minute sabbie, ed anche per smaltire le acque del torrente durante la costruzione. Essi hanno m. 1,50 di altezza e m. 0,80 di larghezza.

Siccome la fondazione della serra trovasi sulla ghiaia, non si credette prudenza di esporne la base alla caduta di 19 metri di altezza, la cui violenza avrebbe certamente scalzato il manufatto, perciò fu praticato lateralmente un canale di scarico, in modo che non passasse sul ciglio della serra una maggior quantità di acque di quella che non poteva nuocere.

La platea del canale fu quindi tenuta m. 5,50 al disotto del ciglio della serra; la sua larghezza è di m. 24; e la pendenza media del 7 per cento. Le acque dell'Avisio entrano in questo canale immediatamente a monte della serra, e ne escono per riversarsi di nuovo nel letto del torrente a m. 20 circa più a valle. Una grossa roccia di m. 4 circa lasciata sussistere,

serve di imposta alla briglia e impedisce che le acque del canale vengano con essa a contatto.

Quando il torrente ha raggiunto colle sue acque l'altezza della briglia, ossia 19 metri, il canale di scarico smaltisce un volume di 500 m. c.; per la qual cosa, d'ordinario non vi è possibilità che il torrente corra sulla serra e ne precipiti in maestosa cascata. Quando poi l'altezza cresce ancora più, e precisamente fino a un metro al disopra della soglia della serra, la portata è di 150 a 200 m. c. per minuto secondo; mentre nel canale diventa di 700 m. c. circa.

Siccome la platea del canale è di m. 5,50 più bassa della traversa muraria, questa non trattiene i materiali che per un'altezza di metri 13,50; l'estensione fino dove arriva a monte il bacino che così ne risulta è di due chilometri circa e la sua capienza da un milione e mezzo a due milioni di metri cubi.

Per maggior sicurezza della serra fu necessario di impedire l'erosione e il conseguente abbassamento del letto a valle della medesima; ciò si ottenne, come già si disse, con la costruzione di una serra di fondo o diga nella località detta di Maso Frank, dove essa serve anche per tenere in collo le acque da derivare lateralmente per forza motrice, in servizio dell'industria.

Anche questa serra di S. Giorgio fu calcolata come un arco coricato, analogamente a quella di Madruzzo, e ciò è naturale; la lunghezza assai limitata e la curvatura assai pronunciata di cui è stata suscettibile, le permettono di agire assolutamente come un arco; se ciò non fosse e si avesse dovuto calcolarla come una traversa muraria di trattenuta dell'acqua, le dimensioni sue sarebbero risultate ben altrimenti maggiori; e così dicasi di quella di Pontalto nel Fersina, e di tutte le altre, le quali non potrebbero resistere con le grossezze relativamente piccole che loro sono state assegnate. Abbiamo creduto di far rilevare questa circostanza, per confermare quanto noi già abbiamo dimostrato in proposito nei nostri lavori sulle traverse murarie dei laghi artificiali (1).

Le condizioni di stabilità della serra in esame sono interamente soddisfatte, la curva delle pressioni si mantiene nel terzo medio o nocciolo centrale su tutta l'altezza del muro; la pressione del materiale alla base è di chilogrammi 3,5 per cent. quad. e l'angolo che la risultante della pressione fa con la normale al piano di posa è di circa 15°, quindi non esce dai limiti ammissibili.

Le difficoltà di costruzione furono numerose e considerevoli; diverse piene si verificarono e danneggiarono ripetutamente i lavori in corso, i quali si dovettero sospendere varie volte, cosicchè la durata dei medesimi si estese dal 1880 al 1886. La fig. 26 nel testo rappresenta la serra quasi per metà costruita, in un momento di piena del torrente, quando le acque sorpassavano il piano fino dove si era arrivati colla muratura, e i cinque tombini lavoravano a bocca piena. Lo spazio ci manca per esporre le varie fasi, assai interessanti, della costruzione. Diremo solo che il torrente fu raccolto in apposito canale provvisorio di legno della lunghezza di 200 m., largo m. 6 ed alto m. 1,50 con una pendenza di m. 0,008, come si vede dalla fig. 27 nel testo, la quale rappresenta la serra durante la costruzione. Con esso fu possibile ottenere una caduta di m. 1,4 a valle della briglia, la quale caduta venne utilizzata per mettere in movimento una ruota Poncelet, che faceva agire sei trombe centrifughe della portata di 1200 litri ciascuna per minuto, e così si eseguirono gli aggettamenti nelle fondazioni; l'effetto utile della ruota era di 40 cavalli. Per mezzo della stessa ruota e di una dinamo si poterono installare anche delle lampade ad arco e così fu possibile di rischiarare i cantieri e lavorare anche di notte.

La spesa totale della briglia è stata di lire 887 850 e quella della briglia di Maso Frank di lire 109 174. In complesso si eseguirono 13 000 m³ di muratura di pietrame; 3800 m³ di muratura di pietra da taglio e 50000 m³ di scavo in roccia.

(1) *Sui muri di sostegno delle terre e sulle traverse dei serbatoi d'acqua*. Torino, 1883, § 80, pag. 318 e segg. — *Serbatoi d'acqua o laghi artificiali*. Torino, 1890, VI, pag. 12-13.

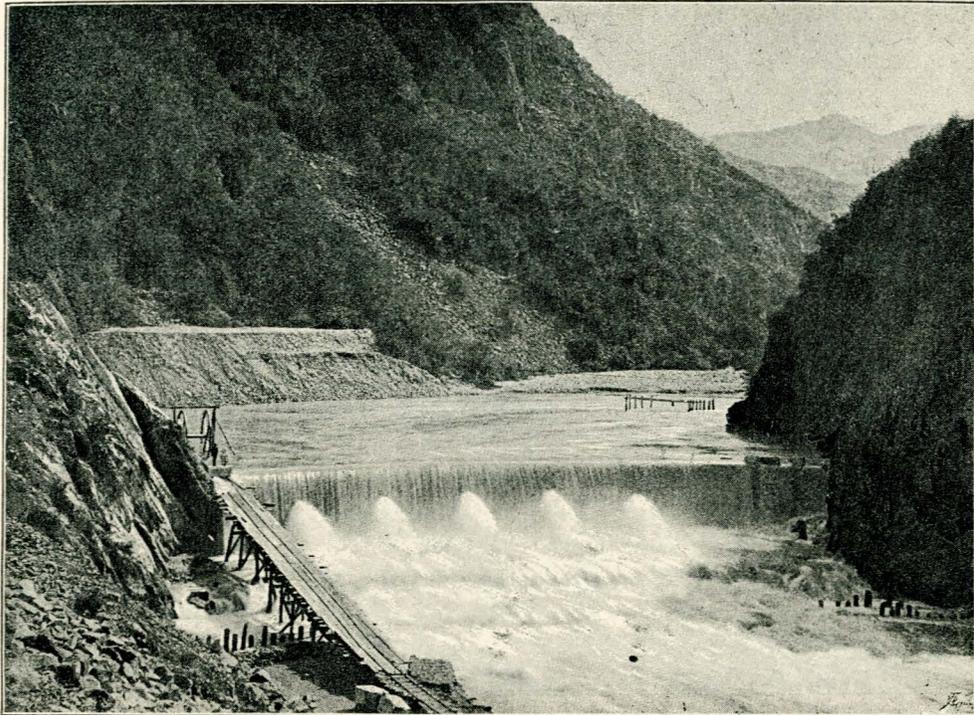


Fig. 26. — La serra di S. Giorgio sul torrente Avisio nel 1884 in costruzione.

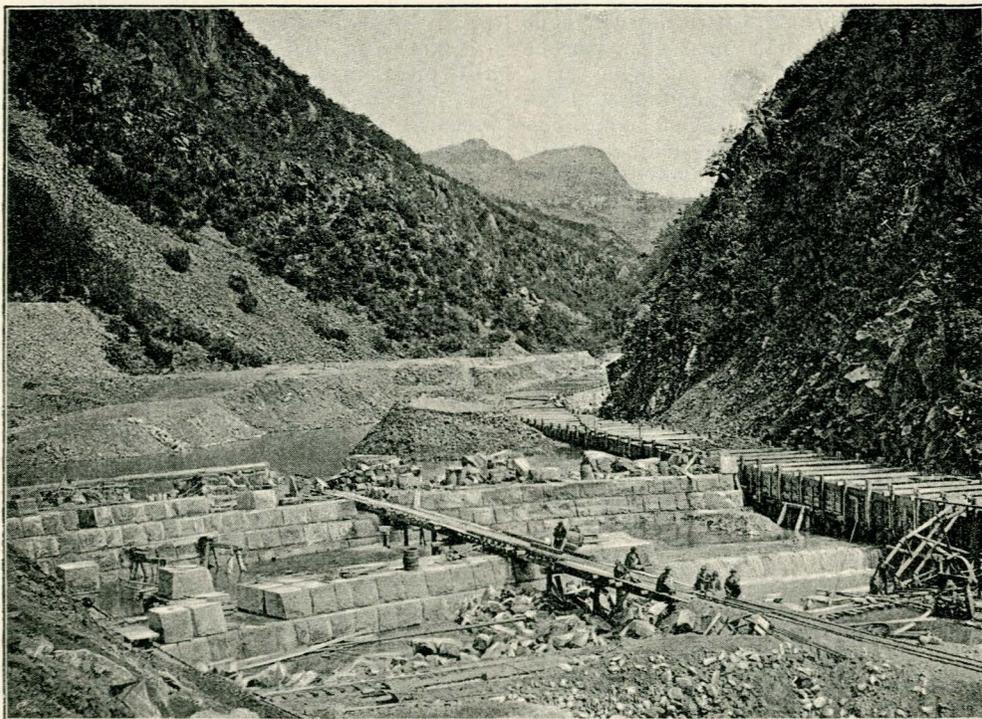


Fig. 27. — La serra di S. Giorgio sul torrente Avisio nel 1882 durante la costruzione.

5. — RICOSTRUZIONE DELLA SERRA DI S. GIORGIO.

Alcuni anni dopo l'ultimazione della serra, nella piena del 29 ottobre 1889 si manifestò nel canale laterale una erosione nella platea, che venne successivamente (il 30 ottobre), col perdurare della piena, allargata in proporzioni assai in-

quietanti. La causa di tale erosione deve ricercarsi in una linea interna di dislocamento esistente nella roccia porfirica e rimasta inavvertita, lungo la quale si estende una zona larga circa 8 m., dove la roccia è disgregata e che perciò venne facilmente erosa, in modo da formarsi un gorgo verso la metà del canale discendente, fino sotto il livello della platea

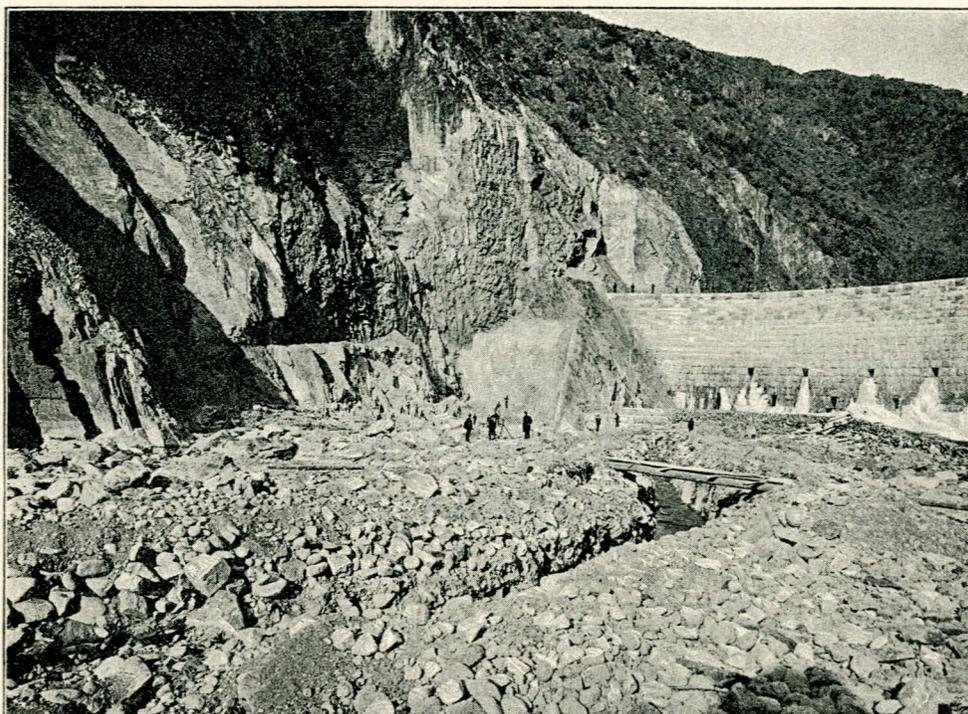


Fig. 23. — La serra di S. Giorgio sull'Avisio nel 1890 durante la ricostruzione.

della serra. Per questo gorgo l'acqua precipitava con violenza estrema contro la rupe che serve di imposta alla briglia e la separa dal canale e ne corrose poco a poco una parte; delle fenditure si manifestarono subito poco dopo, facendo prevedere la non lontana caduta della medesima, ciò che presumibilmente avrebbe cagionato la rovina della serra, o per lo meno della parte di essa che vi si impostava. Si dovette quindi pensare a riparare a questo danno immediatamente, per non andare incontro al pericolo suddetto. Le discussioni in proposito e le proposte per rimediare nel miglior modo furono moltissime, assai svariate e discordi; un'esposizione minuta delle medesime riuscirebbe non solo interessante, ma molto istruttiva, poichè si vedrebbe in quanti modi e per quali ragioni, lo stesso problema può risolversi; ma lo spazio ci manca e rimandiamo perciò il lettore all'opera del signor Weber.

Il progetto definitivo fu redatto sui criteri seguenti: accompagnare le acque dal livello superiore del canale nel gorgo evitando il salto, ma facendole scorrere gradatamente; sopprimere quindi l'attacco violento delle acque sul fondo e contro la rupe di separazione con la briglia; impedire che le acque andassero con direzione obliqua contro la platea della briglia e guidarle invece più a valle nella direzione della gola del torrente. Naturalmente che il gorgo aperto si doveva riempire con opportuna muratura, e chiudere la breccia laterale dal lato del manufatto con sponda o parete in muratura.

Anche dopo stabiliti questi criteri, i progetti furono diversi; finalmente venne adottato per l'esecuzione quello di Weber che è rappresentato nelle figure 1 a 6, tav. IV. Da esse si rilevano tutti i particolari, perciò non crediamo di estenderci in maggiori descrizioni. La platea del canale è fatta secondo una sinusoide, affinchè l'enorme quantità d'acqua dell'Avisio non produca nel suo passaggio effetti dannosi. La platea è costruita con una combinazione di cemento e graticolato di filo di ferro, secondo il sistema Monnier. Alla base, invece di una briglia con muro di guardia, come era previsto, si eseguì una gettata di grosse pietre ritenute in posto da opportuno graticolato. I lavori anche questa volta furono interrotti a varie riprese dalle piene del torrente, principali quelle del 31 marzo, del 17-18 aprile, del 12-13 luglio e del 29-30 agosto 1890; quest'ultima, sebbene sia stata di un'intensità maggiore delle altre, non produsse dei

danni che alle opere provvisorie; la serra, si può dire, rimase intatta, come si scorge dalla fig. 28 nel testo, che la rappresenta appunto nello stadio della ricostruzione dopo la piena.

La massima difficoltà per l'esecuzione di questi lavori, consiste precisamente nella breve durata della stagione in cui si può lavorare, poichè essa non comincia che alla metà di novembre e viene interrotta nel maggio e giugno dalle piene dovute al disgelo delle nevi, cosicchè i lavori non possono riprendersi prima di quest'epoca, e devono poi venir condotti con grande alacrità per ultimarsi prima delle piene di autunno.

6. — IL TORRENTE LENO.

Questo torrente si compone di due corsi d'acqua che si riuniscono a circa 2 Km. sopra Rovereto nella località detta S. Colombano: l'uno il Leno di Terragnolo ha origine sul Monte Maggio, l'altro il Leno di Vallarsa sul Monte Pasubio a Campogrosso. Quest'ultimo corre in direzione nord-ovest dentro una stretta valle, chiamata Vallarsa, che si trasforma poi in una vera gola la quale si allarga solamente nelle vicinanze di Rovereto per poi arrivare nella valle dell'Adige, dove il cono di deiezione del torrente ha un raggio di 2 chilometri. Il Leno di Terragnolo è importante quasi quanto quello di Vallarsa; le due vallate sono assai sboscate e ricche di piccoli rii e torrentelli, che alimentano i due corsi d'acqua portandovi grande quantità di materiali. Da Rovereto in sotto il torrente è sistemato fino alla sua foce, dove si è costruito un manufatto di separazione a perfetta regola d'arte.

Nel 1882 il Leno rialzò coi depositi il suo letto di circa 5 m.; per la qualcosa gli abitanti di Rovereto si videro minacciati e pensarono subito di porvi sicuro rimedio. Questo fu ottenuto mediante la costruzione di due briglie, l'una sul Leno di Vallarsa a 250 m. più a monte della sua confluenza con quello di Terragnolo, nelle vicinanze della Chiesa di S. Colombano; e l'altra su quest'ultimo a 600 m. circa più sopra del punto di riunione, rompendo così la pendenza ed obbligando i due corsi d'acqua a depositare i loro materiali nei larghi bacini, che venivano a risultare dalla costruzione delle briglie.

La serra di Terragnolo è rappresentata nelle fig. 7 a 14, tav. IV, e fig. 29 nel testo, dalle quali si rilevano tutti i particolari di costruzione, perciò basterà dire brevemente di

essa. Il bacino di trattenuta superiore ha una larghezza media di 50 m. ed una lunghezza di un chilometro circa. Dove incomincia la gola si era già costruita anticamente una specie di serra, ma la parte superiore fu rovinata da una piena, l'inferiore invece era rimasta; forse in grazia di un'altra briglia costruita più a valle per uso della fluitazione; essa fu esaminata e riconosciuta stabile, tanto che si pensò di utilizzarla come base della nuova briglia. Per prudenza si è però creduto necessario di gettarvi un arco sopra, il quale servisse di fondamento alla nuova costruzione, come si scorge nel prospetto a valle (fig. 9, tav. IV). Un'altra circostanza per la quale si diede la preferenza a questa località, sebbene ve ne fosse una vicino, dove la gola, mantenendosi larga 2 m. sopra un'altezza di 45 m., avrebbe permesso di costruire una serra di 30 m. più alta, è quella della facilità di condurvi i materiali da costruzione; mentre quest'ultima località sarebbe stata inaccessibile o quasi agli ammanimenti; ciò che avrebbe allungato i lavori di tanto, da non permetterne il compimento nel breve tempo che le piene lasciano per lavorare.

La larghezza della gola nella località scelta è di m. 5,50 in media; le pareti laterali sono di durissima roccia e costituiscono quindi eccellenti imposte; per la qual cosa si assegnò alla briglia la forma di un arco coricato (fig. 7, 10, 11 e 12). Il suo raggio di curvatura interna è di m. 6,25; la faccia a valle verticale, affinchè non venga danneggiata dai legnami, che durante la fluitazione vi possono passare sopra, e dai materiali che trasporta il corso d'acqua.

La sua grossezza è di m. 2,50 al ciglio e di m. 3,50 alla base; l'altezza di m. 18,80 dal fondo del torrente e di 16,60 m. dalla linea d'imposta dell'arco che la sopporta. Dimensioni

così piccole sono sufficienti, appunto per la forma icnografica assegnatale in forza della quale ogni corso, essendo ad arco, trasmette direttamente sulla roccia che forma imposta e non ai corsi inferiori la pressione che vi esercitano le materie trattenute o l'acqua. All'arco si è assegnato una grossezza continua di m. 1,25, sebbene l'Autorità superiore avesse prescritto m. 1,60 alla chiave e 1,90 alle imposte; ma tale modificazione non potè adottarsi perchè, quando fu partecipata, già erano ammaniti sul luogo i materiali tagliati per la grossezza prima progettata. I conci hanno la forma di cuneo in due direzioni e il taglio è fatto in modo che tanto le facce di posa, quanto quelle dei giunti risultano superficie piane, e ciò allo scopo di far sì che l'arco resista meglio alle pressioni orizzontale e verticale.

Egli è vero che in tal modo si trasgredisce alla regola che i piani di posa in tutti i punti contengano le normali alla superficie dell'arco, ma l'errore che ne risulta è assai piccolo e assai al disotto dell'angolo di attrito; mentre coll'assegnare ai conci facce piane in tutte le direzioni, si è facilitata assai la costruzione.

L'arco fu sottomurato fino a raggiungere la muratura della vecchia briglia; questa discende assai profondamente nel suolo e siccome esiste a valle una seconda serra, di cui già si disse, così non vi è pericolo di erosione, nè bisogno di platea, e se dovesse in avvenire sorgere un tal bisogno, sarà preferibile di fare alcune gettate di grossi macigni a valle in posizioni convenienti.

Qui si avrebbe potuto fare a meno di un canale di scarico, visto che la cascata non avrebbe danneggiato il piede della briglia; ma pei bisogni della fluitazione si credette di costruirlo sulla destra, come si scorge dalla fig. 29 nel testo e

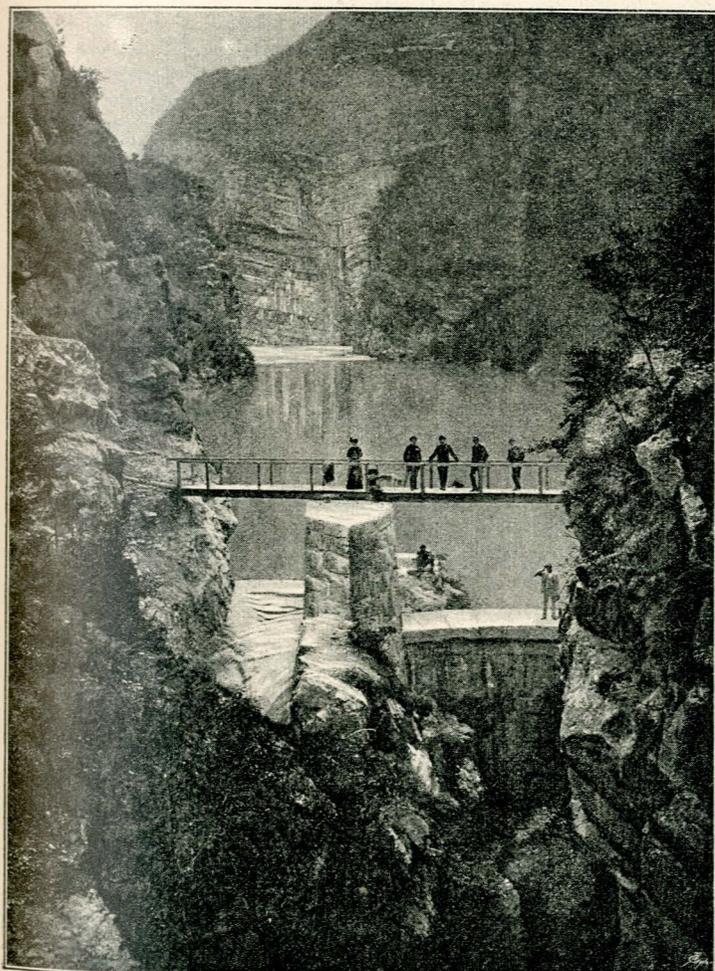


Fig. 29. — La serra di Terragnolo sul Lenò.

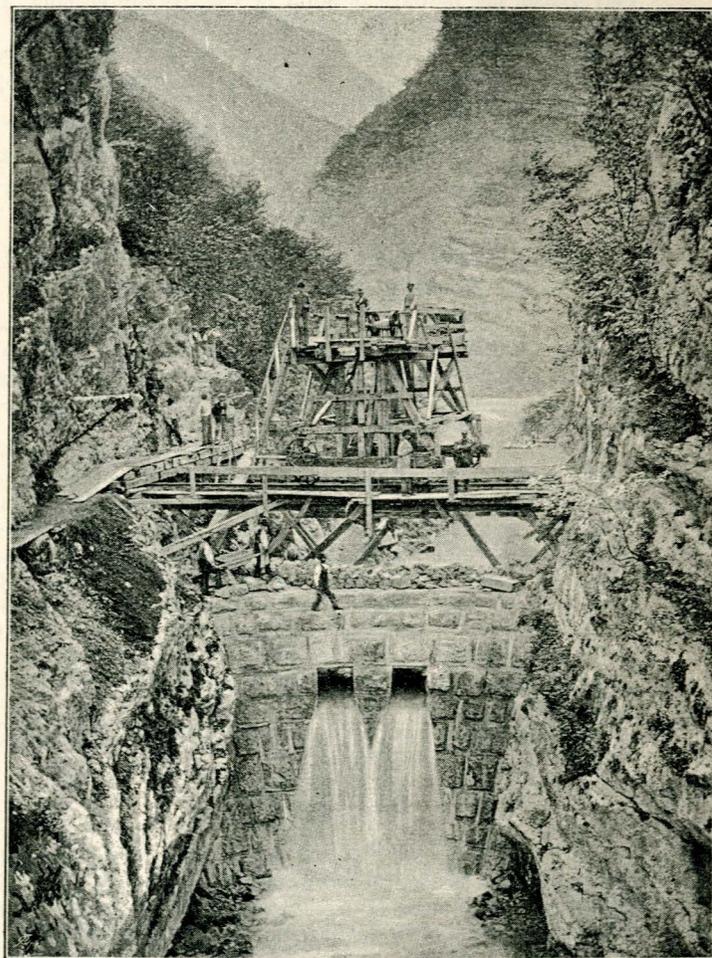


Fig. 30. — La serra di S. Colombano sul Lenò a monte di Rovereto in costruzione.

da quelle della tav. IV (fig. 7, 9, 13 e 14), per evitare che i legnami arrecassero dei danni alla medesima.

Una volta decisa la sua costruzione, si pensò di utilizzarlo anche come canale di scarico e perciò gli si è assegnato una sezione in proporzione. Un pilone nel mezzo separa la briglia dal canale e serve anche per mettere sull'una e sull'altra gli apparecchi di trattenuta del legname, quando occorre. La differenza di livello fra le due soglie della serra e del canale è di m. 1,75 e si è ottenuta col rialzare quella, più che non era previsto nel progetto, considerando che un maggior taglio nella roccia avrebbe richiesto una spesa maggiore.

Il costo totale dell'opera fu di 32 180 lire.

7. — SERRA DI S. COLOMBANO.

L'altra serra, presso S. Colombano, non offre nulla di speciale; le fig. 15 a 18, tav. IV, la rappresentano in sezione e in piano; sebbene si trovi in una gola ristretta ed abbia la forma di un arco rovesciato fu calcolata come un muro di sostegno; non sappiamo il perchè, visto che per la piccolezza della sua corda avrebbe offerto tutta la sicurezza voluta, anche se calcolata colla teoria dei vólti. La platea non ha una vera contro-briglia; solo per proteggerla dall'urto della caduta, si è fatta una grossa scogliera sulla quale le sole piene vengono a cascare, poichè le acque ordinarie si smaltiscono pel canale di scarico che si scorge sulla destra della planimetria (fig. 15). La fondazione discende a m. 4,5 e l'altezza della briglia è di 14 m.

La muratura è tutta di pietrame con malta di calce idraulica, rivestita con grosse pietre da taglio, le quali verso la base raggiungono 2 e financo 3 m. di volume.

Durante la costruzione le acque furono deviate nel solito modo, con un canale (fig. 15 e 17) largo 3 m., alto m. 1,4 ed una pendenza del 7 per cento, cosicchè poteva smaltire fino a 20 mc. per minuto secondo. Esso fu pure utilizzato, come nell'Avisio, per mettere in moto le trombe centrifughe. La spesa totale è stata di lire 130 169.

La costruzione fu incominciata nel gennaio del 1880 e terminata nell'autunno successivo; la fig. 30 nel testo, la rappresenta nel suo pieno sviluppo.

(Continua)

G. CRUGNOLA.

COSTRUZIONI FERROVIARIE

STUDI SULLE FERROVIE FUNICOLARI.

II. — I raccordi delle livellette.

1. — Distingueremo anzitutto i raccordi in *concavi* e *convessi*; si dà luogo ai primi quando, a partire dal punto più basso, il profilo della via a trazione funicolare, da una livelletta passa ad altra d'inclinazione maggiore; si avranno i secondi nel caso contrario.

Pei raccordi convessi non è necessario fare alcuna speciale considerazione; essi si eseguiranno con archi di cerchio, come di solito usa farsi per le ferrovie ordinarie. Ricordiamo, a tal proposito, che la lunghezza del raggio adottato pel raccordo non influisce, come a prima vista parrebbe (giacchè col diminuire del raggio cresce la componente della tensione della fune lungo di esso), sull'attrito fra gli assi dei rulli che sostengono il cavo di trazione ed i rispettivi cuscinetti. Infatti, nella formula per l'attrito dei tratti in curva, trovata al numero 3 del capo I di questi studi, il raggio del raccordo non vi è compreso.

Adottando un raggio r pel raccordo circolare, la lunghezza delle tangenti ci sarà data da:

$$t = r \operatorname{tg.} \frac{(\alpha - \beta)}{2}$$

se α e β sono gli angoli che le livellette fanno con l'orizzonte. Ma in pratica si sostituisce al cerchio un poligono in esso iscritto di un numero n di lati, ognuno lungo nove metri, quanto è lunga una rotaia di quelle ora più in uso. Per far questo si porrà:

$$\frac{2\pi}{360} (\alpha - \beta) r = 9n. \quad (1)$$

Assunto $r = 100$, ovvero 200 metri (converrà mantenersi al primo valore quando vi è grande differenza fra le inclinazioni delle livellette, al secondo quando questa differenza è piccola), si cercherà n , che in generale sarà un numero frazionario; sostituendogli nella (1) il numero intero immediatamente superiore n' , si troverà r' , effettivo raggio da adottare:

$$r' = \frac{9n'}{0,01745 (\alpha - \beta)}.$$

Guardiamo ora la fig. 31. Del vertice A saranno evidentemente conosciute le coordinate, la progressiva, cioè, e la quota rossa ad esso spettanti nel profilo longitudinale; da queste

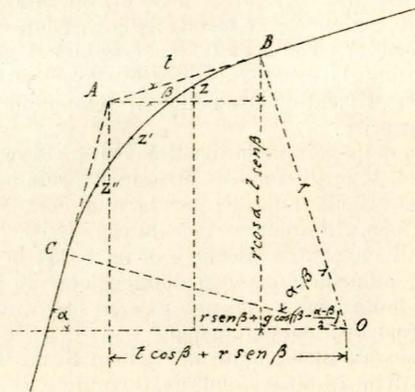


Fig. 31.

passeremo facilmente a quelle del centro del cerchio O, agguagliando alla progressiva la quantità:

$$t \cos \beta + r \operatorname{sen} \beta$$

e sottraendo alla quota la quantità:

$$r \cos \beta - t \operatorname{sen} \beta.$$

Se ora di un punto Z (vertice del poligono di raccordo) distante da B di una quantità nota g (lunghezza dei tratti di raccordo uguale a 9 metri) vogliamo le coordinate rispetto al centro x, y , basterà fare:

$$x = r \operatorname{sen} \beta + g \cos \left(\beta - \frac{\alpha - \beta}{2} \right),$$

assumendo per approssimazione l'angolo che la BZ fa col l'orizzonte uguale all'inclinazione della corda BC. Trovato x , si cercherà y , considerando che:

$$x^2 + y^2 = r'^2,$$

cioè:

$$y = \sqrt{r'^2 - x^2}.$$

Per l'altro punto Z', ritenendo costante l'angolo d'inclinazione dei vari lati della poligonale di raccordo ed uguale a quello che la corda fa con l'orizzonte, sarà:

$$x' = r \operatorname{sen} \beta + 2g \cos \left(\beta - \frac{\alpha - \beta}{2} \right).$$

Per essere esatti, nell'introdurre il valor numerico di g in questa formula, si dovrebbe calcolare la lunghezza della corda, che, pel raggio assegnato, corrisponde all'arco di nove metri; ma in pratica ciò non sarà necessario, giacchè per un raggio di 100 metri (minimo da adottarsi) all'arco di 9 metri corrisponde la corda di m. 8.9965 con una differenza cioè di soli millimetri 3,5, che diventa di millimetri 1,6 pel raggio di 200 metri. Queste quantità sono infatti sorpassate di molto dai giochi necessari alle estremità delle rotaie per prevenire gli effetti della dilatazione.

2. — Maggiore studio è invece necessario per i raccordi concavi, giacchè, ove questi non si eseguissero con uno speciale tracciato, la fune, condotta a disporsi secondo la curva di equilibrio corrispondente al suo peso ed alla tensione cui è soggetta, nello spazio che segna il passaggio fra l'una e

l'altra livelletta, si solleverebbe, uscendo dalle gole dei rulli destinati a guidarla nel suo cammino. Che ove ne uscisse, per effetto della trazione obliqua che si verifica quando il tracciato planimetrico è curvilineo, e per le oscillazioni dovute alla forza del vento, sarebbe esposta a cadere a fianco dei rulli e strisciando sui sostegni di questi o sulla superficie della via, subirebbe una dannosissima usura.

La curva descritta da una fune sottoposta liberamente all'azione del suo peso e ad una tensione, è, come si sa, la catenaria, ed il profilo dei raccordi concavi dovrebbe anch'esso modellarsi sulla sagoma della catenaria, perchè i rulli fissi alla via potessero rimanere sempre a contatto della fune.

Ma, per semplificare il problema e renderne la soluzione di effettiva applicabilità in pratica, faremo un'approssimazione: supporremo cioè che il peso della fune sia uniformemente ripartito, non lungo lo sviluppo della curva, che essa descrive, ma sulla sua proiezione orizzontale. Così facendo, avremo da considerare non una catenaria, ma un arco parabolico, il quale, approssimandosi alla forma che assume la fune, potrà costituire la sagoma del passaggio dall'una all'altra delle due livellette da raccordare (1).

Per la descrizione di questo arco parabolico, o meglio, della poligonale, che lo involuppa e che può quindi costituire l'effettivo profilo della via, adotteremo un mezzo ricavato da una ben nota teoria di statica grafica.

3. — Ricordiamo dapprima che intendesi per *tensione* in un punto di un filo (materialmente fune, catenaria, cingolo, ecc.) che fa parte di un sistema statico, quella forza che dovremmo impiegare per mantenere l'equilibrio del sistema, qualora supponessimo in quel punto troncato il filo.

Immaginiamo ora di voler raccordare due livellette di via funicolare, la cui inclinazione all'orizzonte è definita per la prima a partire dal punto più basso, dall'angolo α , e per la seconda dall'angolo β , essendo $\beta > \alpha$, e prendiamo a considerare il sistema costituito dalla fune metallica, ad un estremo della quale è legato il convoglio, mentre che l'altro estremo può considerarsi fisso al tamburo, nell'istante in cui il convoglio medesimo trovasi in un punto della livelletta α , per quale la tensione del cavo risulta parallela alla livelletta medesima. In questo istante le tre forze dovute alla tensione del cavo lungo la pendenza α (componente del carico), alla tensione del cavo che risulta parallela all'altra livelletta se-

guente β ed il peso della lunghezza di fune compresa fra i punti di applicazione delle due prime forze, si debbono fare equilibrio. Questa condizione la potremo graficamente esprimere, costruendo il triangolo delle tre forze (fig. 33), di cui la prima è data da:

$$T_\alpha = P (\text{sen } \alpha - f),$$

chiamando con P il carico e con f il coefficiente di resistenza al moto, o più semplicemente, essendo f molto piccolo, da:

$$T_\alpha = P \text{sen } \alpha$$

e le altre, essendo determinate in direzione, vengono nel loro incontro a fissarsi in grandezza. E sia Q quella verticale che rappresenta il peso della fune.

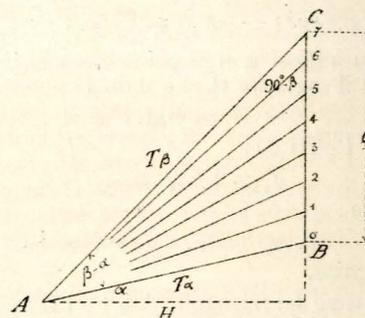


Fig. 33.

Se ora dividiamo la Q in un certo numero di parti uguali, le congiungenti il punto A con i punti di divisione ci daranno le tensioni successive del tratto di fune compreso fra i punti d'applicazione di T_α e T_β . Se è m il numero delle parti in

cui abbiamo divisa la Q , ogni divisione rappresenterà $\frac{Q}{m}$ chilogrammi e corrisponderà quindi al peso di un tratto di fune lungo metri:

$$k = \frac{Q}{m \varpi},$$

essendo ϖ il peso a m.l. della fune, ripartito sulla proiezione orizzontale e che quindi si assumerà uguale al peso effettivo

(1) L'identica approssimazione si fa per calcolare le distanze l dei rulli, in base all'altezza a delle loro gole sulla superficie della via, per fare che la fune non venga con questa a contatto. In generale tale superficie non coincide col piano del ferro, ma col livello dei sostegni trasversali.

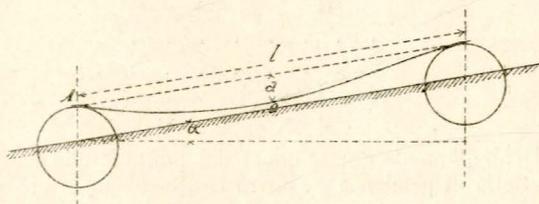


Fig. 32.

Per l'equilibrio intorno al punto O (vedi fig. 32), chiamata T la tensione in A , ϖ il peso a m.l. del cavo, dovrà aversi:

$$a T = \frac{1}{8} \varpi l^2 \cos \alpha,$$

e quindi:

$$l = \sqrt{\frac{8 a T}{\varpi \cos \alpha}}.$$

Tale distanza l nelle curve va ridotta a $3/4 l$ e a $1/2 l$, secondo che il raggio è grande o piccolo.

Notisi che per T bisogna assumere, e facilmente si comprende perchè, la tensione minima del cavo.

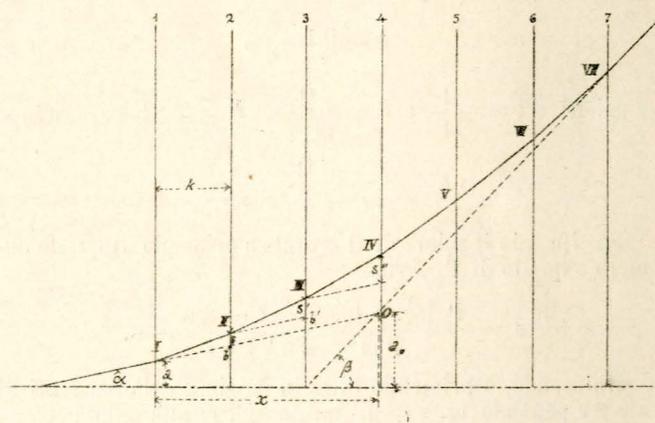


Fig. 34.

diviso pel coseno di un angolo medio fra α e β . Così, riferendoci alla fig. 33, la forza $A1$ rappresenta la tensione spetante al punto distante di k metri in orizzontale da quello in cui la tensione è parallela alla livelletta α : tale tensione $A1$ supponiamo costante per tutti i punti di questa lunghezza k .

Ciò posto, se noi costruiamo (fig. 34) il poligono funicolare corrispondente al poligono delle forze ABC , tenendo per polo

A e per rette d'azione tante verticali (rette dei pesi) poste a distanza fra loro di l , avremo la così detta *catena parabolica*, secondo cui si dispone la fune soggetta a quelle tensioni, e ciò per la nota proprietà dei poligoni funicolari.

4. — Determinata con questo mezzo grafico la curva che descrive la fune e che dovrà assumersi per sagoma del raccordo, cerchiamo di stabilire delle formule che ci diano le ordinate dei vertici della poligonale, riferite a quella stessa orizzontale di rapporto da cui s'intendono misurate le quote del profilo della linea.

E anzitutto dalla fig. 33 si ricava che:

$$\frac{Q}{T_x} = \frac{\text{sen}(\beta - \alpha)}{\text{sen}(90^\circ - \beta)},$$

onde:

$$Q = T_x (\text{tg. } \beta \cos \alpha - \text{sen } \alpha) = P (\text{tg. } \beta \text{ sen } \alpha \cos \alpha - \text{sen}^2 \alpha).$$

Dalla figura 34 si scorge poi subito che il dislivello fra il vertice I ed il seguente II ci è dato da:

$$d_1 = k \text{ tg. } \alpha + s$$

e quello fra I e III da:

$$d_2 = 2 k \text{ tg. } \alpha + s + s' \tag{1}$$

fra I e IV da:

$$d_3 = 3 k \text{ tg. } \alpha + s + s' + s'' \tag{2}$$

e così di seguito.

Ma dall'esame dei triangoli: A O 1 e I II b; A O 2 e II III b', simili a due a due, risulta:

$$s = \overline{01} \frac{k}{H} \quad s' = \overline{02} \frac{k}{H},$$

e poichè $\overline{02} = \overline{01} \times 2$, sarà anche $s' = 2s$.

Analogamente si dimostra che $s'' = 3s$, $s''' = 4s$, ecc. Onde sostituendo nella (1) a s' , $2s$ e nella (2) a s'' , $3s$, si avrà:

$$\begin{aligned} d_2 &= 2 k \text{ tg. } \alpha + s + 2s \\ d_3 &= 3 k \text{ tg. } \alpha + s + 2s + 3s. \end{aligned}$$

E in generale il dislivello del vertice $(n+1)^{\text{mo}}$ sul vertice I ci sarà dato da:

$$\begin{aligned} d_n &= n k \text{ tg. } \alpha + (1 + 2 + 3 \dots + n) s \\ &= n k \text{ tg. } \alpha + \left(\frac{n + n^2}{2} \right) s \end{aligned} \tag{3}$$

D'altra parte si è già visto che:

$$s = \overline{01} \frac{k}{H},$$

e poichè $\overline{01} = \frac{Q}{m}$ e $k = \frac{Q}{m \varpi}$, $H = T_x \cos \alpha$, sarà:

$$s = \frac{Q}{m^2 \varpi T_x \cos \alpha}.$$

Sostituendo il valore di Q trovato a principio di questo numero e quello di T_x , viene:

$$s = \frac{P^2 [\text{sen } \alpha \text{ tg. } \beta \cos \alpha - \text{sen}^2 \alpha]}{P m^2 \varpi \text{ sen } \alpha \cos \alpha}.$$

Riducendo, esprimendo tutto in funzione delle tangenti di α e β e ponendo $\text{tg. } \alpha = p$, $\text{tg. } \beta = p'$, risulta infine:

$$s = \frac{P}{m^2 \varpi} \frac{p}{1 + p^2} (p' - p)^2,$$

o più semplicemente, ritenuto che p , la minore delle pendenze, non sarà mai molto grande, si può trascurare p^2 nel termine $1 + p^2$ e adottare per s il valore:

$$s = \frac{P}{m^2 \varpi} p (p' - p)^2.$$

Facendo analoghe sostituzioni, si trova:

$$\begin{aligned} k &= \frac{Q}{m \varpi} = \frac{P (\text{tg. } \beta \text{ sen } \alpha \cos \alpha - \text{sen}^2 \alpha)}{m \varpi} = \\ &= \frac{P}{m \varpi} \frac{p' p}{1 + p^2} - \frac{p^2}{1 + p^2} = \frac{P}{m \varpi} \frac{p' p - p^2}{1 + p^2}, \end{aligned}$$

o per l'osservazione fatta innanzi, sopprimendo $1 + p^2$:

$$k = \frac{P}{m \varpi} p (p' - p),$$

onde la (3) diventa:

$$\begin{aligned} d_n &= \frac{n P}{m \varpi} p^2 (p' - p) + \left(\frac{n + n^2}{2} \right) \frac{P}{m^2 \varpi} p (p' - p)^2 \\ &= \frac{P}{m \varpi} \delta p \left(n p + \frac{n + n^2}{2 m} \delta \right), \end{aligned}$$

chiamando con δ la differenza $p' - p$ delle due pendenze.

E pel dislivello D fra il primo e l'ultimo vertice del raccordo che occupa il posto m^{mo} , essendo m il numero delle parti in cui si è divisa la Q , si ottiene:

$$D = \frac{P}{\varpi} \frac{m - 1}{m} \delta p \left(p + \frac{\delta}{2} \right).$$

5. — Se dunque conoscessimo la quota a del primo vertice, che trovasi sulla livelletta di pendenza p , basterebbe per trovare la quota q_n di un vertice del raccordo di posto $(n+1)^{\text{mo}}$ fare:

$$q_n = d_n + a.$$

Ma noi conosciamo la quota a_0 del punto O d'incontro fra le due livellette da raccordare; per conoscere a dovremo calcolare x distanza orizzontale fra il vertice I e il punto O . Tale distanza x ci verrà data dall'equazione:

$$x p + [(m - 1) k - x] p' = D,$$

onde:

$$x = \frac{(m - 1) k p' - D}{\delta},$$

in cui si sostituiranno i valori di D e k numericamente determinati colle relazioni avute al numero precedente.

Nota a_0 , sarà:

$$a = a_0 - x p,$$

e le quote quindi dei vertici da I ad M saranno:

$$\begin{aligned} \text{I} & \quad q = a \\ \text{II} & \quad q_1 = a + d \\ \text{III} & \quad q_2 = a + d \\ & \quad \dots \dots \dots \\ & \quad \dots \dots \dots \\ \text{M} - 1 & \quad q_{m-1} = a + d_{m-1} \\ \text{M} & \quad q_m = a + D. \end{aligned}$$

Evidentemente questa quota dal punto M che trovasi sulla livelletta di pendenza p' , dovrà risultare uguale a:

$$[k(m - 1) - x] p'.$$

La verifica di questa uguaglianza potrà servire di riprova per l'esattezza delle operazioni (1).

6. — A mostrare come sia spedita l'applicazione di queste formule, daremo un esempio numerico. Per P intanto osser-

(1) L'equazione della parabola involupata dalla poligonale che assumiamo per raccordo riferita al vertice è, come facilmente si deduce dalle formule esposte:

$$x = \frac{2P}{\varpi} \cdot \frac{p}{1 + p^2} \cdot y.$$

Il parametro $\frac{2P}{\varpi} \frac{p}{1 + p^2} = \frac{2P}{\varpi} \text{sen } \alpha \cos \alpha$, è indipendente dalla inclinazione della livelletta β , e varia colla tensione orizzontale ($P \text{ sen } \alpha \cos \alpha$) e col peso della fune.

viamo che si dovrà assumere sempre il massimo del peso cui potrà andar soggetta la fune, cioè quello del convoglio a pieno carico, perchè col crescere del peso il raccordo viene a sollevarsi, essendo la fune maggiormente tesa.

Supponiamo $P=10000$ Kg., $\alpha=12'25''$ e quindi $p=0,22$, $\beta=27'55''$ e $p'=0,53$: sarà $\delta=0,31$. Assumeremo per m un numero pel quale k risulti presso a poco di 9 metri, lunghezza di una rotaia.

Facendo $m=8$, si ottiene:

$$k=8,525 \quad , \quad D=22,37 \quad , \quad x=29,84.$$

Se mettiamo $a_0=100$, sarà $a=100-29,84 \times 0,22=93,44$, e quindi le quote degli otto vertici saranno:

I = 93,44	V = 104,32
II = 95,65	VI = 107,75
III = 98,18	VII = 111,59
IV = 101,04	VIII = 115,81.

Per riprova:

$$(7 \times 8,525 - 29,84) 0,53 + 100 = 115,81.$$

7. — Per trovare poi l'effettiva lunghezza di ogni lato del raccordo, si osservi che la pendenza del 1° lato è:

$$p_1 = p + \frac{\delta}{m};$$

del 2° lato è:

$$p_2 = p + \frac{2\delta}{m},$$

e così di seguito. Onde la vera lunghezza del lato I-II sarà:

$$l = k \sqrt{1 + \left(p + \frac{\delta}{m}\right)^2};$$

quella del lato II-III:

$$l' = k \sqrt{1 + \left(p + \frac{2\delta}{m}\right)^2},$$

e analogamente per gli altri.

Nel nostro esempio numerico, il primo lato, di cui la pendenza risulta di m. 0,25875 per metro, è lungo m. 8,806.

Potenza, marzo 1896.

Ing. FILIPPO TAJANI.

TECNOLOGIA INDUSTRIALE

IL FLETTO-ESTENSORE NELLE CONDOTTE D'ACQUA PER TUBI

dell'Ing. CARLO BASSANI.

Dal Ministero dei Lavori Pubblici appaltavansi, nella primavera del 1892, a cinque Imprese, il tronco ferroviario fra la stazione di Ronta e quella di Borgo San Lorenzo, lungo metri 8,300 circa, volendosi completare ed aprire all'esercizio in meno d'un anno l'intera linea *Faenza-Firenze*.

Questo tronco che attraversa, serpeggiando con pendenza del 25 per mille, quasi tutto il bacino del Mugello su terreni stabili di deposito e di trasporto terziario, è costituito da 15 importanti rilevati e da altrettante trincee con due piccole gallerie, oltre da 8 grandiosi viadotti, i quali, insieme ad altre opere d'arte minori, danno complessivamente una luce di 823 metri di lunghezza, pari quasi ad un decimo di tutto il percorso.

Su tale sede dovevasi pure stabilire la condotta idraulica per i rifornitori di due stazioni e di vari caselli del tronco stesso, ed eventualmente per il paese di Borgo San Lorenzo, di oltre 5000 abitanti. La presa dell'acqua era stata stabilita a due chilometri più in su dell'origine del medesimo tratto, entro cioè la galleria detta della Croce nel tronco Ronta-Fosso Canecchi, già eseguito, dove, oltre le filtrazioni proprie, si raccolgono nella cunetta di piattaforma anche le abbondanti sorgive della galleria Monzagnano-Avaccchino, a cui è unita con tratto di sotterraneo artificiale traversante il letto del torrente Rezzolo, e che è lunga ben oltre 2 chilometri.

Per le trincee, le gallerie ed i viadotti di quel tronco, nulla v'era da temere riguardo alla stabilità della condotta; non così potevasi sperare per i grandi terrapieni, i quali, anzi che limitarsi al suindicato numero di 15, venivano a suddividersi in circa 40, in causa delle loro intersezioni colle opere d'arte sottostanti raggiungenti il piano stradale.

Era appunto presso le testate di tali opere dove erano da temersi, come nel fatto si verificarono, i maggiori guai alla condotta, per il brusco passaggio fra la rigidità assoluta delle murature e la naturale cedevolezza degli argini d'accesso, venti dei quali circa raggiungevano l'altezza di 8 a 12 metri sul piano di campagna.

In meno di cinque mesi dal principiare dei lavori furono chiuse le volte dei suddetti viadotti, compresi quelli da 10 a 12 arcate di 15 metri ciascuna, all'altezza di ben oltre m. 20 sul terreno naturale; ed i più alti rilevati venivano successivamente compiuti nell'inverno del 1892-93, da dicembre a marzo, che fu tra i più asciutti che gli annali meteorologici abbiano fin qui registrato, non solo per l'Italia, ma per tutta l'Europa occidentale.

Però, se si ebbe un vantaggio economico per la generale sollecitudine di quei lavori, non lo si ebbe riguardo alla solidità dei terrapieni; imperocchè è noto che se le piogge abbondanti, prolungate e violente, sono in generale di danno ai terreni sconvolti, quelle leggere, brevi ed intermittenti sono più vantaggiose al costipamento delle terre, che non cento battiture e bagnature artificiali.

Il direttore tecnico governativo della linea, l'ingegnere comm. Alessandro Perego, al quale non era sfuggita la possibilità degli inconvenienti di quei rilevati su cui era da stabilirsi la condotta, aveva ordinato la costruzione di una palafitta di sostegno alla tubolatura entro e lungo tutti gli argini più alti di cinque metri, sperando che i minori avrebbero facilmente raggiunto il loro naturale costipamento, o quanto meno che gli ulteriori cedimenti degli uni e degli altri non avrebbero più recato danni alla condotta.

Ma il provvedimento non bastò a raggiungere completamente l'esito desiderato. Poichè, compiuta la tubolatura, il che avvenne l'11 aprile 1893, ed immessa l'acqua nella condotta, molte fughe e varie rotture si manifestarono. Né bastarono le pronte riparazioni di ribattiture e rimpimbature a porre la condotta in uno stato normale. Ogni giorno, sia per il transito dei treni, inauguratisi regolarmente il 23 dello stesso mese, sia per le piogge insistenti della stagione, si rinnovavano i forti stillicidi e le rotture in diversi punti, quasi tutte nei terrapieni, alcune poche sui viadotti.

Dopo tre mesi, durati a scoprire continuamente i tubi e riparare la tubolatura, e dopo essersi convinti che gli inconvenienti non dipendevano da difetto di fusione dei tubi, nè da imperfezione dei giunti, nè da colpi d'ariete, od altri eventuali aumenti smisurati di pressione, toccò all'ing. Carlo Bassani l'incarico di studiare e proporre il rimedio più sollecito, più utile ed economico, per rimediare definitivamente ai lamentati inconvenienti, poichè il continuare nel primitivo sistema di fare le riparazioni man mano che se ne mostrava il bisogno, oltre che portare una spesa non indifferente, non toglieva una causa di pericolo permanente per la ferrovia e di possibili infortuni che si volevano assolutamente evitare.

E poichè il ricostruire in sede nuova, parte della tubolatura, abbandonando i tratti ove maggiormente era dissestata e minacciata, avrebbe dato luogo a spese grandissime per le difficoltà di attraversare i profondi valloni; nè meno costoso sarebbe stato il partito di fare una nuova palificata più stabile e sicura, ed estesa ad una complessiva lunghezza di oltre 2 chilometri, in quanto il lavoro doveva essere intralciato dal passaggio dei treni, così parve all'ing. Bassani miglior partito lo studiare qualche modo di rendere la condotta più elastica ed arrendevole nei punti almeno più pericolosi.

*

I notissimi tubi a cerniera (sistemi Lavril, Petit, ecc.), furono in generale proscritti dalla pratica dopo l'invenzione dei tubi ad incastro colle giunzioni di piombo, essendo queste ritenute più elastiche.

I tubi di caoutchouc, posti ai gomiti o nei punti di rottura,

e che pur sono utilissimi per condotte aeree, non resistono sotto terra.

I tubi di piombo per congiunzioni ad U non servono allo scopo che per condotte di diametro non troppo grande; ma nel caso in questione, in cui la condotta è di 10 cent., per lo spessore che dovrebbesi dare alla parete del tubo, non sarebbe ottenuta la voluta elasticità se non ricorrendo a lunghezze molto rilevanti.

Ma fin dai primi giorni, in cui incominciarono le riparazioni sovraccennate, il fontaniere Giovanni Cassini accennava alla convenienza, a parer suo, di mettere un qualche compensatore, come si era praticato alla frana della condotta di Gamberaia presso il Viale dei Colli di Firenze. Anche colà i tubi si rompevano ad ogni istante, ma postivi da circa 13 anni due o tre compensatori, non si ebbe più da verificare alcun guasto.

Erano di quei compensatori composti di due tubi scorrevoli a fregamento uno dentro l'altro ed uniti a tenuta d'aria da un premistoppa, i quali da gran tempo furono ideati per la dilatabilità termica delle lunghe tubolature, ma che per tale bisogna fino dal 1836 erano stati dichiarati dal Dupuit quali *palliativi inutili* (1).

Tenendo conto della notizia di quel fontaniere, ed assunte più particolareggiate informazioni presso i signori Fratelli Luder di Firenze, i quali avevano costruita la condotta di Gamberaia, l'ing. Bassani venne a sapere che i tubi adoperati erano del sistema Petit, e che, ad onta della loro flessibilità, o snodatura a cerniera con asse orizzontale, le rotture avvenivano in direzione dello spostamento verticale. Per il che ne concluse molto giustamente che alle tubolature non basta dare la facoltà di piegarsi se contemporaneamente non hanno pur quella di allungarsi, e che le due facoltà debbono essere date simultaneamente se vuolsi che ciascuna di esse risponda all'effetto desiderato.

A queste giustissime considerazioni altre venivano ad aggiungersi per il fatto che nella tubolatura da sistemarsi si riscontravano angolosità assai pronunciate. V'era persino un tratto in cui erasi verificato l'abbassamento di un metro sopra sei metri di lunghezza, presso la testata di un viadotto, ed ivi l'argine, alto circa 10 metri, non aveva finito di cedere, benchè il cedimento avvenisse per semplice costipamento, e non per scorrimento. Occorreva dunque sopra una lunghezza di 6 metri poter raggiungere una inclinazione di 48 gradi, mentre una giunzione a calice ordinario di quei tubi del diametro di 10 cent., avrebbe potuto dare un angolo di due gradi e mezzo. E di qui l'idea che per avere un maggiore giro nel calice convenisse ricorrere alle giunzioni sferiche.

Quest'idea della forma sferica non era comune; fu anzi rarissimamente usata di recente. All'ing. Bassani non riuscì che di trovare tre esempi: due aventi l'unione a staffa con briglie, ossia il sistema Bardois adottato per l'attraversamento della Senna a Parigi, ed il sistema Jongh adottato per l'attraversamento della Mosa a Rotterdam in Olanda (2) ed uno solo con giunzione di piombo, il sistema Ward, adottato per la traversata del Missouri in America (3).

Sulle due prime forme non era il caso di soffermarsi, perchè dovendosi fare tutti i pezzi di metallo inossidabile, come bronzo, ottone, alluminio, delta, ecc., la spesa sarebbe divenuta fortissima. Ed anche l'ultima a giunzione di piombo apparve all'ing. Bassani troppo complicata nei suoi incastri interni ed esterni e nelle sue piombature, e perciò di troppo rigorosa esecuzione e parimenti costosa.

Epperciò si pose a studiare una nuova sagoma di calice sferico che fosse più semplice, e potesse coll'aggiunta di brevi tubi di collegamento adattarsi alle teste cilindriche dei tagli dei tubi esistenti.

(1) DUPUIT. *Traité théorique et pratique de la conduite et de la distribution des eaux*, pag. 368, 2^e édit. — Dunod, Paris, 1865.

NAZZARI. *Irradica pratica*, vol. I. § 217.

SPATARO. *Igiene delle abitazioni*, vol. III, parte 2^a: *Condotta delle acque*, 1893, pag. 184.

(2) *Génie Civil*, février 1893, pag. 222.

(3) SPATARO. *Igiene delle abitazioni*, vol. III, parte 2^a: *Condotta delle acque*.

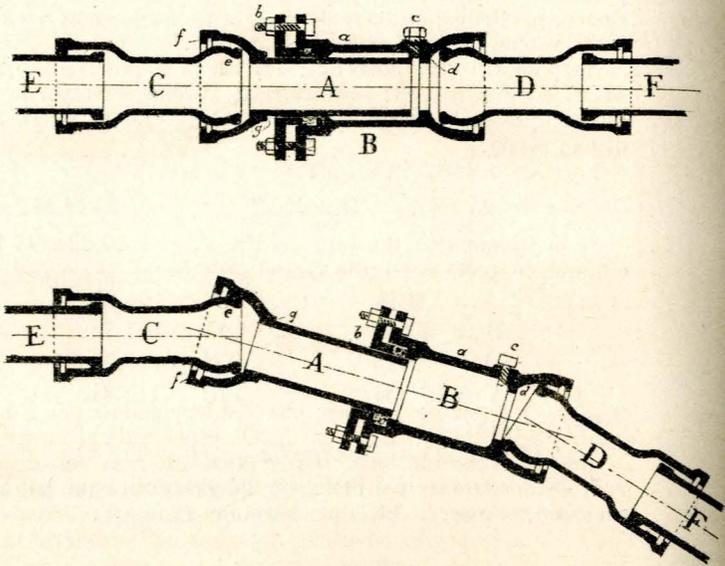


Fig. 35 e 36.

Il congegno quale fu ideato ed applicato trovasi rappresentato dalle figure 35 e 36, nella prima delle quali lo si vede nella sua posa iniziale o normale che dir si voglia, e nella seconda è disegnato nella posizione di massima distensione ed inclinazione. Ed a questo compensatore speciale molto opportunamente il suo autore volle dare il titolo di *fletto-estensore* col quale si addita la duplice sua funzione.

*

Descrizione. — Il fletto-estensore si compone essenzialmente di due tratti di tubi A e B scorrevoli l'uno dentro dell'altro e terminati ciascuno da una testa a calice sferico femmina, e di due altri brevi tratti di tubi di collegamento C e D, terminati da una parte a calice sferico maschio e dall'altra a calice cilindrico femmina, il quale ultimo si adatta ad uno degli orli o tagli dei tubi ordinari E ed F della condotta.

I giunti, ossia i vani fra i calici, vengono riempiti da due o tre giri di treccia di fili di piombo (sistema brevettato dei Fratelli Luder di Firenze) sistema oramai preferito alla treccia di canapa incatramata, per ragioni di durata ed anche di igiene.

La treccia metallica vi è spinta dentro mediante calcai curvilinei e per mantenervela a posto si fa immediatamente dopo una colata di piombo.

Il tubo direttore non è un semplice tubo come gli altri, ma consta di una cassa di custodia *a*, o guaina propriamente detta, di un premistoppa *b* a briglia da unirsi alla controbriaglia della cassa verso il lato opposto del calice e di uno sfogatoio *c*, ossia di un foro presso la radice del calice, chiuso da bullone a vite e dado, per dare esito all'acqua od all'aria in caso di bisogno. Siccome il fletto-estensore per il suo scopo doveva trovarsi nei punti più culminanti e più depressi nelle ondulazioni della condotta, così era utilissimo che vi fosse uno sfogatoio nel caso di restauri o di regolarizzazione della medesima.

A limitare convenientemente il movimento di rotazione dei calici, dovendosi evitare che da un lato il tubo girevole venga ad ostruire la luce della condotta, e dall'altro che il tubo stesso abbia a toccare, e quindi a sforzare, l'orlo estremo del calice fisso, si è molto semplicemente ricorso ad un dente d'arresto *d* (fig. 37) nell'interno del calice femmina, e ad un riccio sagomato *e* all'orlo esterno del calice maschio, i quali incontrandosi vanno perfettamente a combaciarsi.

In questa maniera per la condotta di 10 centimetri, della quale si tratta, si poteva avere un angolo di rotazione

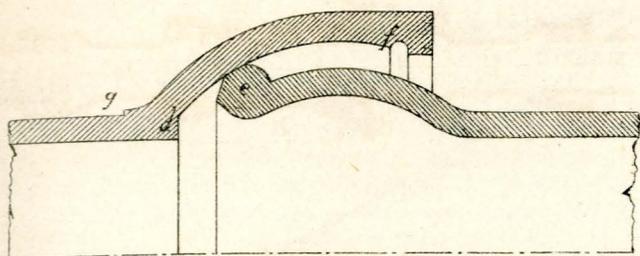


Fig. 37.

di circa 15° per ogni calice, che raddoppiandosi per i due giunti offriva un'articolazione di $30'$, esuberante al bisogno. Di più col raccordo dato alla radice esterna del calice maschio si ottiene il vantaggio che, nel girare del calice, il riccio *e* viene da un lato a comprimere il piombo (il quale resta impedito ad uscire in causa dell'ordinario tondino *f* del calice femmina) per cui va a serrare maggiormente la giunzione; e dall'altro lato, diametralmente opposto, la parte cilindrica esterna del tubo stesso viene parimenti a stringere il giunto, nel tempo istesso che il riccio dell'interno se ne va da quella parte allontanandosi, di guisa che la chiusura o la tenuta dell'acqua viene a rimanere perfetta, per quanto la vena capillare, risultante dal movimento lungo la superficie strofinata, lo possa permettere.

Lo spessore dei tubi cilindrici non muta, meno che per la guaina, in causa del diametro maggiore che è costretta ad avere, non che per la parte sferica dei calici, il cui spessore sarebbe pari ad una volta e mezza quello del tubo ordinario. Il risalto esterno *g* lasciato al calice del tubo A ha per effetto di impedire che il premistoppa della custodia non venga a stringersi di troppo contro la superficie esterna curvilinea del calice medesimo, e non ne renda difficile il distacco. Tanto il tubo A, quanto la chiavarda *c*, vogliono essere di bronzo o di alluminio per evitare la ruggine, che ne impedirebbe lo scorrimento; tutte le altre parti sono di ghisa.

La lunghezza del tubo A nel caso pratico del quale si tratta è stata fissata di cent. 45, in modo da avere un passo libero di 20 cent., pari all'allungamento massimo che avrebbe acquistato la condotta in uno dei maggiori abbassamenti previsti.

Ove poi in opera il fletto-estensore venisse a distendersi del tutto, ed il tubo A avesse ad uscire dalla guaina, sarebbe pur sempre facile la rimessa nella posizione ed allineamento iniziali di tutto l'apparecchio, insieme al tratto della condotta smossa; libero quindi di distendersi altrettanto di nuovo; sebbene sia presumibile che ciò abbia ad accadere assai raramente.

*

Applicazione. — Ognuno di tali apparecchi è venuto a costare in officina 137 lire, comprese la modellatura e le prime esperienze. Aggiunte le spese di trasporto, la impiombatura e la mano d'opera, il costo fu di lire 160 per ciascuno.

Una spesa adunque di 5600 lire per 35 apparecchi, quanti cioè da prima erano stati giudicati necessari al buon riordinamento dell'intera condotta, non era troppo grande in confronto di quelle ben maggiori che sarebbero occorse per la costruzione di una palafitta, od altri escogitabili rimedi.

Epperò l'ingegnere direttore, comm. Perego, non esitava di commettere una prima ordinazione di ben 30 fletto-estensori alla fonderia del Pignone di Firenze, e 28 di essi nel giorno 18 luglio incominciaronsi ad introdurre nella condotta, mentre due erano di riserva.

Nei diversi tratti di terrapieni, man mano che si ponevano in opera i fletto-estensori, cessava di pari passo qualsiasi manifestazione di fughe. Prima ancora che si terminasse la com-

pleta messa in opera dei 28 apparecchi, cioè dal 29 luglio, si poté diminuire il numero dei fontanieri di vigilanza. Dall'8 agosto si lasciò scorrere l'acqua nella condotta giorno e notte, senza interruzione, nè la si ebbe più a sospendere mai.

La stagione seguente fu asciutta oltremodo; quindi avrebbe potuto credersi da taluni che l'avvenuta sospensione delle perdite nei terrapieni più elevati e minacciati, dove erano appunto stati collocati i fletto-estensori, dipendesse dal non essere avvenuti ulteriori abbassamenti. Se non che nei terrapieni minori, dove i fletto-estensori mancavano, gli stillicidi continuavano come prima.

Fu quindi ordinata la provvista di altri 12 fletto-estensori, dieci dei quali poterono essere messi in opera tra il 9 ed il 10 di settembre, e due si tennero di riserva. Nè è a dire quanto opportuno apparisse il collocamento di questi ultimi fletto-estensori, essendosi trovato in quattro punti della condotta che gli orli dei tubi erano rotti dentro i calici, per cui la tenuta dell'acqua era fatta dalla sola piombatura.

Nel 1893 dal 25 settembre al 4 ottobre ebbesi un periodo straordinariamente piovoso, e basterà ricordare le straordinarie piene dei fiumi ed i danni e le interruzioni delle ferrovie in prossimità di Bologna. Al che fece seguito un periodo di bel tempo fin verso la fine dell'ottobre. In questo lasso di tempo cedettero tutti i terrapieni della linea tra Ronta e Borgo San Lorenzo; i più elevati raggiunsero presso le spalle dei ponti 35 e più centimetri di abbassamento, e ciò non di meno non ebbesi a verificare alcuna rottura o dispersione là ove esistevano i fletto-estensori.

Ritornarono abbondanti e persistenti piogge dal 5 al 10 novembre, nel qual periodo i cedimenti di tutti i terrapieni furono di nuovo sensibilissimi, raggiungendo coi primi, per varie testate dei ponti, oltre 60 centimetri. Nel successivo dicembre, che fu abbastanza asciutto, essendosi potuto rialzare tutte le panchine degli argini depressi, si fecero scoprire per maggiore garanzia nei punti più temuti alcuni fletto-estensori e si verificò che quantunque abbassati di 20, 40, e perfino di 60 centimetri dalla loro posizione iniziale, non davano segni di sperdimento.

Al primo anno di esercizio, tenne dietro il secondo e poi il terzo ed oramai può dirsi bene realizzata la speranza riposta nei fletto-estensori, per il buon funzionamento di quella condotta, senza dei quali tutti prevedevano che la condotta stessa si sarebbe dovuta sospendere e fors'anche abbandonare.

*

Norme pratiche per il buon funzionamento. — 1. Il miglior sistema di mettere in opera i fletto-estensori è di unirne i vari pezzi impiombandoli a posto, essenzialmente perchè la manovra dei pezzi, di cui si compone l'apparecchio, riesce più facile, pesando in complesso circa un quintale l'intero fletto-estensore per condotta di 10 centimetri.

2. Nell'assicurare a posto ciascun pezzo conviene fare attenzione a che i calici sferici siano ben centrati fra loro, altrimenti l'articolazione risulterebbe meno efficace. Al quale scopo giova sia segnato sulla superficie esterna del calice maschio un circolo parallelo alla fronte ed in corrispondenza dell'orlo del calice femmina nella sua posizione normale (figura 35). Così il fontaniere si assicura che quel circolo sia simmetrico rispetto alla proiezione della fronte del calice femmina, prima di procedere all'impiombatura.

3. Nel mettere in opera il fletto-estensore, conviene lasciare il voluto giuoco per il raccorciamento in causa di un aumento di temperatura; ritenendo di 20 gradi circa la massima variazione nel terreno, a m. 0,50 di profondità, il coefficiente massimo di dilatazione per la ghisa risulterebbe di 1 centimetro per ogni 50 metri di lunghezza; ma conviene lasciare 1 centimetro e mezzo.

4. Nel mettere a posto i fletto-estensori avvertasi di volgere lo sfogatoio della guaina verso il fianco esterno del terrapieno, per facilitarne il maneggio e l'uscita dell'acqua, quando occorresse.

5. Per ricalcare sia la corda di riempimento, sia la colata di piombo, occorre far uso di calcoati curvilinei speciali, non potendo servire gli usuali rettilinei in causa della curvatura sferica dei giunti.

6. I fletto-estensori per l'ufficio loro devono essere posti nei punti di massima flessione, dove cioè si presume che la tubolatura andrà a formare angoli o forti tortuosità. Occorre perciò di conoscere bene l'interna struttura della sede stradale. In generale avverrà uno dei tre casi seguenti: che il massimo cedimento possa verificarsi nel mezzo di un terrapieno, nell'insenatura simmetrica di due pendici (fig. 38); o nel punto intermedio fra il mezzo ed un estremo del terrapieno, essendo le falde irregolari (fig. 39); od all'estremità del terrapieno, come contro la testata di un ponte (fig. 40); e sarà

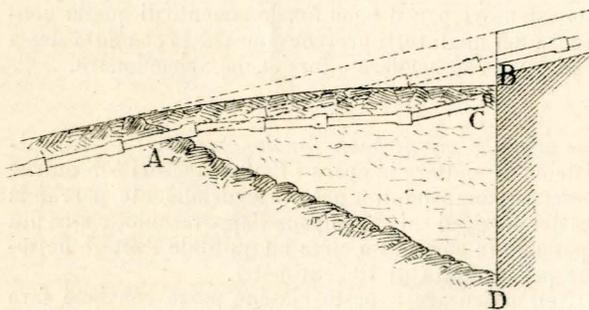
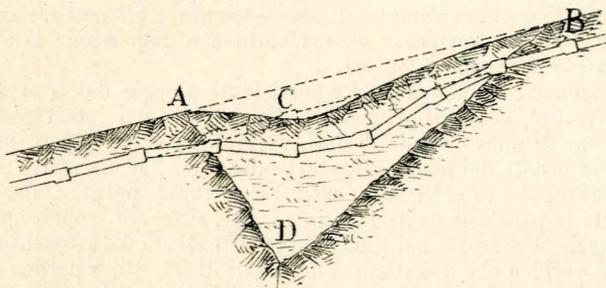
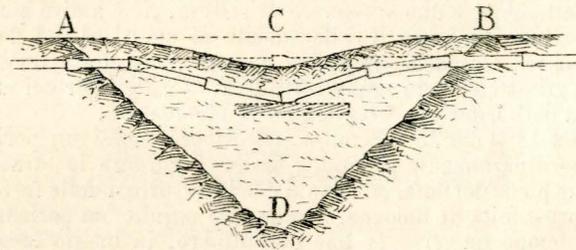


Fig. 38, 39 e 40.

sempre nei punti di avvenuto o di presumibile maggiore abbassamento che dovrà essere collocato il fletto-estensore.

Giova in alcuni casi mettere una traversina d'appoggio sotto la tubolatura come in C, fig. 38, perchè la condotta incontra maggiore resistenza ad abbassarsi, o come nel caso della figura 41, dove nascendo il pericolo di una doppia rottura, una all'angolo sinclinale nel punto C nel terrapieno, e l'altra all'anticlinale sulla muratura, al punto B, come si è più volte verificato, si riesca ad allontanare artificialmente dalla muratura il punto di massimo abbassamento, appoggiando la condotta sopra una lungarina di legno, di 6 a 8 metri di lunghezza, incastrata per una estremità sotto il punto B nella testata della muratura stessa e lasciandola libera all'altra estremità entro il terrapieno. E così a vece di due fletto-estensori vicinissimi se ne pone uno solo nel punto C. Con tale mezzo la massima flessione naturale in C viene trasferita nel punto C dove l'abbassamento è minore, e oltrechè riescire raddolcito l'angolo sinclinale, riesce quasi annullato quello anticlinale in B per modo da poter bastare ad esso l'elasticità delle giunzioni dei calici ordinari.

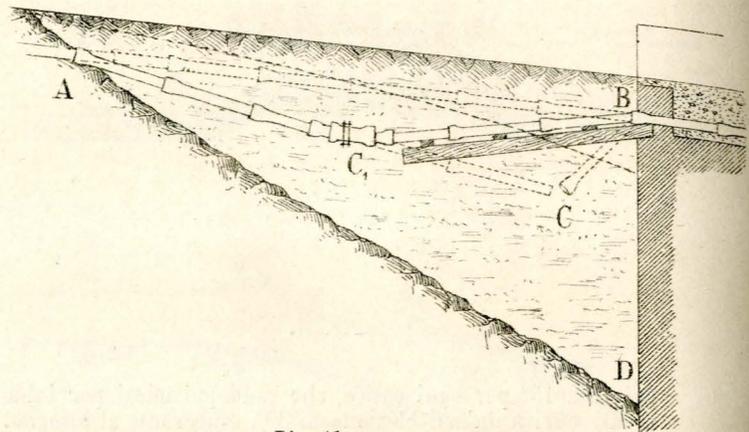


Fig. 41.

7. Sebbene non sia possibile dare dati precisi, tuttavia dall'applicazione fattane si può concludere che l'azione dei fletto-estensori estendesi nelle terre oltre i 60 metri, essendo in generale da m. 30 a m. 60 la distanza a cui furono posti.

*

Dimensioni dei calici per condotte da 4 a 100 centimetri di diametro. — Infine l'ing. Bassani nella Memoria, da cui abbiamo riassunto le suesposte cose, presenta pure una serie di formole pratiche per fissare le graduali dimensioni dei calici e di tutti i particolari dei fletto-estensori, in funzione del diametro interno della condotta e dello spessore dei tubi, e riunisce in apposita tabella le dimensioni da assegnarsi ai fletto-estensori per tubi di ghisa del diametro interno di 4 a 100 centimetri e per pressioni ordinarie.

La Memoria è pubblicata nel volume XI delle *Memorie della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei* (Roma, 1896) e ringraziamo l'egregio autore di avercela inviata, ben lieti che ci sia offerta così l'occasione di additare ai lettori dell'*Ingegneria Civile* un mezzo pratico, razionale e semplicissimo di rendere opportunamente elastica una condotta metallica, problema che fu più volte tentato, ma la cui soluzione era sempre rimasta un desiderio.

G. S.

GEOMETRIA PRATICA

DEVIAZIONI E LORO APPLICAZIONI.

La nozione di *deviazione* è utile nel determinare l'area di un poligono rilevato per camminamento e nei calcoli delle risvolte stradali

Dicesi *deviazione fra due lati consecutivi* d'una poligonale o *deviazione consecutiva* l'angolo che il *secondo* lato forma col prolungamento del *primo*. Per comodità adotteremo la convenzione di assumere la *deviazione positiva* o di *destra* se il secondo lato cade alla destra del prolungamento del primo; la *deviazione* sarà *negativa* o di *sinistra* se trovasi alla sinistra.

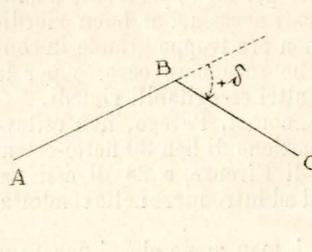


Fig. 42.

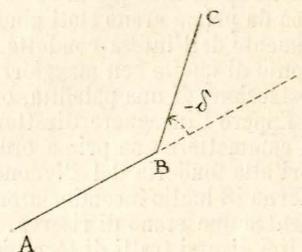


Fig. 43.

In altri termini, diremo la *deviazione positiva* quando è descritta dal prolungamento del primo lato nel senso delle lancette dell'orologio, la *deviazione negativa* se descritta nel senso inverso a quello delle lancette; in valore assoluto la deviazione può variare da zero ad una mezza circonferenza.

Stabiliamo l'ordine di successione dei vertici d'una poligonale $A_0, A_1, A_2, \dots, A_n$ [in numero di $(n+1)$], sarà quello dei lati l_1, l_2, \dots, l_n (in numero di n), quello degli angoli $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n-1}$ [in numero di $(n-1)$], e quello delle deviazioni consecutive $\delta_{1,2}, \delta_{2,3}, \dots, \delta_{(n-1),n}$ [in numero di $(n-1)$].

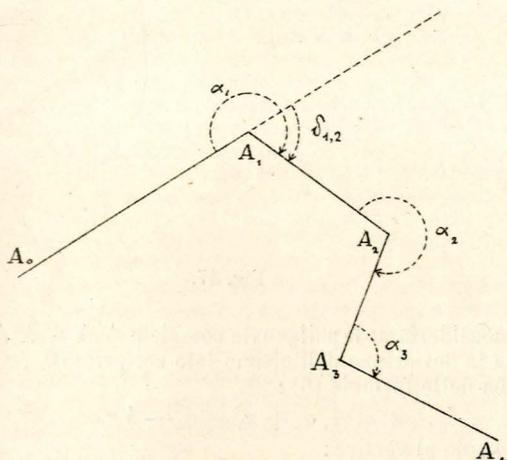


Fig. 44.

Mi propongo anzitutto di risolvere il problema:

« *Dati gli angoli di una poligonale, trovare le deviazioni consecutive* ».

Si possono presentare due ipotesi: gli angoli della poligonale sono *tutti* descritti nel senso delle deviazioni positive (lancette), o *tutti* nel senso delle deviazioni negative (inverso alle lancette) (fig. 44 e 45).

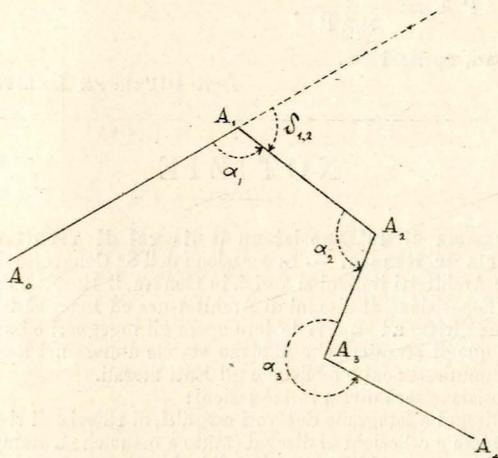


Fig. 45.

Da una semplice ispezione delle due figure si deducono le due serie di eguaglianze seguenti rispettive alle due ipotesi:

$$(1) \begin{cases} \delta_{1,2} = \alpha_1 - \pi \\ \delta_{2,3} = \alpha_2 - \pi \\ \dots \\ \delta_{(n-1),n} = \alpha_{(n-1)} - \pi \end{cases} \quad (2) \begin{cases} \delta_{1,2} = \pi - \alpha_1 \\ \delta_{2,3} = \pi - \alpha_2 \\ \dots \\ \delta_{(n-1),n} = \pi - \alpha_{(n-1)} \end{cases}$$

donde la formula per le due ipotesi:

$$(3) \quad \delta_{(n-1),n} = \pm (\alpha_{(n-1)} - \pi).$$

Dicesi *deviazione fra due lati qualunque* o *deviazione alternata* fra due lati della poligonale l_m, l_n (essendo l'indice

$m < n$) l'angolo che il lato d'indice maggiore (lato d'arrivo) forma col prolungamento del lato di minor indice (lato di partenza). Evidentemente risulta che la *deviazione alternata* è uguale alla somma algebrica delle deviazioni consecutive comprese fra il lato di partenza e quello di arrivo, cioè si ha l'eguaglianza:

$$(4) \quad \delta_{m,n} = \delta_{m,(m+1)} + \delta_{(m+1),(m+2)} + \dots + \delta_{(n-1),n}.$$

Se il lato di partenza è il primo lato della poligonale, sarà $m=1$, e l'eguaglianza (4) diventa:

$$(5) \quad \delta_{1,n} = \delta_{1,2} + \delta_{2,3} + \dots + \delta_{(n-1),n}.$$

Sostituendo in quest'ultima i valori delle deviazioni consecutive (1) e (2), avremo per le due ipotesi considerate:

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} \delta_{1,n} &= \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{n-1} - (n-1)\pi = \\ &= \sum_1^{n-1} \alpha_n - (n-1)\pi \\ \delta_{1,n} &= (n-1)\pi - \alpha_1 - \alpha_2 - \dots - \alpha_{(n-1)} = \\ &= (n-1)\pi - \sum_1^{n-1} \alpha_n \end{aligned} \right.$$

da cui la formula generale per le due ipotesi:

$$(7) \quad \delta_{1,n} = \pm \left[\sum_1^{n-1} \alpha_n - (n-1)\pi \right].$$

È facile vedere se la poligonale è intrecciata l'applicazione della formula (7): può dare in valore assoluto $\delta_{1,n} > \pi$; allora si riconduce al caso generico di $\delta_{1,n} < \pi$, sottraendo od aggiungendo un numero intero k di mezza circonferenze secondo che si verifichi $\delta_{1,n} > 0$; si otterrà così:

$$\delta'_{1,n} = \delta_{1,n} \mp k\pi.$$

Il numero totale delle deviazioni che si possono formare cogli n lati d'una poligonale si ottiene sommando le deviazioni degli $(n-1)$ lati col primo, degli $(n-2)$ lati col secondo, degli $(n-3)$ lati col terzo e così via, dell'ultimo lato col penultimo; quindi il numero totale N eguaglia quello della somma dei primi $(n-1)$ numeri naturali, cioè:

$$N = \frac{(n-1) \times n}{2}.$$

In altro modo, si può dire, è dato dal numero delle combinazioni degli n lati cogniti presi due a due:

$$N = C_{n,2} = \binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{1 \times 2}.$$

Infine si osserva che nel caso d'un poligono chiuso l'ordine di successione dei vertici è sempre inverso a quello con cui sono descritti gli angoli interni del poligono, quindi facile la scelta del segno nell'applicazione delle formole (3), (7).

Prima applicazione. — Area di un poligono rilevato per camminamento (fig. 46).

Di un poligono (esagono) $A_0 A_1 A_2 A_3 A_4 A_5$ si sono misurati i 5 lati l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 e i 4 angoli al vertice $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$, nel senso delle deviazioni negative. Se per l'ultimo vertice A_5 dell'esagono si tirano le diagonali, esso viene scomposto in quattro triangoli I, II, III, IV, di ciascuno dei quali si conosce la base e se ne determina l'altezza nel modo seguente.

Del triangolo I l'altezza h non è altro che la somma algebrica delle proiezioni dei lati successivi al primo su quella direzione, cioè:

$$h_1 = A A_5 = AB + BC + CD - A_5 D.$$

Ma il coseno dell'angolo d'inclinazione di ciascuno di essi lati colla direzione perpendicolare al primo lato è uguale al seno dell'angolo che i medesimi formano colla direzione del primo lato, i quali angoli, è facile vedere, non sono altro che le deviazioni dei lati successivi col primo, cioè: $\delta_{1,2}, \delta_{2,3}, \delta_{3,4}, \delta_{4,5}$ (vedi fig. 46).

Quindi possiamo scrivere l'altezza h_1 del triangolo I:

$$(1) \quad h_1 = l_2 \sin \delta_{1,2} + l_3 \sin \delta_{2,3} + l_4 \sin \delta_{3,4} + l_5 \sin \delta_{4,5}.$$

Analogamente l'altezza h_2 del triangolo II sarà la somma algebrica delle proiezioni dei lati successivi colla direzione perpendicolare al secondo lato del poligono, ossia la somma

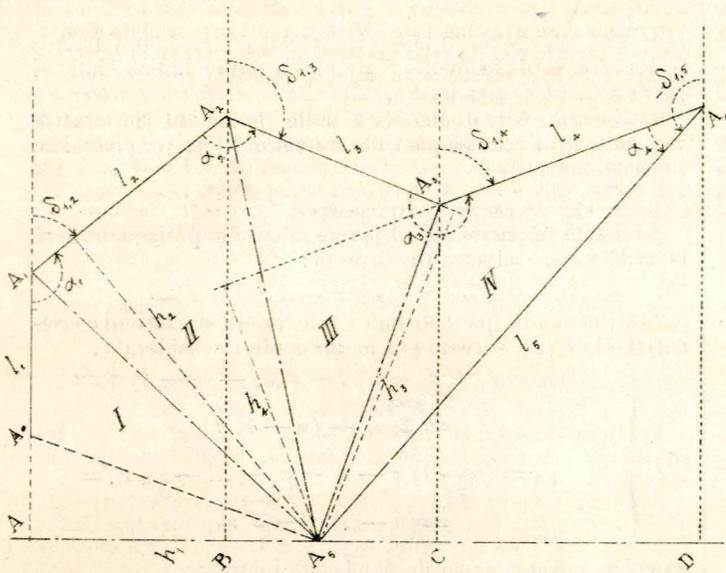


Fig. 46.

dei prodotti dei lati successivi per il seno delle deviazioni di essi lati col secondo. E così via, si possono scrivere quindi le espressioni delle altre altezze dei triangoli:

$$(2) \begin{cases} h_2 = l_2 \sin \delta_{1,2} + l_1 \sin \delta_{1,2} \\ h_3 = l_3 \sin \delta_{2,3} + l_2 \sin \delta_{2,3} \\ h_4 = l_4 \sin \delta_{3,4} + l_3 \sin \delta_{3,4} \end{cases}$$

Le deviazioni che figurano nelle formole (1) e (2) si calcolano colla seconda delle formole (6).

Si può senz'altro scrivere l'espressione dell'area del poligono:

$$S = \frac{1}{2} (l_1 h_1 + l_2 h_2 + l_3 h_3 + l_4 h_4)$$

Sostituendovi i valori delle altezze date dalle formole (1) e (2) si ottiene:

$$(3) \quad S = \frac{1}{2} [l_1 l_2 \sin \delta_{1,2} + l_1 l_3 \sin \delta_{1,3} + l_1 l_4 \sin \delta_{1,4} + l_1 l_5 \sin \delta_{1,5} + l_2 l_3 \sin \delta_{2,3} + l_2 l_4 \sin \delta_{2,4} + l_2 l_5 \sin \delta_{2,5} + l_3 l_4 \sin \delta_{3,4} + l_3 l_5 \sin \delta_{3,5} + l_4 l_5 \sin \delta_{4,5}]$$

Il numero dei termini che figura nello sviluppo, si vede chiaro, è uguale al numero totale delle deviazioni che si possono formare cogli n lati conosciuti, cioè:

$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{5 \times 4}{2} = 10.$$

Possiamo quindi enunciare la regola per trovare l'espressione dell'area d'un poligono rilevato per camminamento:

- « Si formano tutte le deviazioni possibili degli n lati dati;
- » il primo gruppo di termini dello sviluppo si compone dei prodotti del primo lato per i lati successivi e per i seni delle deviazioni rispettive col primo; il secondo gruppo si compone dei prodotti del secondo lato con tutti i successivi e coi seni delle deviazioni rispettive col secondo; e così via;
- » l'ultimo gruppo è il prodotto del penultimo lato per l'ultimo e per il seno della loro deviazione ».

Seconda applicazione. — Raccordare i due rettifili PA_0 , PA_1 , quando il vertice P è inaccessibile (fig. 47).

Fra due punti qualunque A_1, A_0 dei due rettifili si stabilisce una conveniente poligonale $A_0 A_1 A_2 A_3 A_4$ misurandone i lati l_1, l_2, l_3, l_4 e gli angoli $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$.

Per poter determinare gli elementi di una risvolta che accorda i due rettifili, devonsi calcolare in precedenza l'angolo P dei medesimi e le distanze dei due punti prescelti dal vertice, cioè PA_1, PA_0 .

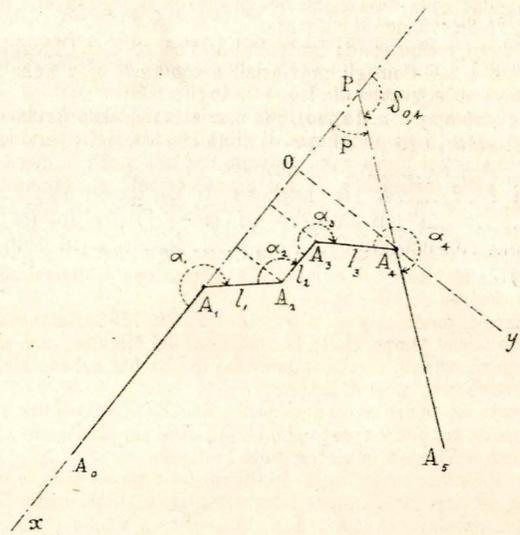


Fig. 47.

Perciò consideriamo la poligonale completa $A_0 A_1 A_2 A_3 A_4 A_5$ e troviamo la deviazione dell'ultimo lato col primo $\delta_{0,5}$ dato dalla prima delle formole (6):

$$\delta_{0,5} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 - 4\pi$$

quindi l'angolo al vertice:

$$P = \pi - \delta_{0,5} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 - 3\pi.$$

Per avere le lunghezze PA_1, PA_0 consideriamo il sistema di assi ortogonali formato da uno dei rettifili e dalla perpendicolare abbassata dal punto scelto sull'altro rettifilo. Proiettiamo la poligonale $A_1 A_2 A_3 A_4$ sui due assi ed avremo:

$$\begin{cases} A_1 O = l_1 \cos \delta_{0,1} + l_2 \cos \delta_{0,2} + l_3 \cos \delta_{0,3} \\ A_4 O = l_1 \sin \delta_{0,1} + l_2 \sin \delta_{0,2} + l_3 \sin \delta_{0,3} \end{cases}$$

Sarà quindi:

$$\begin{cases} PA_1 = A_1 O + OP = A_1 O + A_4 O \cot P \\ PA_0 = \frac{A_1 O}{\sin P} \end{cases}$$

Sassari, aprile 1896.

Ing. GIUSEPPE DELITALA.

NOTIZIE

Programma di un'Esposizione di disegni di Architettura e Ingegneria in Genova. — In occasione dell'8° Congresso degli Ingegneri e Architetti italiani si aprirà in Genova, il 10 settembre prossimo, un'Esposizione di disegni di Architettura ed Ingegneria.

Avranno diritto ad esporvi le loro opere gli ingegneri ed architetti italiani e quegli stranieri che abbiano stabile dimora nel Regno, non che le Amministrazioni pubbliche e gli Enti morali.

L'Esposizione sarà divisa in tre sezioni:

1° Disegni e fotografie di lavori eseguiti, di rilievi e di restauri; 2° Opere e collezioni di disegni (tanto a mano che a stampa od in fotografia) concernenti l'Ingegneria e l'Architettura;

3° Modelli e materiali da costruzione ed istrumenti d'Ingegneria. La domanda per l'ammissione dev'essere fatta entro il mese di giugno. L'accettazione degli oggetti comincerà col 15 agosto e cesserà col 31 stesso mese.

Vi saranno per ciascuna mostra quattro categorie di ricompense; cioè diplomi di 1°, 2° e 3° categoria e menzioni onorevoli, oltre alle medaglie che il Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio accorderà per lavori attinenti a costruzioni ed industrie rurali. Per l'aggiudicazione dei premi sarà nominata dal Comitato del Congresso una Giuria composta di nove fra ingegneri ed architetti iscritti al Congresso. A. F.

Il Brenta deviato dalla Laguna Veneta. — In questi giorni veniva condotta a termine un'opera, a cui sono legati grandissimi interessi della laguna di Venezia e dei territori finitimi.

Trattasi della sistemazione degli ultimi tronchi dei fiumi Brenta e Bacchiglione colla deviazione del primo dalla laguna di Chioggia per portarlo direttamente nel mare.

Quest'opera, reclamata da tanti anni da Venezia e da Chioggia e nel Parlamento e nei Consigli provinciali e comunali e in pubblici Comizi, veniva autorizzata colla legge 23 luglio 1881.

I lavori intrapresi nell'anno 1884 consistevano nella formazione di un nuovo alveo della lunghezza di circa 16 chilometri pei due fiumi sopra indicati, pel quale essi venivano condotti uniti in mare presso Brondolo; nella costruzione di due grandiose *botti a sifone* sottopassanti i fiumi stessi, per le quali le acque di scolo dei territori pianeggianti compresi tra il Brenta ed il Gorgone, dai colli Euganei a Brondolo, trovavano nella laguna di Chioggia un sicuro recapito indipendente dalle piene dei fiumi; nella costruzione di diversi ponti in ferro e muratura ed altre opere minori.

Quei lavori, condotti quasi a termine sino dal 1893, rimanevano sospesi per qualche tempo, causa le condizioni del bilancio; ma possono oggi ritenersi compiuti colla immissione del Brenta nel suo alveo, avvenuta nel decorso mese di marzo.

L'importo totale dei lavori ammonta a circa 8,000,000 di lire, somma certo ingente, ma punto sproporzionata all'utile che dall'opera ridonda alla laguna di Venezia ed al territorio limitrofo.

Infatti il Brenta aveva dal 1840, in cui fu immesso nella laguna di Chioggia, ad oggi rapidamente interrato gran parte di quella laguna, e la palude andava avvicinandosi fatalmente a quella città, donde poi gli interramenti lagunari avrebbero minacciato la laguna Malamocco e il porto omonimo.

Oggi, deviato il Brenta, tutta la laguna di Chioggia è ridata all'impero delle acque salse, che non tarderanno a ridonarla alle primiere condizioni, con grande vantaggio della laguna in generale e del porto di Chioggia in particolare.

Nè minor utile ne ricavano gli altri territori e relativi Consorzi di scolo, che, all'incerto recapito delle loro acque nei fiumi soggetti a piene lunghe ed elevate, hanno oggi sostituito il sicuro scolo nelle calme acque della laguna.

(Dal *Monitore delle Strade Ferrate*).

La fabbricazione dei cementi idraulici colle loppe provenienti dagli alti forni. — L'impiego del cemento idraulico fabbricato colle loppe provenienti dagli alti forni, si va generalizzando in molti lavori; la sua fabbricazione cominciata a Choindex in Svizzera, si è poi estesa in Germania, nel Belgio ed in Francia, dove l'officina di Vitry-le-François situata sul canale della Haute-Marne è una delle più recenti e perfezionate; e crediamo potranno interessare alcune notizie relative alle lavorazioni che ivi si fanno.

Le loppe impiegate nell'officina di Vitry-le-François provengono dagli alti forni di Pont-à-Mousson, che ne possono fornire fino a tonn. 300 al giorno, ma solo una parte, opportunamente scelta, ne viene impiegata, tanto più che per la fabbricazione del cemento sono specialmente impiegate le loppe provenienti dai forni con elevato grado di calore, ed inoltre le prime e le ultime prodotte in ogni colata non sono utilizzabili.

La composizione media delle loppe usate è la seguente:

Albumina	22 %
Silice	32 %
Calce	42 %
Ossidi di ferro e diversi	4 %

Lo stato fisico migliore è quando il raffreddamento è avvenuto rapidamente, ciò che del resto è anche il caso delle pozzolane che si sono raffreddate bruscamente al contatto dell'aria, e la cui funzione chimica ha molti punti di contatto con quella che hanno le loppe nella formazione del cemento idraulico. L'utilizzazione delle loppe per questo scopo risolve un problema importante anche per le officine siderurgiche, permettendo loro di liberarsi dall'ingombro costoso che per esse costituiva un tale materiale di rifiuto.

Uscite le loppe dall'alto forno, se ne accelera il raffreddamento e si facilita una prima frantumazione con un forte getto d'acqua, che le trasporta meccanicamente fino a lasciarle depositare sopra un'apposita platea in muratura, da dove sono mano mano asportate, allo stato granuloso.

Il materiale viene quindi trasportato alle officine di Vitry ove, la prima operazione che gli si fa subire, è il disseccamento completo in apposite stufe, nelle quali il materiale scivolando successivamente su lamiere inclinate esposte ai prodotti della combustione di un focolare a coke, raggiunge la temperatura massima di circa 600°, per sortire colla temperatura di 150° e perfettamente secco. Esso viene quindi polverizzato in appositi apparecchi e passato ai frulloni, fino ad essere ridotto in una farina grigiastria, finissima e untuosa al tatto. È quindi mescolato nella voluta proporzione in apparecchi speciali, colla calce idraulica in polvere, ed in tale operazione è necessaria la massima cura e precisione nella dosatura, e nell'ottenere un miscuglio intimo ed omogeneo. Viene quindi insaccato in sacchi di kg. 50 e messo in commercio. La calce idraulica che s'impiega pel miscuglio è data da marne

calcare cavate a poca distanza ed è fabbricata nella stessa officina di Vitry nella misura di tonnellate 120 al giorno: parte venduta direttamente e parte impiegata nella preparazione del cemento. Si fanno periodici controlli di resistenza su saggi del cemento prodotto, dopo 7, 28, 84 giorni dalla fabbricazione.

Da esperienze fatte risulterebbe in media che l'impasto del cemento dopo un anno ha una resistenza alla trazione di 49 kg. per centimetro quadrato, e la malta di cemento nelle proporzioni di 1 di cemento per 3 di sabbia, dopo 4 mesi dalla fabbricazione presenta la resistenza alla trazione di kg. 35 per centimetro quadrato.

Il cemento fabbricato colle loppe degli alti forni è eccellente nei lavori idraulici, e mentre compete per la qualità coi migliori cementi Portland, è sensibilmente meno costoso di questi.

Le officine di Vitry fabbricano poi anche mattoni di analoga composizione, che sono molto apprezzati per la esecuzione di murature di fondazione e per pavimenti, e fanno anche tubi di cemento.

(Dal *Bollettino della Società degli Ingegneri, Roma*).

Applicazioni del gas acetilene. — In Francia vi sono già due esperimenti ben riusciti di illuminazione di vagoni ferroviari e di carrozze di tram.

La Compagnia Paris-Lyon-Méditerranée, che aveva cominciato qualche prova fino dall'agosto passato, si è decisa per un apparecchio che comprime il gas alla pressione di 7 chilogrammi, col quale si riempiono serbatoi per 70 ore di luce; questi serbatoi vengono collocati al di sotto dei vagoni.

Due vagoni-salon, che facevano parte del treno presidenziale in occasione del recente viaggio a Nizza, furono illuminati così all'acetilene, con becchi Manchester ad efflusso debolissimo, che, con un consumo di 11 a 12 litri l'ora, davano una luce uguale almeno a 1 1/2 *carcel* (11 candele). La luce era bella per bianchezza e splendore ed assolutamente fissa. Non si ebbe inconveniente di sorta, ed il sistema fu unanimemente giudicato preferibile all'illuminazione elettrica per incandescenza.

La Compagnia Paris-Lyon-Méditerranée, che ha 3000 vagoni illuminati con gas-ricco (di schisti bituminosi), del quale si consumano in ogni vettura 25 litri l'ora, colla spesa di cent. 1 1/2 (L. 0,65 al metro cubo), si prepara a sostituirvi il gas acetilene, che dà la medesima luce con 12 litri. Presentemente in Francia si ha una tonnellata di carburo per L. 450; ciò corrisponde a L. 150 per metro cubo di gas, ossia a cent. 1,8 per ora e per vagone. Ma appena il consumo su grande scala moltiplicherà la produzione del carburo e la concorrenza, è indubitabile che il prezzo dovrà diminuire notevolmente. Dalla grande officina che si sta preparando alle cascate del Niagara, capace di 10 a 15 tonnellate il giorno, è promesso il prezzo del carburo ad un prezzo incredibilmente basso. Anche ammettendo che vi sia esagerazione, è certo però che i prezzi attuali di 350 e di 400 franchi devono scendere assai.

La Compagnia Tramways di Parigi (Senna) ha provato l'acetilene in una vettura in altro modo. Sotto i gradini della piattaforma posteriore è preparato un piccolo generatore, dove il carburo si trasforma in acetilene: una canalizzazione ermetica, con chiusura idraulica, adduce il gas, spinto dalla debole pressione di 13 centimetri d'acqua fino alle lampade.

La lampada esterna è della forza di mezzo *carcel* (4 candele) e consuma non più di 4 litri: quella interna è a farfalla, corrisponde a diversi *carceis* e permette di leggere bene in tutti i punti della carrozza.

Il generatore, quantunque piccolo tanto da poter capire sotto ai gradini, una volta caricato, produce lentamente più di un metro cubo di gas: la produzione è interrotta dalla pressione stessa del gas se eccedente, sicché avviene soltanto a seconda del consumo.

Quando si confronta questo sistema con quello d'illuminazione elettrica ad accumulatori, quando si rileva che v'è risparmio di ben 112 chilogrammi di peso trasportato, e si evitano tutti gli inconvenienti della manipolazione e delle sfuggite dell'acido solforico, non si può che essere lieti della notevole convenienza dell'acetilene anche generato nelle stesse carrozze.

A New-York si insiste invece sull'opportunità dell'acetilene preparato liquido e distribuito entro serbatoi, che si applicano a lampade speciali.

Un tubo cilindrico del diametro di 20 cm. per 1.20 di lunghezza, contiene tanto gas da illuminare per tre mesi d'inverno un ambiente di 3 x 4 metri e d'altezza ordinaria.

Piccoli cilindri del diametro di 10 cm. e 17 cm. di lunghezza, preparati per essere introdotti nel serbatoio di lucerne apposite, darebbero 30 ore di luce pari a quella di tre becchi *Carcel* a gas ordinario.

Sarebbero già in uso in molte famiglie, e specialmente per l'illuminazione delle carrozze, dei velocipedi, dei fanali di locomotive, di boe galleggianti, ecc.

(Dal *Bollettino delle Finanze*).

BIBLIOGRAFIA

I.

Corsi d'acqua della Valtellina. — Dati idrografici rilevati dalla Sezione speciale del Genio Civile di Sondrio per lo studio dei torrenti. — Op. in-8° grande di pagine 187 con una *carta idrografica* della provincia di Sondrio nella scala di 1 a 175,000. — Sondrio, 1876. — Prezzo: L. 5.

« La Sezione speciale, istituita nel 1889, per lo studio dei torrenti della Valtellina ha raccolto una serie di dati assai importanti, che furono gentilmente comunicati alla provincia di Sondrio dal locale Ufficio del Genio Civile, in seguito ad autorizzazione del Ministero dei Lavori Pubblici.

« La Deputazione provinciale credette opportuno concorrere coll'editore Emilio Quadrio a rendere questi elementi di pubblica ragione, nella certezza che essi possano essere utilmente consultati da quanti s'interessano della scienza idrografica e dell'avvenire industriale del nostro paese, poichè si tratta di corsi d'acqua finora non utilizzati affatto o solo in piccolissima parte.

« La carta aggiunta al volume dà un'idea topografica e idrografica della regione. I dati furono riordinati dall'ing. Carlo Valentini che ha diretta la sunnominata Sezione ».

Questa è la prefazione del libro, il quale consta di ben 66 quadri numerici, tanti quanti sono i fiumi e torrenti che per mezzo dell'Adda o del Mera portano le loro acque al lago di Como.

Ed ogni quadro è una completa monografia del corso d'acqua che si considera, prendendosi per ogni tronco dall'origine allo sbocco a registrare: la lunghezza, la caduta totale e la pendenza unitaria — la lunghezza media della valle ed il pendio trasversale di ciascuno dei due versanti — le portate minima, normale e massima — la superficie del bacino colante — la grossezza massima, minima e media del materiale che si trova nell'alveo — la natura del fondo e delle rive.

Non è a dire con quanta cura e precisione debba essere stato condotto l'improbabile lavoro, tanto più che fu diretto dall'ing. Valentini, ben noto ai lettori per alcune importanti pubblicazioni sulla sistemazione dei corsi d'acqua, tra cui quella importantissima sul profilo di compensazione nella sistemazione dell'alveo di sei fiumi e torrenti.

Le pendenze, dice una breve nota in principio del libro, furono rilevate colla maggior precisione a mezzo di livello a cannocchiale pei fiumi Adda e Mera, e con accurate livellazioni barometriche per tutti i torrenti. Le portate di magra e normali furono determinate con misure dirette, eseguite mediante un livello e galleggianti pei fiumi Adda e Mera, e a mezzo di galleggianti e stramazzi per tutti i torrenti. Quelle di piena furono calcolate in base alla quantità massima di pioggia che può cadere sulla superficie del bacino inbrifero, tenendo conto però dell'assorbimento, ove il suolo è permeabile, e dell'azione moderatrice esercitata dai ghiacciai, dai laghi, dai tratti a dolce declivio e dai boschi.

Si desume pure da questa pubblicazione quanto sia ricca di forze idrauliche la Valtellina.

Solamente lungo il fiume Adda, dalla foce del lago di Como salendo fino a Tirano, sarebbero disponibili oltre 40 mila cavalli-vapore calcolati pure sulla minima portata delle magre. Lungo il fiume Mera, dal confine svizzero al ponte di Sumolaco, sarebbero disponibili oltre 6 mila cavalli. Lungo i vari torrenti principali, limitatamente ai tratti in vicinanza alla loro foce nei fiumi Adda e Mera, si potrebbe disporre di non meno di altri 20 mila cavalli-vapore. Né deve passare inosservato il fatto di somma importanza per l'utilizzazione meccanica di dette forze idrauliche, che quelle minime portate non si riducono mai anche per eccezionali siccità, stantechè detti due fiumi e quasi tutti i torrenti provengono da ghiacciai perpetui costituenti immense riserve d'acqua accumulate sulle alte cime, riserve che d'estate forniscono acqua in tanta maggiore abbondanza quanto più grande è la siccità; ed anche d'inverno gli strati bassi dei ghiacciai, pel loro forte spessore, non risentono l'influenza dei periodi di freddo eccezionali.

Ben fecero adunque e la Provincia e l'Editore a rendere di pubblica ragione per comodità degli ingegneri e degli industriali una così importante e completa raccolta di elementi, la quale sarà utilissima, specialmente ora che si ha la possibilità di utilizzare e trasmettere economicamente le forze idrauliche delle alte vallate a beneficio delle industrie nei piani sottoposti.

G. SACHERI.

II.

Ing. ALBERTO PACCHIONI. — *Il carburo di calcio e la preparazione del gas acetilene.* — Op. in-8° di pag. 48 con tre figure. — Estr. dal *Politecnico*. Milano, 1896.

L'ingegnere Alberto Pacchioni di Firenze ha riassunto in una elaborata Memoria molti e interessanti dati teorici e pratici sul carburo di calcio e sul gas acetilene.

Ricordati anzitutto i diversi studi e tentativi fatti da molti insigni scienziati per rendere praticamente ottenibili i carburi degli alcali e delle terre alcaline, spiegato come accadde che Wilson scoprisse fortuitamente negli ultimi anni il mezzo economico di produrre il carburo di calcio e da esso l'acetilene, il Pacchioni riassume le diverse proprietà

del carburo di calcio e quindi i metodi di fabbricazione attuali, dovuti a Wilson, a Moissan ed a Borchers.

Riportando poi integralmente le analisi dei costi di fabbricazione pubblicate da Wyatt, Bredel, Wood, Vivian Lewes, l'ing. Pacchioni ne rileva la discordanza dei risultati e ne conclude: Attualmente sono in costruzione due impianti speciali e grandiosi per produrre il carbonio; uno a Leeds, in Inghilterra, per conto della The Acetylene Illuminating Co. Ltd. di Londra, dove i primi esperimenti sembra abbiano accertato il costo di produzione in L. 237.50 circa la tonnellata; l'altro in America, dove la Electric Gas Co. di New-York ha contratto a questo scopo 1000 cavalli di forza dalla Niagara Falls Power C. da portarsi poi a 5000. Dai prezzi che prateranno queste nuove fabbriche potremo allora dedurre con sicurezza il prezzo vero di costo del carburo.

Non seguiremo l'egregio autore nell'esposizione che fa delle diverse proprietà del gas acetilene, e segnatamente del suo grande potere illuminante, non che della sua poca applicabilità alla carburazione del gas ordinario.

Dal complesso di così pregevole lavoro traspare per altro qua e colà una quasi tendenza punto ottimista sull'avvenire del gas acetilene, e visibilmente rivolta a proteggere il gas di carbone. Ma come ognuno di leggeri comprenderà, allo stato attuale delle nostre conoscenze sarebbe grande imprudenza l'avventare qualsiasi giudizio al riguardo. Preferiamo invece associarci alle parole colle quali l'ing. Pacchioni termina la sua Memoria, che cioè: « Sia come sorgente di luce, sia come mezzo per ottenere altre materie prime importantissime nell'industria, l'acetilene è chiamato ad un grande avvenire, e si può senza esagerazione affermare che i progressi industriali che hanno reso possibile la produzione economica di questo gas, costituiscono una delle più preziose scoperte di questi ultimi tempi ».

G. S.

III.

Ing. EDMONDO DUBOSC. — *Catalogo illustrato del proprio Stabilimento meccanico.* — Sezione I: *Trasmissioni.* — Torino, 1896.

Nel comodo formato dei Manuali tascabili, in poco meno di 100 pagine, l'ing. Edmondo Dubosc, proprietario in Torino, via Guastalla, n. 5, di un importante stabilimento meccanico per la costruzione di macchine utensili per lavorare i metalli ed il legno, e di macchine per sperimentare la resistenza dei materiali, ha saputo raccogliere in una serie di tabelle numeriche, illustrate da figurine schematiche, le forme, le dimensioni principali ed i pesi dei diversi organi di trasmissione.

Lo scopo della pubblicazione è essenzialmente commerciale, in quanto le dimensioni ed i pesi si riferiscono naturalmente agli organi dei quali lo Stabilimento tiene i modelli; ma nondimeno essa offre il vantaggio, a chiunque avesse da impiantare trasmissioni, di determinarne da sé le dimensioni essenziali, e di formarsi un calcolo preventivo di massima della spesa.

Così il Catalogo contiene tabelle per determinare il diametro degli alberi, la lunghezza delle cinghie, il diametro ed il numero delle corde di canapa, le dimensioni di puleggie, volanti, ruote dentate, supporti, cuscinetti, giunti, e via dicendo, ed i modelli ai quali le dimensioni ed i pesi si riferiscono, giova il dirlo, sono delle migliori e più razionali forme.

La Sezione II di questo Catalogo, che è in corso di pubblicazione, riflette le macchine da filettare (impanatrici), e vi farà seguito la III dedicata alle fresatrici.

L'ing. Edmondo Dubosc non ha certamente bisogno de' nostri elogi, poichè è di quelli che sanno ed ha effettivamente saputo farsi strada da sé. Ma crediamo far cosa utile ai nostri lettori raccomandando ed il catalogo e lo Stabilimento.

G. S.

Sono inoltre pervenute in dono alla Direzione dai loro Autori od Editori le seguenti pubblicazioni:

— Sulle acque del sottosuolo a nord-est di Milano. Nota dell'ingegnere Carlo Valentini. — Op. in-8° di pag. 15, con 3 tavole e 5 tabelle. — Estratto dal periodico *Il Politecnico*. — Milano, 1895.

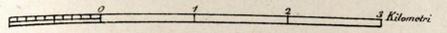
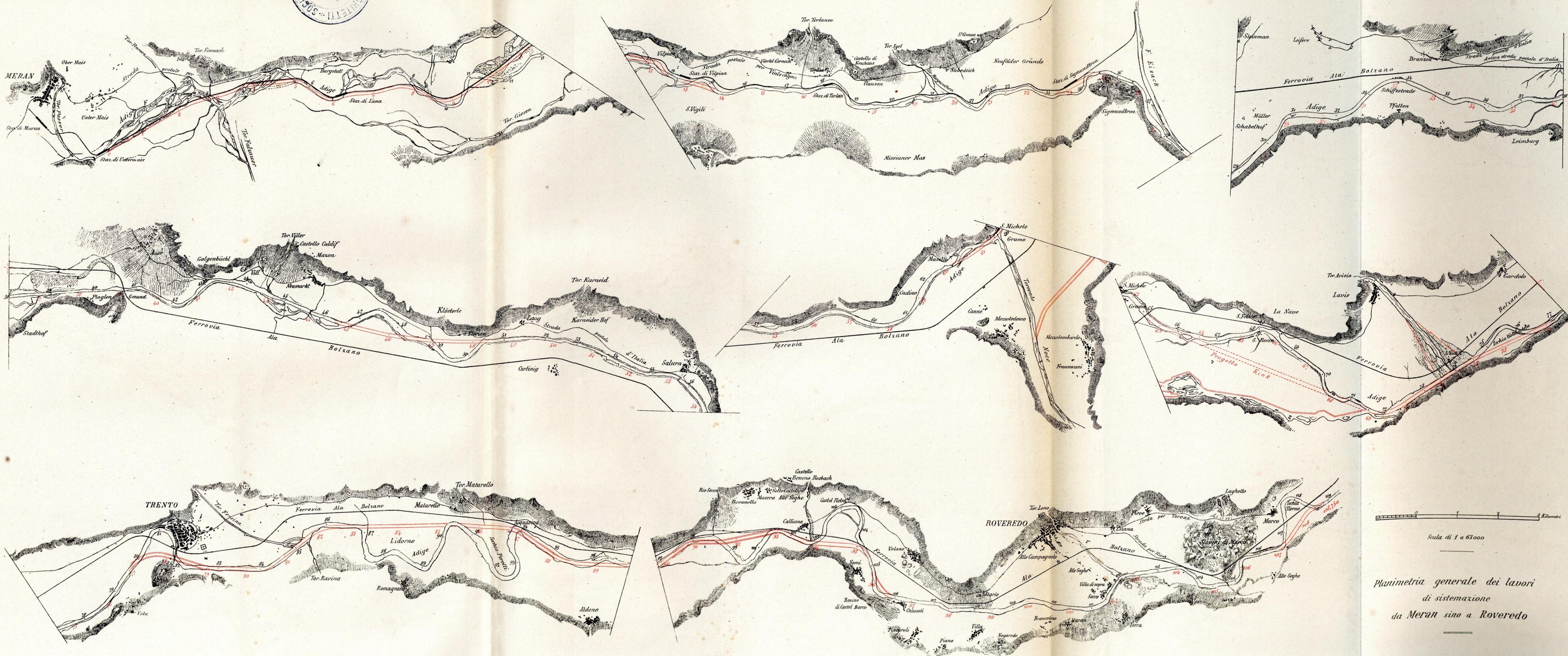
— Auto-interruttore idraulico, ossia valvola di sicurezza automatica per l'arresto dell'effluo dai condotti idraulici forzati nei casi di brusca rottura dei tubi. Privativa industriale dell'ing. Nicola De Simone, Direttore Arch. della R. Casa, Firenze.

— La radiazione di Röntgen con tubi di Hittorf ad idrogeno rarefatto. Nota di Riccardo Arnò. — Op. in-8° di pag. 4. — Estratto dagli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino.

— Ugo Ancona. — Curva caratteristica dei regolatori a pendolo centrifugo verticale. — Op. in-8° di pag. 20, con una tavola. — Estratto dal periodico *Il Politecnico*. — Milano, 1896.

— Società Anonima Canavese per la strada ferrata Torino-Ciriè-Lanzo. — Relazione del Consiglio d'Amministrazione sull'esercizio 1895. Documenti statistici delle spese e dei proventi, diagrammi dei prodotti lordi nel triennio 1893-95. — Torino, 1896.

— Programma della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri annessa all'Università di Padova per l'anno scolastico 1895-96.



Scala di 1 a 63000

Planimetria generale dei lavori di sistemazione da Meran sino a Roveredo

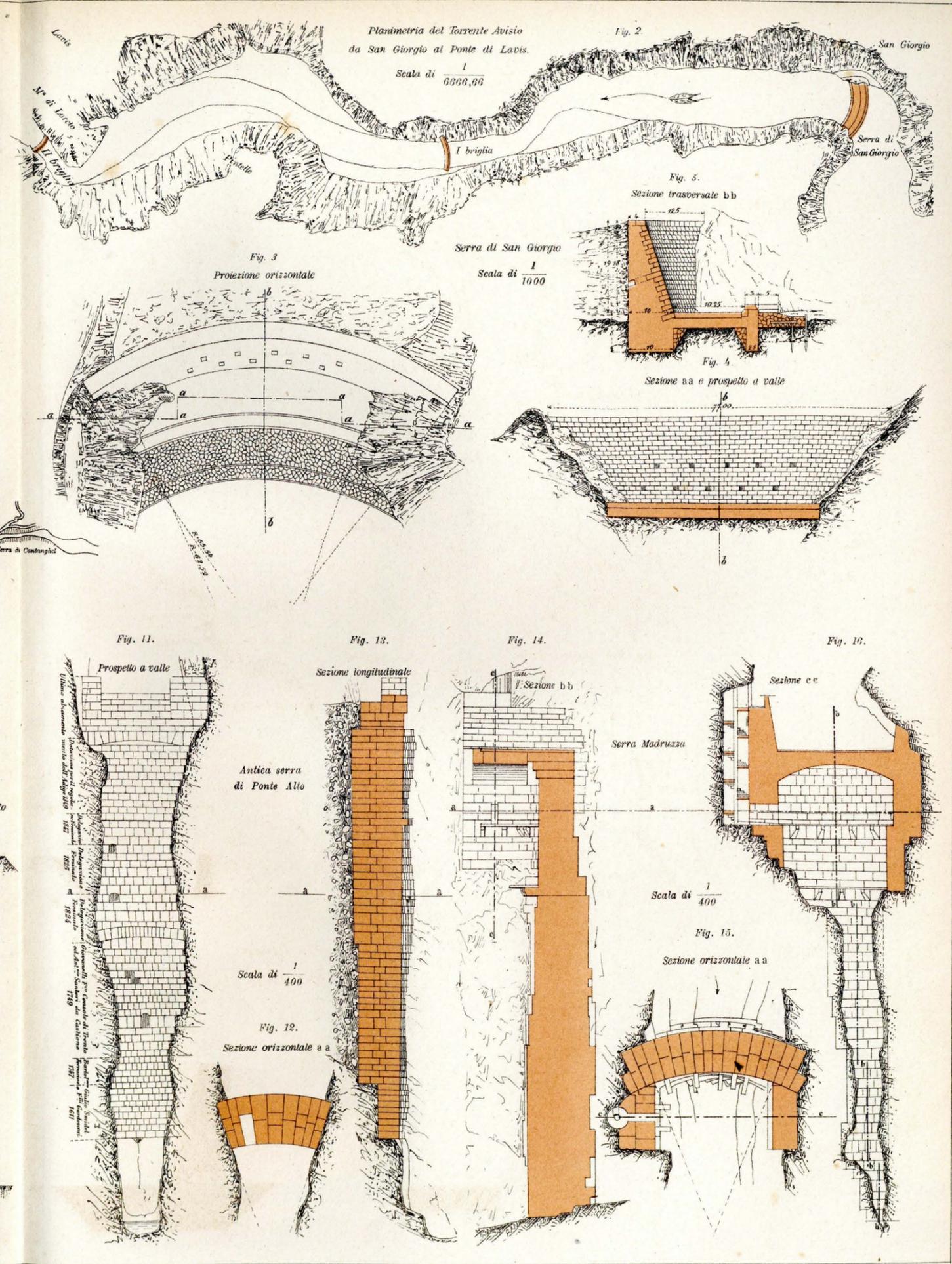
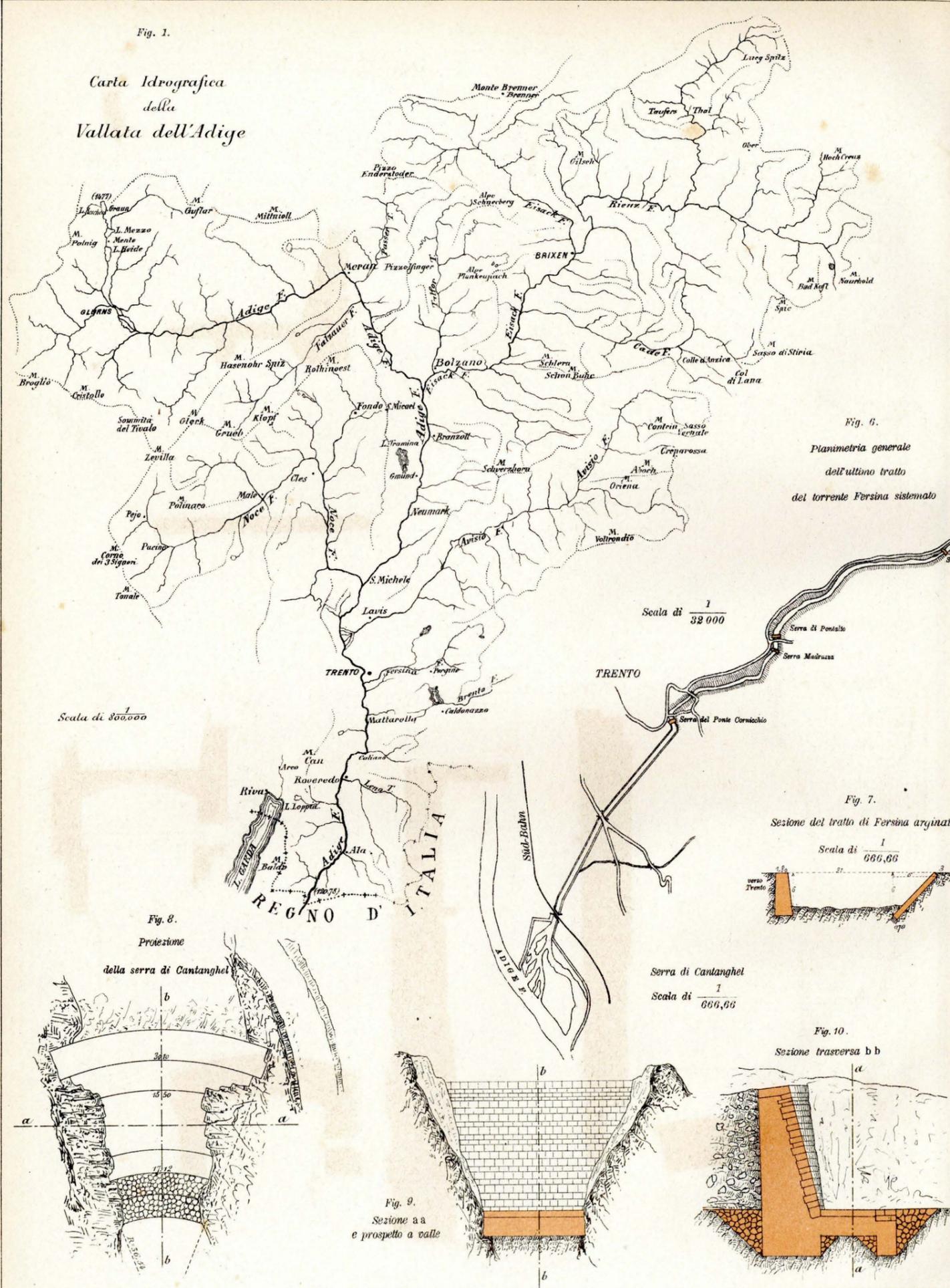


Fig. 4. — Sezione trasversale tipo della sistemazione dell'Adige.



Fig. 3. — Profilo longitudinale dell' Adige da Merano al mare.

Le altezze sono in piedi viennesi - 0.316 m
Le distanze e le pendenze in Klafter - 1.896 m

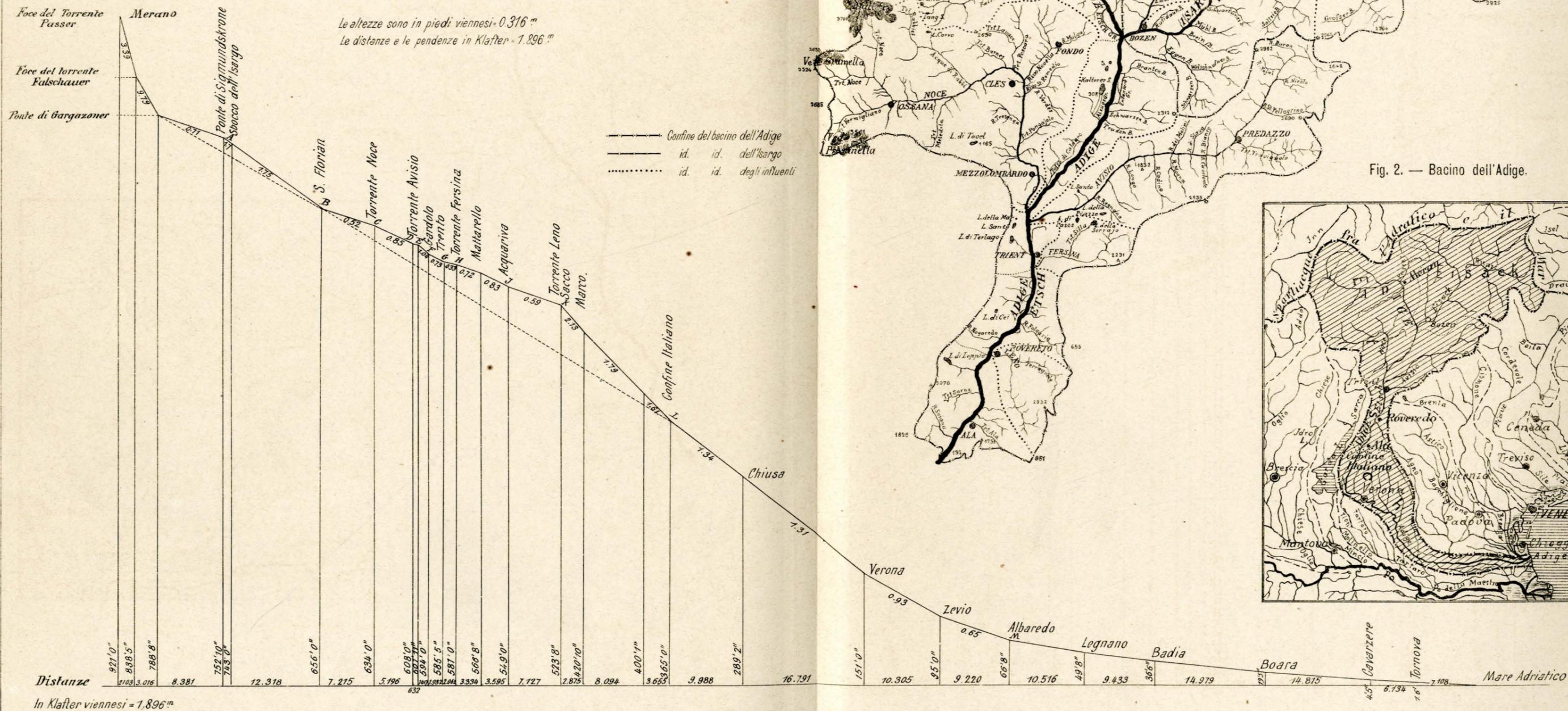


Fig. 1. — Idrografia dell'Adige dalle sorgenti al Confine Italiano.

Scala da 1-833332

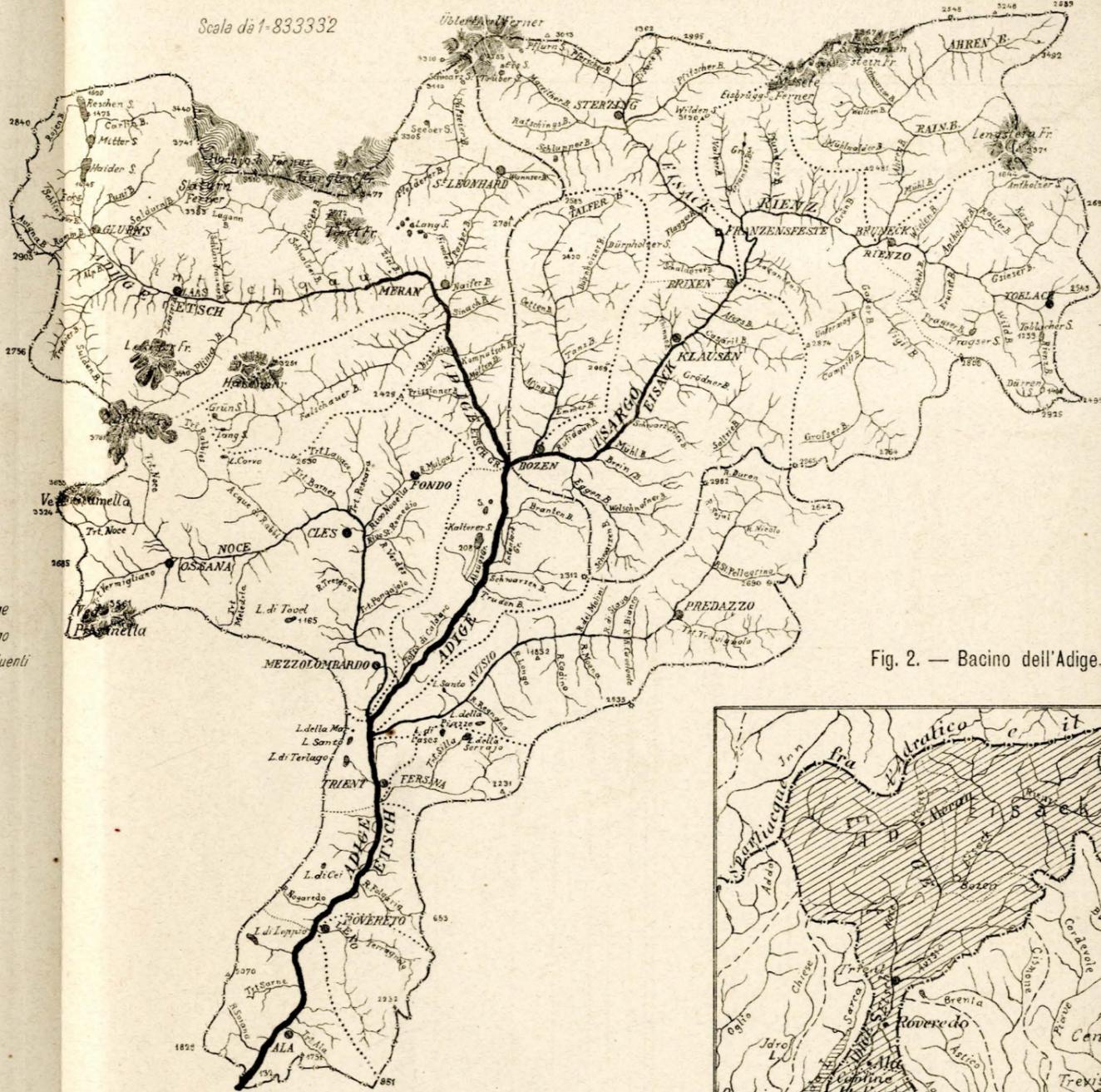


Fig. 2. — Bacino dell'Adige.

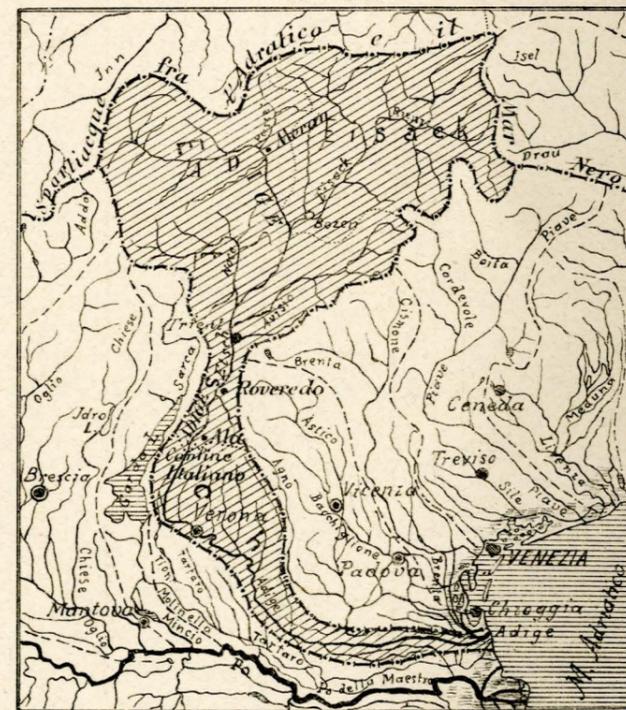


Fig. 1. - Valle del Fersina. - Topografia a monte della serra di Cantanghel.

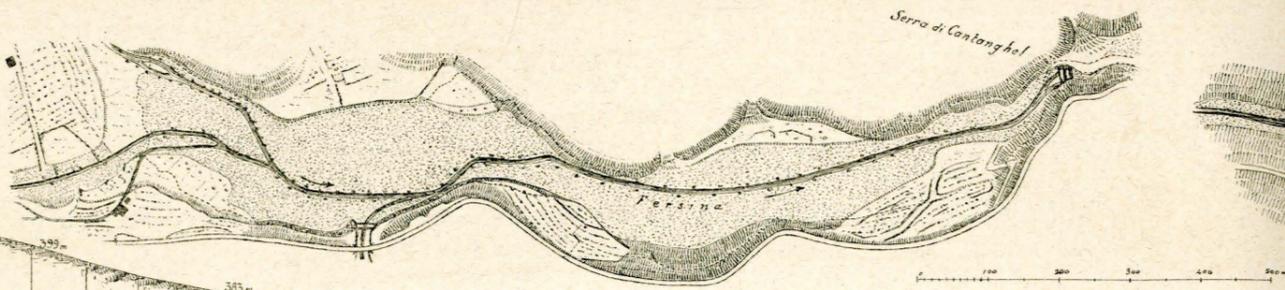


Fig. 2. - Topografia delle serre di Pontalto e Madruzzo.

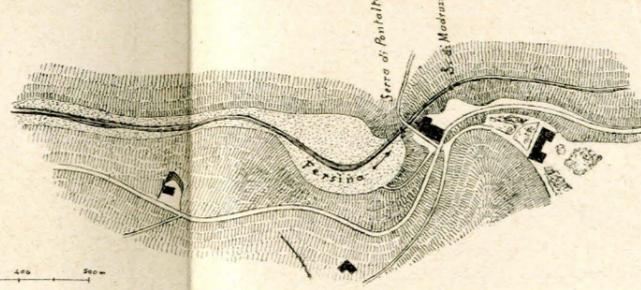


Fig. 4. - Sezione longitudinale tra la serra di Pontalto e quella di Madruzzo

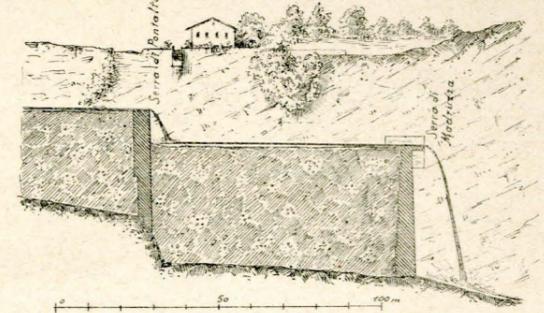


Fig. 3. - Profilo longitudinale della Valle del Fersina e relative serre.

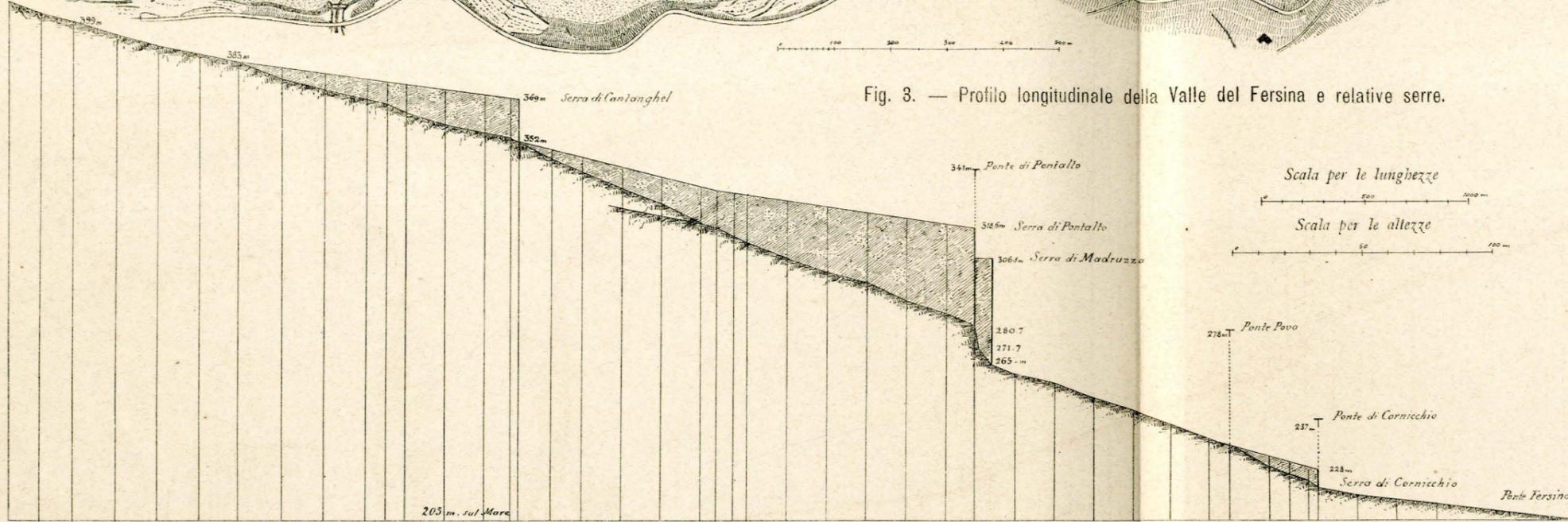


Fig. 7 a 10. - Serra di Pontalto: Prospetto a valle, sezione trasversale e piante.

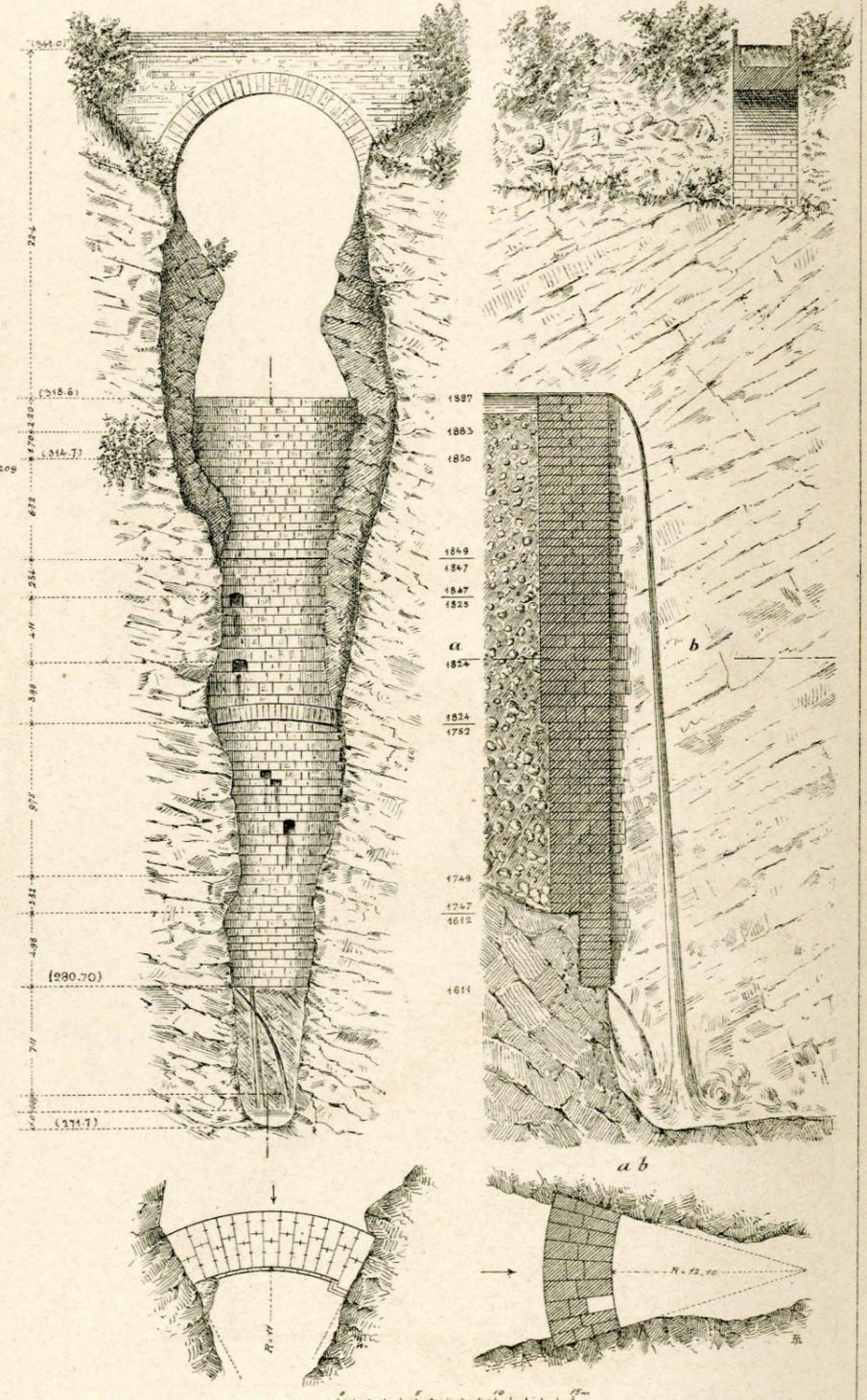


Fig. 5 e 6. - Serra di Cantanghel: Planimetria e sezione trasversale.

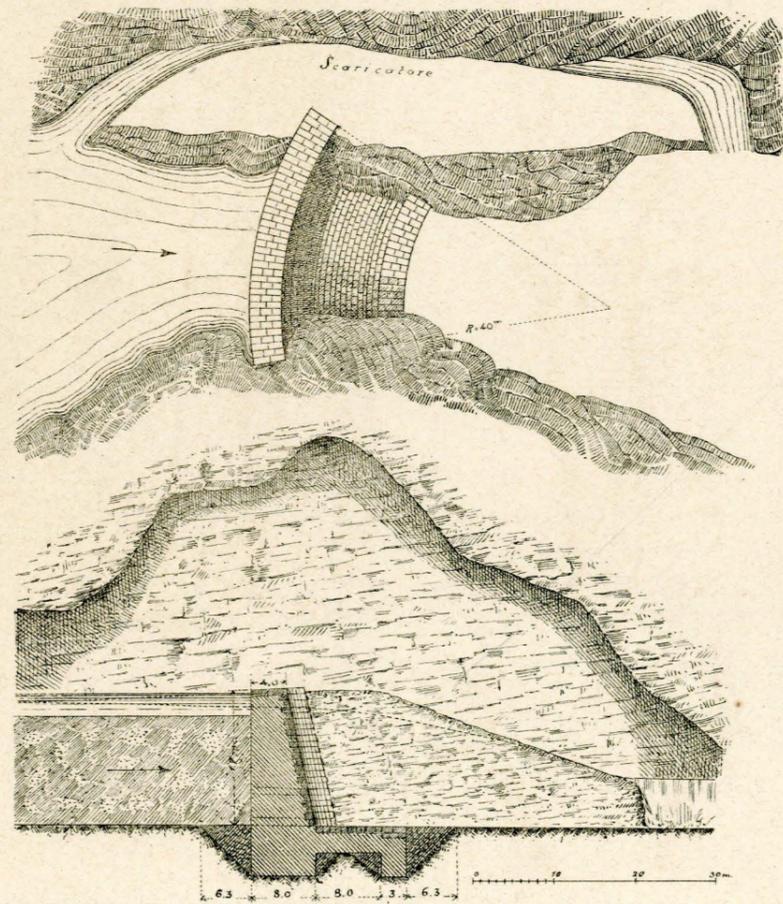


Fig. 11 a 15. - Serra Madruzzo: Prospetto a valle, sezione trasversale e piante.

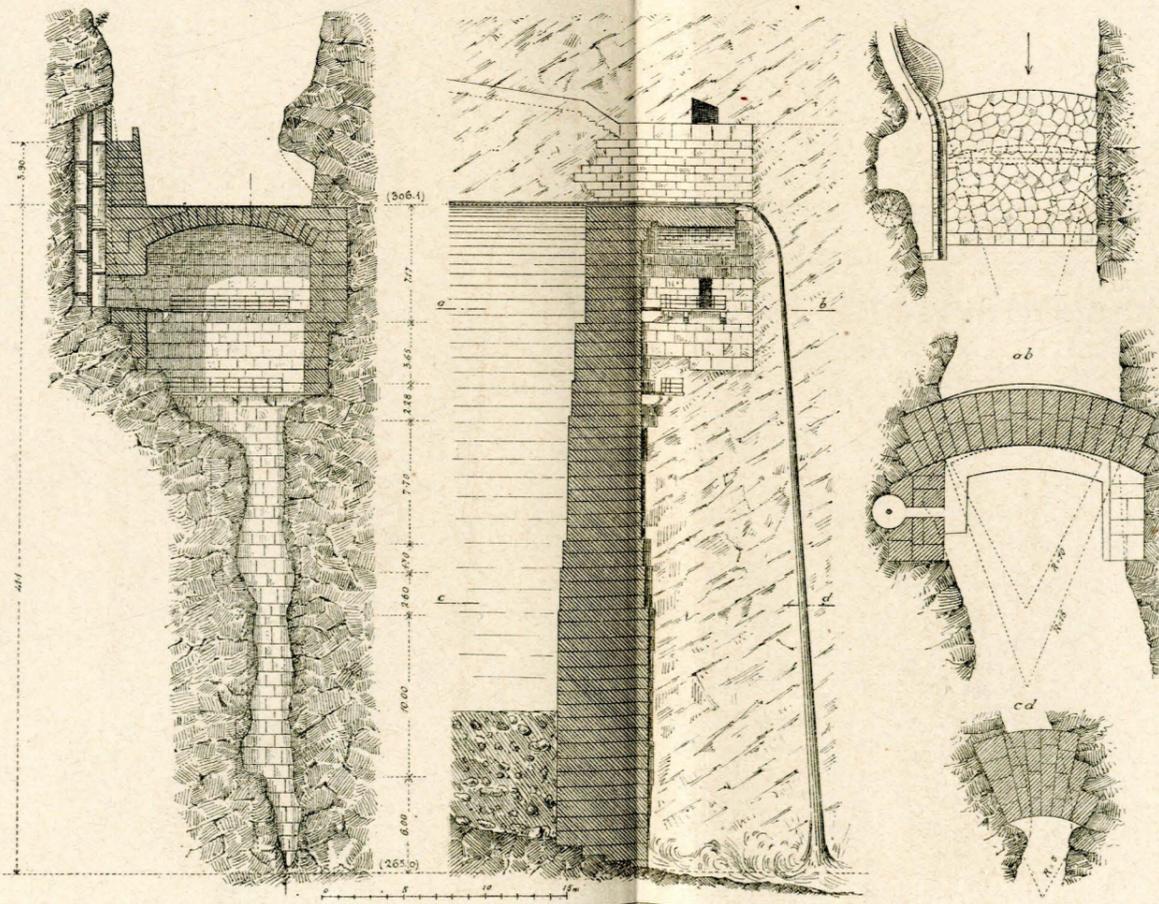


Fig. 1 a 6. — Ricostruzione della serra di S. Giorgio.

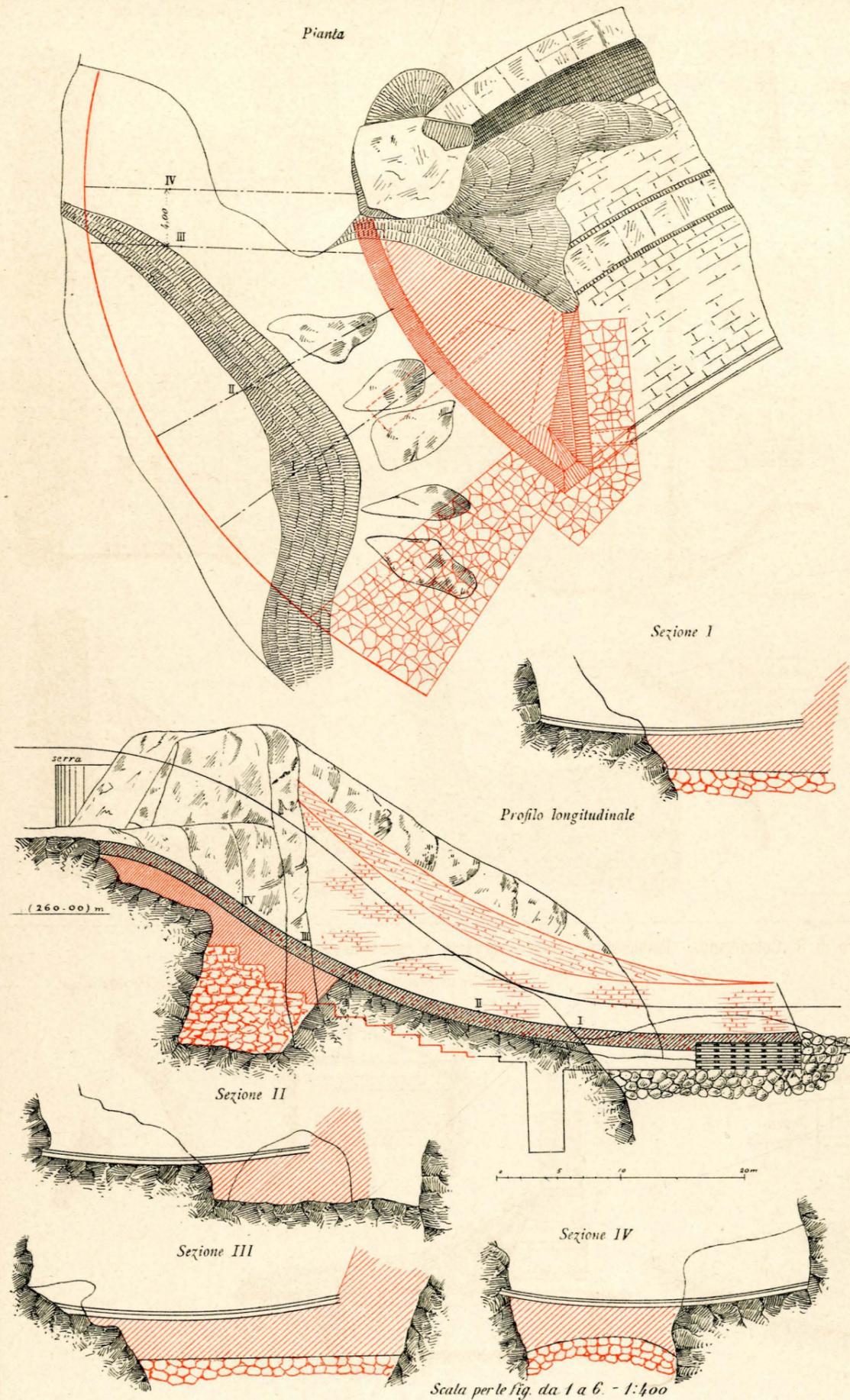


Fig. 7 a 14. — Serra di Terragnolo. - Planimetria, spaccati e prospetto. Sezioni del canale scaricatore.

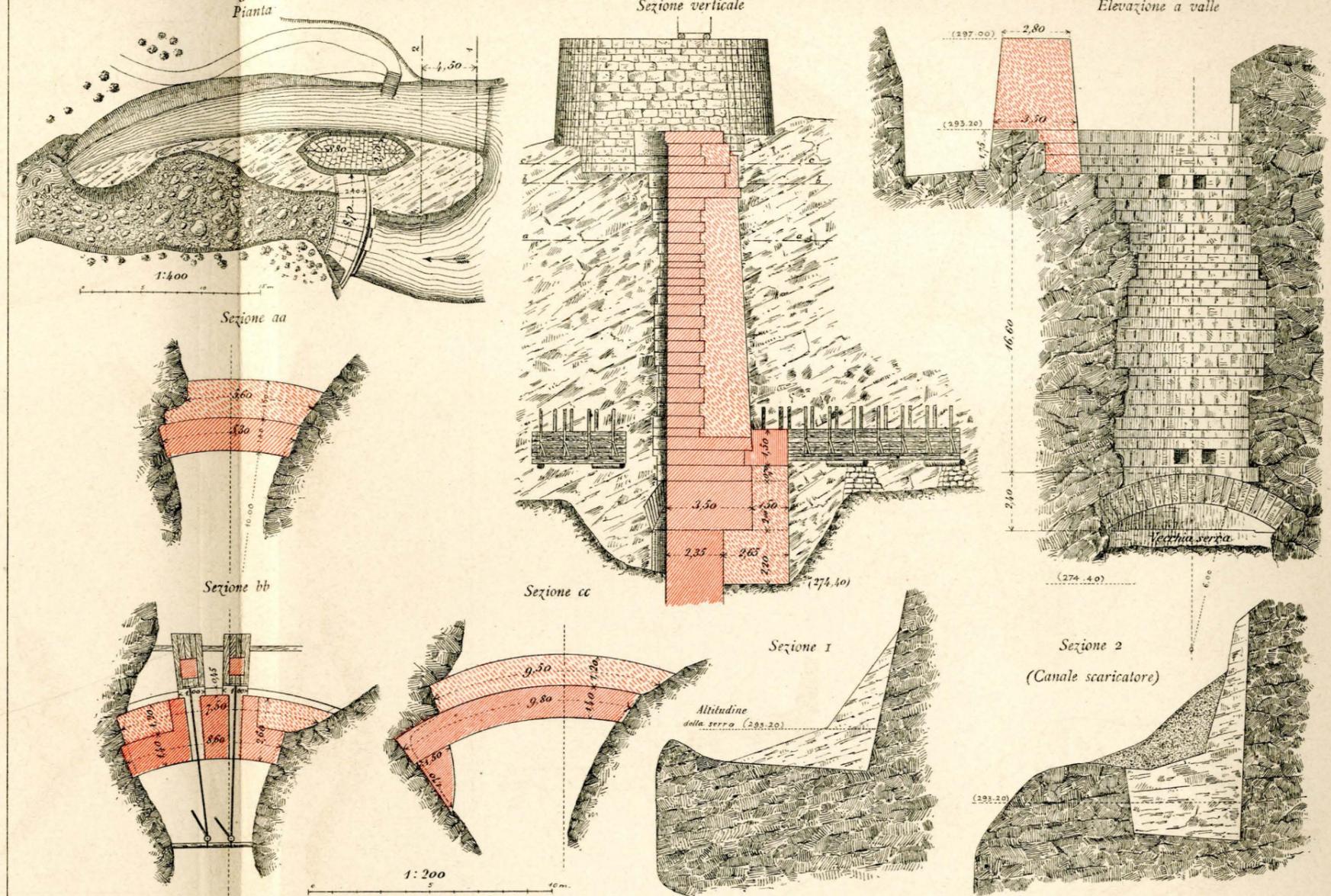


Fig. 15 a 18. — Serra di S. Colombano. - Planimetria, sezione verticale e canali deviatori.

