

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

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

È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

IDRAULICA FLUVIALE

LA SISTEMAZIONE DEL TEVERE URBANO, I SUOI MURAGLIONI E L'ISOLA TIBERINA

(Veggansi le Tavole XIV e XV)

(Continuazione e fine)

III. — LE ACQUE FREATICHE.

Nessuna variazione pregiudizievole al regime per effetto dei muraglioni. — Non appena venne iniziata la costruzione dei muraglioni del Tevere, erasi diffuso tra la popolazione di Roma il timore che le acque sotterranee, impedito nel loro libero e naturale deflusso attraverso le sponde del fiume, potessero innalzarsi notevolmente, cagionando altresì eventuali allagazioni, perniciosissime nei riguardi dell'igiene.

La Società stessa degli Ingegneri, residente in Roma, erasene interessata, ed una speciale Commissione, da essa nominata nel 1890, dopo numerose osservazioni ebbe a concludere che la grande opera della sistemazione urbana del Tevere, già condotta assai innanzi, non aveva modificato in modo apprezzabile il livello delle acque sotterranee; che il suo compimento non poteva condurre a risultati diversi.

Dopo dieci anni da quella data, il muraglione sinistro, dalla cui parte si ha il maggior contributo d'acqua, è compiuto; del muraglione destro mancano soltanto 333 metri da San Giovanni dei Fiorentini a San Giacomo alla Lungara, appaltati all'Impresa cav. Domenico Vitali per contratto 11 dicembre 1899; e fortunatamente le acque freatiche continuano, come prima, a defluire, almeno per la massima parte, a valle della città, e la presenza dei muraglioni non ha prodotto alcun mutamento sensibile nel loro regime.

Mancano osservazioni in tutti i punti essenziali, per poter dire con sicurezza quale sia dovunque questo regime, ossia quale l'altezza delle acque freatiche a tergo dei muraglioni in rapporto colle altezze dell'acqua nel fiume.

Dagli studi di apposita Commissione nominata dal Ministero dei Lavori pubblici nel 1893 per lo studio delle condizioni di stabilità delle fondazioni per il Palazzo di Giustizia, essendosi per diversi mesi osservato il pelo d'acqua di cinque pozzi praticati intorno e dentro a quel Palazzo, in confronto colle altezze idrometriche del Tevere, era risultato che nei Prati di Castello le acque sotterranee hanno un movimento lentissimo, insufficiente ad esportare o a smuovere i granellini di sabbia attraverso la quale filtrano; che il livello nei pozzi aumenta bensì quando havvi una escrescenza nel fiume, ma l'aumento avviene con diverse ore di ritardo, nè raggiunge l'altezza massima verificatasi nel recipiente. Anche la diminuzione è assai meno rapida che nel fiume, e l'acqua nei pozzi ha tendenza a mantenersi ad un livello

alquanto superiore a quello che ha il Tevere in magra. Ad ogni modo, le succitate osservazioni portano a concludere che per quel tratto di lungotevere di circa 200 metri di lunghezza, che corrisponde alla fronte del Palazzo di Giustizia, nessuna apprezzabile comunicazione diretta ha luogo tra le acque esistenti dietro il muraglione e quelle che scorrono nel fiume.

Ma le susede deduzioni potranno senz'altro estendersi a tutti gli altri lungotevere in gran parte già costruiti e la cui lunghezza complessiva misurerà, ad opera compiuta, poco meno di nove chilometri?

Per rispondere con sicurezza mancano, è vero, analoghe osservazioni in tutti gli altri punti del sottosuolo di Roma; tuttavia la Commissione d'inchiesta, o, per dir meglio, la terza Sotto-Commissione, nominata per lo studio delle acque freatiche, poté avere dall'ingegnere Giuseppe Fornari comunicazione di osservazioni fatte in un punto specialissimo del sottosuolo, dove presentasi una vera anomalia, ossia presso il lungotevere della Farnesina, nel tratto compreso fra la chiesa di San Giacomo alla Lungara e ponte Sisto. Da numerose osservazioni iniziate nel 1877 e sospese nel 1881, ma poi regolarmente riprese nel maggio del 1899 e che tuttora continuano, è risultato esistere in quella plaga un vero bacino di riserva sotterraneo, nel quale l'acqua si mantiene quasi costantemente ad un livello variabile fra 10 ed 11 metri al disopra dello zero di Ripetta, secondo la maggiore o minore distanza dei pozzi dal fiume. Si riscontrò inoltre che quelle acque non risentivano effetti sensibili dall'azione delle piene, a meno che queste giungessero a tale altezza da soverchiare il ciglio superiore delle sponde. Per le condizioni specialissime di quel sottosuolo, nel quale i ruderi di antiche costruzioni pare funzionino da dighe di ritegno e raccolgano le acque di disperdimento di alcune di quelle sorgenti tanto frequenti, così nella campagna romana come nell'area occupata dalla città, il deflusso non deve verificarsi a valle della città, come avviene delle altre acque freatiche poste in condizioni normali, ma deve farsi in diversi punti della sponda destra del Tevere fra il ponte Sisto ed il ponte Garibaldi. Nulla di meno, e questo importa osservare, dopo la costruzione dei muraglioni, la condizione delle acque freatiche di quella località rimase pressochè invariata.

Dalle quali osservazioni la Sotto-Commissione ha creduto di poter trarre la conclusione che in via generale l'altezza delle acque freatiche dietro i muraglioni debba, nelle magre, corrispondere all'incirca a quella dell'acqua nel fiume; che durante le piene il livello s'innalza sì dall'una che dall'altra parte, essendo però più lento il movimento di ascesa dietro il muraglione, dove è pure meno rapido quello di discesa, per modo che nel periodo di decrescenza delle piene si ha dietro il muraglione un'altezza d'acqua superiore a quella del recipiente. Che alla Farnesina, per le condizioni speciali di quella località, si verifica, nei periodi di magra, una differenza costante di 5 a 6 metri tra il pelo del fiume e quello

delle acque freatiche, e si ritiene che questa differenza rappresenti un massimo, non risultando dai dati, di cui si è potuto disporre, che dessa sia mai stata superata, durante la decrescenza di qualsiasi piena, nè ivi nè altrove.

*

Nessuna pregiudizievole azione delle acque freatiche sul regime di piena del Tevere e sulla sicurezza delle fondazioni dei muraglioni. — La Commissione giustamente ritiene trascurabile, tanto nei periodi di magra, quanto in quelli di piena, l'azione delle acque freatiche sul regime del fiume, poichè, se le acque che circolano nel sottosuolo di Roma sono relativamente abbondanti, pure il loro volume rappresenta una piccolissima frazione di quella dell'acqua che scorre nel fiume, specialmente nei periodi di piena; tanto più che il deflusso delle acque sotterranee deve in buona parte avvenire, come si è osservato, a valle della città, e deve probabilmente ripartirsi sopra una certa lunghezza delle sponde del fiume.

In quanto poi all'azione delle acque freatiche sulle fondazioni dei muraglioni, mentre rimane esclusa nei periodi di magra l'esistenza di dirette comunicazioni al disotto delle fondazioni dei muraglioni tra le acque freatiche e quelle scorrenti nel Tevere: mentre non abbiamo difficoltà ad ammettere colla Commissione che nelle crescenze ordinarie del fiume, l'acqua, innalzandosi tanto nell'alveo, quanto nel terreno circostante, non abbiano a verificarsi pregiudizievole filtrazioni al disotto delle fondazioni dei muraglioni, neppure durante i periodi di decrescenza di tali piene; non crediamo esatissima la conclusione della Commissione per il caso di piene straordinarie, nelle quali il Tevere, escavando il fondo dell'alveo, lo abbassi fino al piano delle fondazioni dei muraglioni ed anche al disotto. « In tempo di piena, dice la Relazione, siccome il massimo escavo ha luogo simultaneamente alle maggiori altezze, e siccome in questo periodo le acque del fiume e le freatiche quasi si equilibrano, così anche nel periodo stesso le fondazioni non riceveranno alcun danno da queste ultime ». Conclusione, a parer nostro, alquanto assoluta ed arrischiata, poichè l'adatto equilibrio non può sussistere, avendosi dal lato interno dei muraglioni le acque freatiche in uno stato di quasi riposo, e dal lato esterno le acque correnti con velocità dovuta alla loro altezza. Onde al disotto delle fondazioni, e per il ben noto fenomeno idraulico della comunicazione laterale del moto, che vediamo pure utilizzato in alcuni moderni apparecchi di esaurimento, potrà manifestarsi benissimo il richiamo delle acque freatiche in riposo, e con tale forza da trascinarsi con esse anche le sabbie, ed aumentare così la voragine.

Il fatto stesso, dalla Commissione minutamente descritto nella sua Relazione, dell'avvallamento del terrapieno avvenuto quasi contemporaneamente al colmo della piena, vicino alla scala a monte di ponte Cestio, e delle successive depressioni fra i ponti Garibaldi e Cestio « indicano in modo concreto, così la Relazione, che lo scalzamento di fondo sul davanti del muro aveva già raggiunto una profondità inferiore alla sua base, e che al disotto delle fondazioni erasi aperto un varco, una voragine attraverso la quale la terra retrostante scoscedeva, andando a finire nel fiume, dove la corrente subito trasportava altrove ».

Feritoie d'ingresso nei collettori. — Sebbene la Commissione si fosse persuasa che nulla havvi a temere per la stabilità dei muraglioni dalle acque che circolano nel sottosuolo di Roma, pure, in seguito della visita fatta al collettore della Farnesina, credette opportuno che sia facilitato l'ac-

cesso delle acque del sottosuolo nei collettori, e votava all'unanimità il seguente ordine del giorno, proposto dal maggiore Imperatori, ed appoggiato dall'ispettore Maganzini: « La Commissione è di parere che, allo scopo di convogliare nei collettori le acque d'infiltrazione dei rinterri soprastanti, in prossimità dei muraglioni, si debba formare nelle volte dei collettori stessi, ed al disopra della linea di loro massima piena, delle feritoie con drenaggio esterno ».

Del quale provvedimento, che trovasi applicato in altri simili casi all'estero, e che sarebbe specialmente indicato nel tronco in costruzione alla Farnesina, converrà per altro far uso con qualche circospezione, perchè, troppo generalizzato, potrebbe determinare il movimento in senso trasversale delle acque freatiche che attualmente scendono parallelamente al fiume, e rendere in talune circostanze i collettori stessi insufficienti allo smaltimento di tutte le acque.

IV. — LE RESPONSABILITÀ.

Il compito della Commissione d'inchiesta, per quanto poteva riguardare le responsabilità, era nettamente definito e bene limitato dal decreto di nomina: « Accertare le eventuali responsabilità, sia del personale che ebbe parte nello studio, nella compilazione e nell'esecuzione dei relativi progetti d'arte, quanto delle Imprese costruttrici ».

Da quanto abbiamo avuto l'occasione di esporre nei precedenti capitoli, e che qui non occorre ripetere, i lettori hanno potuto farsi da loro stessi idee precise su questa questione della responsabilità, e convenire interamente sulla conclusione negativa della Commissione, che cioè, essendo emerso chiaramente come i lavori siano stati condotti a perfetta regola d'arte, e come i danni si debbano ascrivere unicamente a scalzamento d'alveo dovuto ad insufficienza di fondazione, non compensata da alcun presidio, « sia da escludersi qualsiasi *responsabilità personale*, tanto nello studio, nella compilazione e nell'esecuzione dei relativi progetti, quanto da parte delle Imprese ».

L'errore dunque era di concetto, ed il fallo è stato di tutti e di nessuno: avvegnachè le proposte ed i progetti studiati prima dall'Ufficio speciale del Tevere, che fu sempre diretto da ingegneri capacissimi e diligentissimi, erano assoggettati all'esame della Commissione di vigilanza prima, e del Consiglio Superiore poi; nè divenivano esecutivi se non dopo accettati, o modificati, o corretti, secondo i voti di cotesti autorevoli Consessi.

Così stando le cose, la Commissione d'inchiesta fece pure benissimo a concludere che, di fronte a *responsabilità collettive*, quali potevano risultare dall'esame dei fatti enunciati, « non era il caso di fare ulteriori indagini, che non approdrebbero ad alcun risultato ».

Essa non tralasciò per altro di andare alla ricerca delle circostanze attenuanti. L'Ufficio speciale del Tevere, « appunto per l'esperienza continua dell'indole mobile e insidiosa del fiume, si mostrò sempre più convinto della necessità di tutelare la stabilità dei muri di sponda con le maggiori profondità. Ma quali dovessero essere tali profondità non era sospettato in generale da alcuno. Quando il Tevere era libero di uscire dal suo letto e di espandersi senza essere costretto a scavare profondi gorgi per crearsi più ampia sezione, non esistevano i pericoli nati in seguito, dal contenimento delle piene entro sponde murate; e perciò, non essendo allora a temere grandi abbassamenti del fondo, le pile dei ponti potevano scendere a pochi metri soltanto. La persuasione che avessero a bastare fondazioni moderate era quasi universale, anche presso i tecnici più competenti ».

Non abbiamo mai avuta la pretesa di trovarci tra i tecnici più competenti; e neppure ci tange il noto adagio

dal Relatore della Commissione opportunamente ricordato: « del senno di poi son piene le fosse ». Poichè, fino dal 1876 (1), ed a proposito della Relazione sul Progetto di legge per la prima serie dei lavori di sistemazione del Tevere, noi dicevamo a pagina 39: « Ritengasi infine per fermo che *l'adottare un buon principio non basta*, e che nel tradurlo in atto non bisogna lasciarsi circondare da condizioni le quali ne possono, sotto lusinghiere e sempre vane apparenze, alterare completamente la sostanza. E tale appunto sarebbe, a parer nostro, la condizione di limitare al Tevere quella maggiore larghezza che gli è dovuta (2), per avere il vezzo di vederlo gonfio a smisurata altezza, scorrente minaccioso *fra sterminati muri sempre soggetti (e chi potria negarlo?) ad essere scavati al piede e travolti dalle acque* ».

Nè era una sola idea generica o di massima la nostra; poichè a pagina 39 si disapprovava che nel progetto di sistemazione si fosse fissata a m. 1,50 sopra lo zero di Ripetta la quota del fondo, ed in quella stessa pagina, 2^a colonna, insistevamo « nuovamente sulla necessità di portare allo zero di Ripetta il livello del fondo sistemato ».

Ora i fatti ci hanno dato ragione. Noi preghiamo i lettori che hanno avuta la benevolenza di seguirci fin qui, di gettare uno sguardo sulla figura 3 della Tavola XIV annessa alla presente Memoria, sulla quale è segnata a fianco e di pochissimo al disopra della estrema base di fondazione dei muraglioni la orizzontale dello zero di Ripetta, e sulle sezioni trasversali segnate colle figure 4, 5 e 6, nelle quali la linea di fondo è quella desunta dai rilievi eseguiti dopo la piena del 2 dicembre 1900.

Abituati a vedere il letto del Tevere ingombro di ruderi e di secolari conglomerati, erasi infiltrata quasi generale la fiducia di un fondo pressochè inattaccabile.

Il primo esempio di eccessiva fiducia lo aveva dato il valoroso ingegnere idraulico, Raffaele Canevari, l'autore del progetto scelto a base di tutta la sistemazione, ammettendo che bastasse in media spingere le fondazioni a m. 4 sotto il pelo magro. Invano il Presidente della Commissione idraulica del 1871, il senatore Possenti, facendosi pure eco di alcuni altri membri di quell'autorevole Commissione, scriveva che le fondazioni dovevano essere protratte fin sotto il fondo del fiume, e soggiungeva doversi ritenere le banchine come di presidio, ma non essere prudente affidare loro l'ufficio della fondazione.

« Pur troppo, come dice il senatore Cremona nella Relazione della Commissione d'inchiesta, *questi sani concetti non erano divisi dalla generalità* e non prevalsero più tardi nella Commissione di vigilanza, la quale era assorbita dalle sollecitudini per l'economia del tempo e della spesa, che stimava suo compito principale di tutelare ».

E per tal modo, mentre il Consiglio Superiore, pure rimettendosi in generale al giudizio del Direttore dell'Ufficio del Tevere, aveva stabilito come massima che si dovesse scendere coi cassoni metallici a 6 metri sotto il pelo di magra, ed occorrendo, anche a 8 metri e più, la Commissione di vigilanza, che pure aveva nel suo seno il Canevari, continuava a dire nelle sue Relazioni annuali che lo spingere le fondazioni dei muri « a cinque o sei metri di profondità sotto la magra, come fino ad ora fu fatto, è la principale cagione del dispendio e della durata dei lavori », ed evocando l'esempio di antichissimi muri discoperti, che

hanno resistito per tanti secoli all'azione del fiume, sebbene le loro fondamenta non discendano in generale oltre i due o tre metri sotto la magra, concludeva che « la spesa della fondazione ad aria compressa potrà essere ridotta moderandone la profondità e garantendo il piede dei muraglioni con banchine e gettate di grossi sassi ».

Ma, più che sulle banchine, la Commissione di vigilanza insistette sempre e *solamente* sulle scogliere subacquee o sassaie, a forma di banchine, da usarsi prontamente come presidio al piede dei nuovi muraglioni di sponda. Senonchè, come già si è visto, anche la raccomandazione per le sassaie doveva rimanere pressochè del tutto inascoltata.

E così, concluderemo noi, il Consiglio Superiore, dopo aver sentenziato bene col ritenere la banchina della larghezza di 8 m., assolutamente necessaria ed anche urgente per il presidio dei muraglioni, finì come Corpo tecnico semplicemente consultivo, con lasciar dire e lasciar fare e senza mai levare una voce di protesta. La Commissione di vigilanza, a sua volta, pur ritenendosi di carattere esclusivamente amministrativo, seguì ogni anno a sentenziare a suo modo in materia tecnica. E la Direzione locale dei lavori limitò il proprio compito e la propria responsabilità ad eseguire nel modo più lodevole tutti gli ordini che le venivano impartiti.

Tutto ciò risulta evidentissimo dalla imparziale e lucida Relazione della Commissione d'inchiesta. Epperò di fronte a tanta quiescenza di ordine burocratico da parte di un Corpo della più alta competenza tecnica, qual è il Consiglio Superiore; di fronte a tanta ingerenza in materia tecnica di una Commissione di carattere puramente amministrativo; in tale confusione di ingerenze e di poteri, noi avremmo desiderato che la Commissione d'inchiesta avesse nelle sue conclusioni chiamato almeno l'attenzione di chi deve avere al Ministero l'alta responsabilità tecnica ed amministrativa ad un tempo di così deprecabili e dannose anomalie, della Direzione generale dei Lavori Pubblici, a cui spetta essenzialmente di provvedere affinchè non possano ripetersi in avvenire, nè pregiudizievole quiescenze, nè indebiti conflitti.

V. — LA PORTATA DI PIENA MASSIMA DEL TEVERE.

Uno degli argomenti rimasto assai controverso fra coloro che con grande amore e diligenza si occuparono dell'idrologia del Tevere e della sua sistemazione, è quello della valutazione della portata della massima piena.

Onde fece benissimo la Commissione d'inchiesta ad occuparsene per l'importanza rilevante che viene ad avere un tale dato sia nei riguardi della determinazione della sezione di efflusso e quindi della verifica dell'altezza dei muraglioni, sia poi per la determinazione del sovralzamento massimo del pelo di grande piena, non si tosto si dovrà dare attuazione all'idea dell'alveo di magra con le banchine di presidio ai muraglioni.

La Relazione della Commissione opportunamente ricorda le discrepanze degli idraulici nei risultati del calcolo della portata corrispondente al colmo della grande piena del 28 dicembre 1870, da quello veramente minimo di 2800 mc. del Possenti a quello massimo di 5000 mc. del professore Turazza, pur volendo prescindere da altri estremi ritenuti evidentemente esagerati.

Di tutto ciò i lettori dell'*Ingegneria* sono stati edotti a suo tempo, quando prendendo a nostra volta ad esame gli elementi di fatto somministrati dalla grande piena del 28 dicembre 1870 e le risultanze della Relazione per il Progetto di legge sulla 1^a serie dei lavori di sistemazione del Tevere, abbiamo esposto per quali motivi e dietro quali calcoli noi concludevamo doversi ritenere di 4500 mc. la portata massima delle piene del Tevere.

(1) « Ingegneria Civile »: *La questione del Tevere*, pag. 38 e seg., anno II, 1876.

(2) Noi insistevamo fin d'allora per la piena massima di 4500 mc. e per una larghezza fra le sponde verticali di m. 110, a vece di m. 100.

La Commissione d'inchiesta è venuta ora con nuovi dati offerti dall'ultima piena del dicembre 1900, con misure dirette e nuovi calcoli a concludere anch'essa, ed a voti unanimi, essere conveniente di valutare in 4500 mc. circa la piena massima, teoricamente possibile, quando occorressero nuovi studi idrologici sul Tevere. Onde crediamo interessante per i lettori nostri di riportare in base a quali dati e con quali calcoli la prelodata Commissione ha potuto arrivare alle sue conclusioni.

Di tale questione si è occupata particolarmente la prima Sotto-Commissione, della quale, oltre al Presidente ed al Segretario della Commissione generale, facevano parte il prof. Nazzani e l'Ispettore Maganzini. La Sotto-Commissione si valse dell'importantissima monografia sul Tevere, iniziata dal compianto cav. Giuseppe Zoppi, Ingegnere-Capo delle miniere, e condotta a termine dall'ing. Eugenio Perrone sotto la direzione dell'Ispettore-Capo delle miniere, comm. Pellati, monografia che i lettori dell'*Ingegneria Civile* conoscono (1). Essa ebbe inoltre a sua disposizione una pregevole ed esauriente Relazione, in data 10 febbraio 1901, sulla piena del 2 dicembre 1900, dell'Ispettore del Genio Civile, cav. Miceli, Direttore dell'Ufficio speciale del Tevere.

E qui brevemente riassumiamo il lavoro della Sotto-Commissione.

*

Notizie sulla piena del 1900. — Il mese di novembre del 1900 fu piovosissimo, ed all'Osservatorio di Roma si raccolsero mm. 358,8 d'acqua, tanto da superare tutte le piogge, nello stesso mese del secolo, toltono l'anno 1806. Detta altezza arriva al 31,5 0/10 dei mm. 1073, che è la media pluviometrica annua su tutto il bacino del Tevere.

Nei cinque giorni precedenti alla piena del 1900, nel solo bacino del basso Tevere piovvero 149 mm. d'acqua (2), mentre nei cinque giorni precedenti alla piena del 1870 non se ne ebbero che poco più di 30. Ond'è evidente la differenza delle condizioni in cui si svolsero le due intumescenze. Nel 1870 la piena trovò l'alveo pressochè vuoto, mentre nel 1900 già era assai ricolmo dalle acque piovute nel basso bacino, le quali non si sono potute smaltire prima che giungessero le piene dell'alto bacino.

Il Tevere nel 1900 era già alto così a Fara (54 km. a monte di Ripetta) dove le acque superarono gli 8 m. sopra magra per ben 53 ore consecutive, come all'idrometro di Ripetta dove superarono gli 8 m. sopra magra nell'ora in cui avveniva il colmo dell'Aniene.

A Ripagrande (3,5 km. a valle di Ripetta) dove per comune consenso di quanti studiarono l'argomento, l'esecuzione dei lavori non ha avuto influenza, si ebbe nel 1900 un'altezza di ben 30 centimetri superiore a quella segnata nel 1870, pur presentando il pelo di piena, a valle di detto idrometro, quasi identica pendenza, e cioè 0,70 per mille nel 1900 e 0,73 nel 1870. Si noti ancora che nel 1900 il decremento fu assai più rapido che non nel 1870, a cagione delle cinque rotte manifestatesi a valle della città negli argini che difendono la bonifica di Maccarese; rotte che si manifestarono nella notte dal 30 novembre al 1° dicembre, quando l'idrometro di Ripetta segnava solo 14 metri, e cioè m. 2,17 sotto il colmo (16,17) raggiunto poi; per le quali rotte andò sommerso tutto il bacino della bonifica stessa, e squarciata la diga di separazione del canale di scarico da quello di arrivo delle acque basse, la piena si precipitò in mare con la

forte prevalenza di più di due metri sopra una distanza di quasi 300 metri.

La piena del 2 dicembre 1900, la quale raggiunse al suo colmo l'altezza di m. 16,17 sullo zero dell'idrometro di Ripetta, è stata adunque veramente grande, ossia avrebbe superato di 30 centimetri i metri 17,22 della piena del 28 dicembre 1870, qualora i lavori di sistemazione eseguiti dal 1877 in poi non avessero provveduto all'eliminazione del ventre di piena che nel passato è sempre esistito in quella traversata.

Onde i lavori finora eseguiti hanno condotto evidentemente al rilevante vantaggio di far ribassare le massime piene del Tevere, nel tronco urbano (a Ripetta) di oltre un metro, e precisamente di m. 1,35.

*

Calcolo della portata. — Durante la piena del dicembre 1900, l'Ufficio speciale del Genio Civile fece rilevare i rigurgiti ai vari ponti e trovò di m. 0,54 quello a ponte Milvio sulla via Flaminia. Quel fatto importante, perchè in pari tempo avveniva a destra una tracimazione con scarico di acqua a monte del ponte, fece pensare esistesse una platea di fondazione (1).

Prima ancora che la piena cessasse, gli ingegneri del Genio Civile, con lodevole sollecitudine ed accorgimento, poterono accertare l'esistenza di siffatta platea quasi sgombra dalla sabbia che in acque ordinarie la ricopre. La platea si estende a tutte le luci e si protende per 5 metri a valle del ponte; e ne venne determinata la forma in corrispondenza a ciascuna luce.

Tale interessante scoperta permise di determinare una somma di luci invariabili a battente (essendo tutte le luci sommerse in quella memoranda piena) e di calcolare la portata così smaltita, cui si aggiunse la minore parte complementare tracimante dal lato destro del ponte, come si è detto.

L'area fluente delle sette luci, delle quali l'estrema a destra era rimasta prima d'allora ostruita e fu riattivata soltanto dall'impeto delle acque di quest'ultima piena, è risultata di mq. 1022,41 e tenuto conto dell'accennato rigurgito $h = 0,54$, della velocità media di arrivo $v = m. 2,50$ ritenuta uguale a quella u a valle, ed infine assumendo il coefficiente $\mu = 0,70$, l'Ufficio del Genio Civile colla nota formula:

$$Q = \mu a \left(u + \sqrt{2gh + v^2 - u^2} \right)$$

dedusse la portata di mc. 4118,63.

Aggiungendo la quantità d'acqua tracimante la sponda destra, calcolata come se fosse una bocca a stramazzo rigurgitata, larga 100 metri ed alta 2 metri, con velocità di arrivo di m. 2,50, si è ottenuta una portata supplementare di mc. 100,27; epperò in cifra tonda, riuscirebbe di mc. 4220 la portata della piena del 1900.

La portata stessa sarebbe poi confermata dalla nota formula italiana:

$$Q = 55 A \sqrt{R i}$$

applicata al tratto fra ponte Margherita e ponte Garibaldi, ove si hanno condizioni abbastanza uniformi, e ove si ottenne

(1) Vedi « *Ingegneria Civile* », anno 1900: G. SACHERI, *Lo studio idrografico del Tevere e dei suoi tributari*, pag. 33.

(2) Dei quali ben 109 mm. in media caddero nei due giorni precedenti al colmo, e più precisamente 143,50 a Roma, 60 a Poggio Mirteto, 101,80 a Tivoli e 130 a Subiaco.

(1) Come i lettori sanno, la Commissione del 1871 aveva compreso nei suoi progetti la costruzione di una platea a ponte Milvio, supponendo che non ve ne fosse. Ed il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, il cui voto del 1875 abbiamo più sopra riportato, dietro le dichiarazioni dell'ing. Vescovalli dell'esistenza di massi e ruderi sotto le arcate di quel ponte, che rendevano inutile la proposta platea, aveva differito ogni decisione a quando ulteriori ricerche avessero dimostrato il vero stato delle cose.

prossimamente una prima media di $A = \text{mq. } 1320$; la pendenza media superficiale $i = 0,0003258$ ed R (raggio medio) $= 10,56$. Tale formola darebbe un risultato di $v = 3,22$ e $Q = 4254,36$. La Sotto-Commissione non esclude per altro che siffatta coincidenza di risultati possa anche essere fortuita.

Essa non pertanto ritiene « che la portata calcolata a ponte Milvio, facendo tesoro della invariabilità delle luci, debba tenersi in conto di abbastanza approssimata al vero e si possa accettare perchè dedotta con coefficienti ed ipotesi ammissibili in quanto tenderebbero a tenere bassi i risultati. Lo stesso non può dirsi di altri calcoli in cui si debbono assumere sezioni e raggi medi che non possono mai corrispondere alla realtà, in quanto manca il rilievo della sezione reale fluente, continuamente variabile in tempo di piena se il fondo è attaccabile, come nel caso nostro; e tutte le sezioni debbono per necessità essere rilevate a piena passata quando le escavazioni sono in parte già ricolmate. Inoltre non è esatto l'assumere, come dato, quello della pendenza superficiale, ma occorrerebbe, a stretto rigore, introdurre la pendenza corrispondente alla linea dei centri di gravità delle aree fluenti; linea che non si conosce, appunto perchè è ignota la vera posizione del fondo in piena ».

I nostri lettori conoscono le sedici misure di portata Zoppi-Perrone, eseguite sul Tevere a Ripetta, di cui undici col mulinello e per altezze d'acqua inferiori a m. 10,70, e cinque coi galleggianti per altezze comprese fra m. 11,80 e 13,48. E conoscono pure la curva tibrometrica (1) che è il risultato di quelle esperienze, la quale darebbe, prolungata, ove fosse lecito, oltre i limiti sperimentali, la portata di mc. 3500 per la piena del 1870 e di 3800 per quella del 1900.

Con alcune ricerche grafiche ed analitiche la Sotto-Commissione ha potuto rappresentare le portate risultanti dalle esperienze Zoppi-Perrone mediante una funzione, la quale per semplicità si può ridurre alla formola:

$$Q = 0,82 H^3.$$

Ora la Sotto-Commissione giustamente osserva che, se fino alla portata di mc. 2000, corrispondente alla quota idrometrica di 13,50 circa, è ammissibile che i volumi crescano come i cubi delle altezze, le portate superiori debbono aumentare in proporzione ancora maggiore, crescendo la sezione, la pendenza e la velocità; e perciò la vera portata della piena del 1900 deve superare quella desumibile dal rapporto sopra indicato.

Per le stesse ragioni la curva tibrometrica suddetta, per quote a Ripetta superiori a m. 13,50, offre portate troppo scarse e deve essere modificata ripiegandone maggiormente il protendimento all'insù, ossia facendo crescere meno rapidamente il suo raggio di curvatura (2).

Per le suesprese considerazioni la Sotto-Commissione concluse e la Commissione approvò, nella sua adunanza del 5 marzo 1901, che nei calcoli da istituirsi per determinare altezze di sponda, alvei di magra, rigurgiti di ponti ed altro, anche tenuto conto della possibile contemporaneità di piene del Tevere e di tutti i suoi influenti, compreso l'Aniene, sia sufficientemente prudentiale il ritenere che la portata massima, in corrispondenza a Roma, possa aggirarsi intorno ai mc. 4500.

Nel voto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, del 29 novembre 1875, fu tenuta, a base delle deliberazioni circa l'altezza da darsi ai muraglioni, una portata massima

ancora maggiore e cioè di circa mc. 5000, a seguito del parere, 16 ottobre 1875, dell'ingegnere idraulico prof. Turazza: ma « tale portata, soggiunge la Relazione della Sotto-Commissione, sembra forse eccessiva, anche allo scopo per cui fu determinata ».

*

Il rigurgito a Ripetta in causa dei ponti urbani incontrati dalla piena. — Dai rilievi del Genio Civile, riportati nella Relazione dell'Ispettore Miceli, si dedussero durante la piena del 1900 i seguenti rigurgiti, da monte a valle, per ogni manufatto:

al ponte Fabrizio.	m. 0,19
» Garibaldi	» 0,17
» Sisto	» 0,15
» Elio	» 0,29
» Umberto	» 0,20
» Cavour	» 0,07

Sommandoli si otterrebbe m. 1,07; ma come giustamente osserva la Sotto-Commissione, non è esatto il credere che tutti questi rigurgiti si debbano sovrapporre e riportare a Ripetta. E' bensì vero che, a seconda della maggiore o minore vicinanza di un ponte all'altro, il rigurgito provocato da uno di essi può estendersi coi suoi effetti sino a valle del ponte precedente, ma in misura molto minore, onde il vero rigurgito a Ripetta è da ritenersi inferiore alla somma dei rincolli da monte a valle di ogni ponte. E la Sotto-Commissione è di parere che la cifra di 80 cm. esposta dall'ing. Canevari debba ritenere quale minimo, e quella di m. 1 del Consiglio Superiore quale massimo, per rappresentare il rigurgito prodotto, a Ripetta, dagli ostacoli a valle in una piena simile a quella del 1900.

La Commissione del 1871 aveva stabilito il profilo di piena massima a m. 16,75 a Ripetta ed a 13,90 a Ripagrande; e secondo le proposte dell'ing. Canevari aveva fissato il livello delle grandi vie ripuarie, ossia delle sommità dei muraglioni, escluso il parapetto di m. 1,20, a 16,86 a Ripetta ed a 13,90 a Ripagrande.

Ma nell'esecuzione del progetto il livello dei muraglioni fu determinato, al disopra di quello fissato dai criteri idraulici, dalle altezze del piano stradale sui nuovi ponti: per cui oggi i muri di sponda si trovano elevati a m. 18,45 a Ripetta ed a m. 14,58 a Ripagrande, oltre del parapetto di m. 1,03 di altezza; e la piena del 1900 raggiunse nei due luoghi le quote di 16,17 e 13,93, onde ebbero coll'ultima piena un franco di m. 1,28 e di 0,65 rispettivamente, oltre al parapetto di m. 1,03.

Nel tratto extraurbano, a monte di Roma, rilevati dalla Relazione Miceli che il colmo della piena del 1900 risultò con un franco arginale di m. 2,12. Epperò il punto meno assicurato sarebbe quindi a valle, presso il porto di Ripagrande, ove il piano stradale si abbassa notevolmente, ed il franco che riuscì di soli 65 cm. senza contare il parapetto, potrebbe scomparire, quando, come già si disse, e meglio vedremo nel capitolo che segue, dovendosi ultimare il programma dei lavori, secondo le norme stabilite dal Consiglio Superiore, si venisse a restringere colle indispensabili banchine di presidio ai muraglioni la sezione dell'alveo ed a determinare perciò una maggiore altezza di piena.

VI. — L'ALVEO DI MAGRA NEL TRONCO URBANO.

Un altro risultato prodotto dall'esecuzione dei lavori, sempre riferendosi allo stato in cui si trovano, è quello degli interrimenti dovuti al fatto della mancanza dell'alveo di magra, ottenibile colle suaccennate banchine. In vari punti dell'alveo, ora a destra, ora a sinistra, e non solamente a valle della parte convessa d'ogni svolta, e sotto i piloni dei

(1) « Ingegneria Civile », anno 1900, Tav. IV, fig. 4.

(2) Nella Relazione della Sotto-Commissione, a pag. 184, leggesi: *aumentandone il raggio di curvatura*, ma evidentemente per puro sbaglio di penna.

ponti e dappertutto dove, per cause speciali, il fiume diminuisce di velocità, le torbide depositano e formano renai.

« Se per la difesa idraulica, dice a questo proposito la 1^a Sotto-Commissione nella sua Relazione, tali interrimenti, almeno al presente, non riescono di nocumento, come non lo sono, ad esempio, a Firenze sull'Arno, pur mancante di banchine, i sottoscritti tuttavia ritengono che per la navigazione, per l'igiene ed in genere pel buon regime del fiume, sia raccomandabile il cercare di evitarli; al che non si potrebbe provvedere altrimenti se non colla costruzione delle banchine ».

Come si legge nella monografia sul Tevere Zoppi-Perone, e come i lettori sanno, il fiume si mantiene ad altezze medie per gran parte dell'anno, ossia all'altezza da m. 5,81 a m. 7 all'idrometro di Ripetta, ed il suo modulo è di metri cubi 230; mentre la più forte magra misurata, quella del 1893, corrispondente a m. 5,28 all'idrometro di Ripetta e misurata in mc. 103, risulterebbe di cm. 14 appena superiore alla minima altezza riscontrata, del 1822, ossia verificata negli ultimi 79 anni. Per le quali cose il minimo deflusso può ritenersi compreso fra 90 e 100 metri cubi.

La Commissione d'inchiesta riconosce che il modulo assai elevato del Tevere costituisce un inestimabile beneficio in tempi normali e uno speciale favore per la navigazione; che la costruzione in città dell'alveo di magra varrà a rimuovere gli attuali interrimenti che appaiono quando il fiume corre in acque ordinarie e di magra, con notevolissimo vantaggio della navigazione fluviale e dell'igiene pubblica. E soggiunge: « E a presumersi poi che l'acqua, raccolta per la maggior parte dell'anno in alveo più modesto e meglio rispondente dell'attuale alla portata ordinaria del Tevere, potrà cagionare delle escavazioni di fondo, le quali, purché attentamente sorvegliate e regolate in tempo, aumenteranno i fondali, permettendo anche alle navi di maggiore portata di quelle che si vedono presentemente a Ripagrande, di risalire il fiume, spingendosi fino a Ripetta. Oggidì il Tevere, incassato fra altissimi muri, corre solitario e melanconico: ma quando sarà provveduto all'alveo di magra, le ripe basse insieme colle frequenti ampie discese dai lungotevere, o da piani elevatori, concorreranno a facilitare e ad accrescere gli approdi, favorendo le legittime esigenze del commercio; e ad un tale proposito piace alla Commissione il poter dichiarare che, se la sistemazione del tronco urbano è stata una necessità assoluta per preservare Roma dalle inondazioni, è giusto che dalle ingenti somme all'uopo spese e da spendere si tragga maggiore profitto, dotando la Capitale del Regno di facili comunicazioni col vicino mare ».

A questa, che è, per così dire, la parte poetica della questione dell'alveo di magra, la Commissione non ha fatto seguire che brevi notizie storiche di ciò che potrebbe costituire la parte tecnica. Essa ricorda solo che le ripe basse, o banchine, furono proposte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici dell'ampiezza di 8 metri con la parete a picco verso acqua: che la Commissione di vigilanza invece voleva che tale larghezza fosse accresciuta fino a 15 metri, riducendo così da 84 metri circa a 70 metri lo specchio navigabile.

Ma su di un tale riguardo, come pure sulla sconvenienza tecnica ed economica di costruire le banchine a muri verticali (muraglioncini) piuttosto che a gettate in iscarpa, la Commissione non ha creduto compito suo di stabilire alcuna modalità: e desiderosa di lasciare ai competenti Uffici tecnici governativi intera libertà, essa si limitò a calcolare, come già dicemmo, le sopraelevazioni massime del pelo di acqua per una piena di 4200 mc., che potrebbero derivare dalla costruzione di banchine alte un metro sull'attuale risega di fondazione, e nelle due ipotesi della loro larghezza di 8 metri e di 15 metri, e in ogni caso colla scarpata del-

l'1,5 di base per 1 di altezza; ed a concludere che la sopraelevazione massima di 60 centimetri, cagionabile dalle banchine di 8 metri, come pure quella di ben metri 1,55, che produrrebbe la banchina di 15 metri, sarebbero entrambe consentite comodamente dal franco di m. 2,28 esistente nell'altezza dei muraglioni a Ripetta; mentre invece a Ripagrande, dove, come si è visto, il franco non è più che di 65 centimetri, sarebbe appena consentita la sopraelevazione massima di 60 centimetri, ossia la costruzione delle banchine di 8 metri.

VII. — LA REGOLAZIONE DEL TEVERE ALL'ISOLA TIBERINA.

Fra i diversi problemi, dei quali ha dovuto occuparsi la Commissione, quello della sistemazione del fiume all'isola Tiberina era certamente per essa il più importante ed anche il più difficile e scabroso.

« Dopo lunghe ed animate discussioni (dice a questo proposito la Relazione della Commissione), nelle quali vennero prese in esame tutte le ragioni che militano a favore delle diverse soluzioni immaginabili, e dopo avere considerate anche proposte fatte da estranei, la Commissione, nella seduta del 6 marzo 1901, tenuto conto dello stato di fatto, votava il seguente ordine del giorno:

« La Commissione è di parere che, per provvedere in modo sicuro alla sistemazione del Tevere, fra ponte Sisto e lo sbocco della cloaca massima, sia necessario di sopprimere l'isola Tiberina, riunendo il fiume in un solo ramo raccor- » dato ai tratti a monte ed a valle ».

Se vi è cosa per noi grandemente interessante ed istruttiva, per non dire necessaria, è certamente questa, di conoscere gli argomenti almeno di quelle lunghe ed animate discussioni e tutte le ragioni che condussero, nelle condizioni di fatto attuali, ad una risoluzione cotanto esclusiva e radicale, e che, priva perfino dei soliti *considerando*, più che di una sentenza riveste quasi la forma di un oracolo.

Ond'è opportuno rintracciare, e nella Relazione generale ed in quella della prima Sotto-Commissione, e specialmente nei verbali della seduta del 6 marzo, tutti quegli indizi che valgano a formarci, se non la convinzione, almeno una particolareggiata conoscenza dei motivi che indussero la Commissione, non già a suggerire la soluzione sicura di un alveo unico, raccordato a monte ed a valle, la quale è in sé stessa evidentemente ovvia e tecnicamente la più elementare, ma ancora a scartare financo la possibilità teorica e l'efficacia pratica di qualsiasi soluzione, la quale abbia per base la sistemazione del fiume colla conservazione dell'isola.

*

La parte storica della questione. — Le condizioni del Tevere, specialmente nel tronco comprendente l'isola Tiberina avanti il 1876, quando cominciavano i lavori di sistemazione, erano molto differenti da quelle di oggidì.

Appena a monte di ponte Sisto esisteva la rilevantissima ed ampia sporgenza dei gradini del palazzo della Farnesina, a sponda destra, che riduceva la sezione d'efflusso sulla normale passante pel giardino Falconieri, in sinistra, a soli 60 metri circa; la quale sporgenza fungeva da vero pennello respingente, e gettava l'acqua alla sponda opposta. Poscia il filone della corrente ricadeva ancora a destra fra ponte Sisto ed il luogo dove ora sorge il ponte Garibaldi, oscillando entro quei limiti secondo i diversi stati idrometrici, ed infine, trovando pressoché sbarrato il ramo del ponte Cestio da ingombri molteplici, che ora descriveremo, infilava l'altro ramo, del ponte Fabricio, se non del tutto libero, certo meno ingombro del primo.

In che consistessero tali ingombri la Commissione d'inchiesta ce lo dice ricorrendo ad una planimetria redatta nel 1851-52 dagli allievi della Scuola tecnica degli Ingegneri pontifici, sotto la direzione del prof. Alessandro Betocchi. Senza parlare dell'arco (unico allora) di ponte Cestio, avente la luce di 24 metri con due fornici laterali, delle considerevoli rovine del ponte Rotto o Senatorio e di altri ruderi, vi si trovavano cinque molini, uno di seguito all'altro, denominati di S. Agostino, di S. Nicola, di S. Maria, dell'Annunziata e di S. Francesco. Ciascuno di questi molini era costituito da un ampio galleggiante coperto, che serviva pure di abitazione al mugnaio, e da un altro galleggiante attiguo, che, insieme al primo, concorreva a sostenere la ruota motrice, e, quel che è peggio, da due dighe di sbarramento formate con doppio ordine di robuste colonne, infitte nell'alveo, dentro le quali trovavasi o muratura di malta o grossi pezzi di selce in sagoma di muro a secco.

Le due dighe di sbarramento del molino di S. Francesco, l'ultimo dei cinque, e che trovavasi ormeggiato appena a monte di ponte Cestio, si spingevano talmente in alveo da ridurre lo specchio d'acqua a soli 17 metri. Le dighe erano poi così elevate sulle acque ordinarie, da venire tracimate soltanto in tempo di notevoli piene.

Mentre il ramo destro era così utilizzato pei molini, la cui esistenza risalirebbe all'alba del Medio Evo, il ramo sinistro veniva utilizzato per la navigazione, offrendo sicuramente migliori condizioni, sia per le due luci di ponte Fabricio, sia per lo specchio d'acqua, ampio 60 metri circa, in molta parte dell'anno sommerso, dal quale emergevano bassi renai e qualche rudero, soltanto in tempo di magra.

La Commissione del 1871 aveva espresso il parere che si dovesse sopprimere l'isola Tiberina, raccogliendo il fiume in un ramo unico. Le ragioni del voto sono esposte nella dotta Relazione dell'ing. Raffaele Canevari (allegato G agli Atti della Commissione), come segue:

« Quando un fiume si divide in due rami per racchiudere un'isola e per ricongiungersi al disotto di essa, non riesce possibile, io credo, di determinare *a priori* la quantità di acqua che ha corso per l'uno o per l'altro canale, o, in altri termini, la loro officiosità relativa.

« Indipendentemente dall'ampiezza della sezione, una delle cause determinanti la direzione del filone principale, e quindi il volume d'acqua che passa per l'una piuttosto che per l'altra parte, è la conformazione della sponda a monte della biforcazione stessa. Quindi, essendo impossibile di assegnare *a priori* le larghezze di ciascun canale, in guisa da riuscire insieme esattamente equivalenti alla sezione normale, ne nascerà un'eccedenza od un difetto di dimensioni che si tradurrà in una perturbazione nella linea del pelo di piena a monte della biforcazione stessa.

« Al punto di vista idraulico, e come sicurezza che le previsioni teoriche siano confermate dal fatto, mi sembra migliore e più prudente partito di avviare tutta l'acqua per un solo canale delle identiche dimensioni dei tronchi inferiori e superiori, piuttosto che spartirla in due.

« Sotto un altro rispetto, con un solo alveo lo sviluppo delle sponde murate è minore: si evita la difficoltà che s'incontra qualora si voglia rendere insommergibile l'isola Tiberina, senza che il transito potesse rimanere in alcune circostanze interrotto; uno dei ponti potrà conservarsi sull'alveo abbandonato, come vestigio antico; meno costosa, infine, la ricostruzione di un solo ponte di m. 100 a tre travate di m. 33, che quella di due travate, l'una di 60 e l'altra di 45 metri di luce in sostituzione degli attuali ponti ».

Circa poi alla convenienza di mantenere piuttosto un ramo che l'altro, l'ing. Canevari, nella Relazione stessa, così si esprimeva:

« Ammessa quindi la convenienza di un alveo unico, quale dei due conviene conservare? È fuori dubbio che in epoche antiche il maggior corpo d'acqua passava per il ramo sinistro, che era più ampio di quello che non sia presentemente.

« Quindi a prima vista mi parve che dovesse tornarsi alle antiche e naturali condizioni; se non che, studiato questo partito, risultò che il taglio avrebbe dovuto estendersi fino quasi al palazzo Orsini, e che le conseguenti espropriazioni sarebbero state assai rilevanti. Da un altro canto, ispezionando la pianta di questo tratto di fiume, la conservazione e l'allargamento del ramo destro si presentava spontanea e quasi naturalmente indicata dall'andamento del tronco superiore dal ponte Sisto in giù. Inoltre lo sviluppo delle ripe murate era minore conservando il ramo destro, e minore eziandio l'importanza delle espropriazioni, tenuto conto della qualità degli edifici: si acquistavano infine, sulla riva sinistra, ove hanno più valore, estese aree fabbricabili ».

Queste furono le ragioni che indussero il Canevari a sostenere la proposta di un unico alveo ed a preferire l'allargamento del canale destro piuttosto che quello di sinistra, proposta che la Commissione del 1871 non esitò ad accettare.

Ma il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nelle sue adunanze del novembre 1875, fu di parere diverso dalla Commissione, e adottando la proposta dell'ing. Vescovoli, votò per la conservazione dell'isola Tiberina, ritenendo che pel regime del fiume bastasse allargare i due rami, assegnando loro la larghezza complessiva di 130 metri.

A questo concetto si informarono i progetti esecutivi e tra essi la costruzione del ponte Garibaldi, al quale si assegnarono due luci, destinate ad avviare le masse liquide: l'una al ramo destro, l'altra al sinistro, con una pila nel mezzo, di grossezza straordinaria, della quale grossezza non si riesce a capire lo scopo, sebbene vogliasi così edificata per servire pure come piano di accesso di una rampa che partisse dall'estremo superiore dell'isola.

La Commissione di vigilanza, la quale non nascose mai la sua preferenza per il partito della soppressione dell'isola, lamentò, nella sua seconda Relazione per l'anno 1879, la maggiore spesa di cui era causa la conservazione del ramo sinistro del fiume, dettata da considerazioni archeologiche. Ed in quella per l'anno 1888 scriveva relativamente al ponte Cestio sul ramo destro: « Avrebbe desiderato migliore arrendevolezza dell'archeologia e sarebbe stata preferibile la demolizione completa del vecchio ponte, che si opponeva allo scarico delle piene del fiume, cagionando ritardi e rigurgiti dannosissimi, ma, per amore di conciliazione, si addivenne ad una transazione, e si è convenuto di trasformare il ponte da una a tre arcate simmetriche, conservando per la mediana l'unica arcata antica, che si è stabilito scomporre e ricomporre sopra nuove e profonde fondazioni, reimpiiegando il vecchio suo materiale e riproducendola colla identica e vecchia sua forma ».

Nella Relazione per l'anno 1889 la Commissione di vigilanza, accennando ai lavori che furono causa necessaria della prevalente officiosità del braccio destro e dell'interrimento naturale del braccio sinistro, preoccupavasi più soltanto della necessità di allacciare le fogne sboccanti nel ramo interrito e di scaricarle nel collettore sinistro, onde il fenomeno « prevedibile ed inevitabile » dell'annullarsi del braccio sinistro non avesse dannose conseguenze per l'igiene pubblica.

Ed invero la Relazione soggiunge: « La riattivazione artificiale del braccio sinistro ci pare opera precaria non di assoluta necessità, quando sian devianti gli scarichi delle accennate fogne. Sarà poi necessario che sull'interrimento del braccio sinistro sia costantemente mantenuta la nettezza, impedendovi lo scarico e deposito di lordure, come raccomandasi che la sua superficie sia periodicamente diserbata e vi siano estirpati i cespugli che vi si formassero, affinché le piene alte e massime del fiume, spaziando nei due bracci e per essi scaricandosi, possano nel braccio sinistro riacquistare quella profondità che sarà richiesta dal volume delle piene stesse ».

*

Assai prima che accadessero i danni ai muraglioni, il Ministro dei Lavori Pubblici, preoccupandosi del continuo accumularsi delle sabbie nel ramo sinistro dell'isola, con Decreto 14 luglio 1899 aveva nominato una speciale Commissione coll'incarico di indicare i lavori necessari per rimuovere gli interrimenti, in via permanente.

Quella Commissione, della quale facevano pure parte alcuni dei membri della Commissione d'inchiesta sui danni successivamente avvenuti, era pervenuta, dopo studi in proposito, a concretare nella primavera dello scorso 1900 le seguenti proposte:

1° Sbarramento delle luci laterali di ponte Cestio, in modo che all'altezza delle acque di magra del fiume sia attiva la sola luce mediana, la quale sarà munita di briglia, lasciando però indeterminato a quale profondità in questa luce debbasi costruire la briglia stessa sotto il fondo del fiume, profondità che dovrà essere determinata da opportuni calcoli;

2° Apertura di una *savenella* nel ramo alla sinistra dell'isola Tiberina, senza determinarne tassativamente la posizione.

A seconda poi della buona riuscita o meno dei lavori a ponte Cestio, si sarebbe potuto, in progresso di tempo, eseguire alcune opere, della stessa natura, a ponte Garibaldi, intese ad ostruire parzialmente la luce destra ed a favorire, per tal modo, il deflusso delle acque per la luce sinistra.

Diciamo subito anche noi che le proposte suddette non ci sembrano tutte le più adatte ad ottenere lo scopo al quale la Commissione proponente aveva per mandato di mirare, ed al riguardo sottoscriviamo volentieri al parere della Commissione d'inchiesta, la quale, « fatta astrazione dalla considerazione della maggiore o minore efficacia di tali provvedimenti, ha ritenuto che nei momenti di grande piena essi potrebbero cagionare eccessive sopraelevazioni di pelo d'acqua ed altri turbamenti nel regime del fiume, le cui conseguenze non è possibile di misurare ».

E qui la Relazione della Commissione d'inchiesta opportunamente ricorda che da quasi trent'anni tutte le Commissioni che si sono succedute, e prime fra esse la Commissione del 1871 e quella di vigilanza, tutti gli uomini che si sono occupati della materia hanno sempre raccomandato che, astrazione fatta dai muraglioni, occorresse, per ottenere una depressione del pelo d'acqua di piena nel tronco urbano, affrettarsi ad approfondire e ad ampliare l'alveo. Onde sembra inammissibile che per il tratto dell'isola Tiberina si voglia andare a ritroso e demolire il programma dello sgombrò e della rimozione dei ruderi, così lungamente propugnato e quasi dappertutto attuato con evidente buon successo.

Per tutte queste ragioni, le quali poi si riassumono nella suprema necessità di tenere il più possibilmente basso il livello delle acque di massima piena in tutto il corso del Tevere urbano, crediamo quindi doversi *a priori* respingere qualsiasi proposta di elevare sbarramenti o dighe attraverso

l'alveo del ramo destro, e solamente potersi ammettere l'utilità di briglie stabili a livello del fondo sistemato, per evitare maggiori escavazioni.

*

Ma da questa prima massima al provvedimento radicale dell'alveo unico colla soppressione dell'isola, quale ci viene riproposto dalla Commissione d'inchiesta « *come unico razionale* », corre ancora un gran tratto, onde abbiamo creduto dover nostro di raccogliere diligentemente tutti gli elementi di giudizio che dai verbali della suddetta Commissione, o meglio dalla pubblicazione fattane, possono risultare, pur dichiarando subito d'averli trovati assai scarsi in riguardo alla importanza ed alla gravità della conclusione presa. Non trattasi invero di dimostrare che la soluzione di un alveo unico è tecnicamente sicura, ed anche, se così fosse, economicamente la migliore. Tutto ciò, come già dicemmo, è ovvio ed elementare. Ma trattasi di dimostrare *a priori* la impossibilità pratica di mantenere perennemente, e colla condizione imprescindibile di non sopraelevare di troppo nel fiume il livello delle massime piene, la corrente nei due rami che circondano l'isola Tiberina, e che la natura stessa per tanti secoli ha saputo mantenere entrambi attivi.

La Commissione d'inchiesta intraprese la discussione di quest'argomento sul finire della seduta del 5 marzo, ma il verbale di quella seduta non contiene che il testo dell'ordine del giorno che dichiara necessario di sopprimere l'isola Tiberina, e ce lo dice concordato fra il Presidente ed altri membri della Commissione (Maganzini e Crugnola).

E poichè in quella seduta erasi pure dato lettura della Relazione 4 aprile 1900 della Commissione stata nominata dal Ministro dei Lavori Pubblici con Decreto 14 luglio 1899, ed « incaricata di indicare i lavori necessari per la sistemazione dei due rami del Tevere all'isola Tiberina », della quale Commissione abbiamo poc'anzi riferito ed esaminate le proposte, così nel riprendersi della discussione, nella seduta successiva del 6 marzo, l'Ingegnere-Capo dell'Ufficio Tecnico municipale di Roma, comm. Viviani, a nome anche del professore Nazzari, credette opportuno di porre in rilievo « che il compito di detta Commissione era tassativo alla riattivazione del ramo sinistro del fiume; ma che dopo l'avvenimento della caduta del muraglione le cose sono affatto mutate, per cui ora, nello studio dei nuovi provvedimenti da adottarsi, essi, sebbene appartenessero alla predetta Commissione, si ritengono liberi da ogni precedente impegno ».

Sull'ingegnere Donatelli espose il proprio convincimento « sulla non possibilità pratica di ottenere una sistemazione, conservando l'isola. Per ottenere che i due rami siano egualmente efficaci, bisognerebbe, in uno di essi, introdurre *artificialmente* tante difficoltà al passaggio delle acque, quante ne esistono naturalmente nell'altro. Ma se tali difficoltà vengono calcolate in relazione ad un determinato stato di acque, non saranno più sufficienti o diventeranno eccessive in stati differenti, e solamente si potrebbe avere speranza di mantenere efficaci continuamente i due rami del fiume quando si creassero in ambedue tali difficoltà da produrre un fortissimo rigurgito, e così contro-operare allo scopo della sistemazione del Tevere ».

L'ingegnere Crugnola, associandosi al parere Donatelli, aggiunge « che neppure lo sgombrò artificiale degli interrimenti, al cessare di ogni piena, servirebbe utilmente, imperocchè, per la copia dei depositi, si può correre facilmente il rischio di essere sorpresi da nuova piena, e quindi da nuove sedimentazioni, ad alveo ancora interrato od in corso di sgombrò ».

L'Ispettore del Genio Civile Maganzini, e l'Ispettore delle Miniere Mazzuoli, sono anch'essi del parere non potersi mantenere insieme attivi i due rami dell'isola; perchè, se in passato il ramo sinistro era officioso, ciò dipendeva dal fatto che il destro, per speciali circostanze, poteva considerarsi come scarsamente attivo. D'altra parte, chi ha studiato il modo di rimediare all'attuale stato di cose, non ha trovato di meglio che ritornare all'antico, riattivando il ramo sinistro, per renderlo di nuovo preponderante sul ramo destro, che verrebbe quasi ostruito. Ma poichè un ramo finirà sempre per essere inofficioso, potrebbe ritenersi superfluo di mantenere un'isola che non sarà mai tale, nel senso vero della parola, perchè allacciata, dall'una o dall'altra parte, alle sponde, a cagione appunto degli interrimenti.

Il professore Nazzani, che non era presente a quella seduta, nella quale si discusse e fu decisa la proposta della soppressione dell'isola, dichiarò egli pure nella seduta successiva di « convenire che la soppressione dell'isola Tiberina sia il migliore partito pel regime idraulico del Tevere, perchè non sopprimendola, per mantenere officiosi i due bracci, occorre procedere a restringimenti longitudinali considerevoli in ambi i bracci, che provocherebbero una rilevante alterazione dei livelli delle piene ».

Solo l'ingegnere Viviani, pur riconoscendo che allo stato attuale il migliore modo idraulico per uscirne sarebbe quello di mettere il Tevere in unico alveo, si arrestò preoccupato dell'importanza storica ed archeologica dell'isola, nonché della grave spesa da incontrarsi per le occorrenti mutazioni, specie in riguardo ai ponti.

E invero, quando la Commissione ha creduto dover suo di considerare in quale modo il provvedimento radicale dell'alveo unico poteva essere attuato, si trovò di fronte a tre soluzioni, delle quali le difficoltà pratiche e la spesa non hanno nulla da invidiare alle difficoltà ed alla spesa di una soluzione, sia pure per tentativi, del problema vero che ci sta di fronte, che è quello di mantenere lo stato naturale delle cose, facilitando al Tevere di continuare a ripartirsi ne' suoi due rami, e di smaltire senza possibili danni le sue massime piene.

Le tre soluzioni che la Commissione ha preso ad esame, venendo poi a preferire la terza, sarebbero le seguenti:

1^a la conservazione del solo braccio destro;

2^a la conservazione del solo braccio sinistro;

3^a un alveo centrale, da ottenersi collo sventramento dell'isola.

« I sacrifici archeologici, così la Relazione della Commissione, si bilancierebbero in tutte tre le soluzioni, poichè in ogni caso l'isola di Esculapio, quale è, e gli avanzi del ponte Senatorio, dovrebbero sparire, lasciando traccia di sè in opportuni ricordi, sufficienti per la storia. Sotto l'aspetto della spesa, che certamente sarebbe assai grave in tutte tre le ipotesi, non ci è possibile istituire confronti, pei quali ci mancano tutti gli elementi. Tenuto conto però delle espropriazioni diverse secondo i tre casi, e delle difese necessarie a proteggere contro le inondazioni le parti conservate, propendiamo a credere che dal lato della terza soluzione non ci sarebbe un grande eccesso di sacrifici finanziari.

« Nei rapporti idraulici, la conservazione del ramo destro opportunamente allargato presenterebbe gli inconvenienti: di rendere inutile la luce sinistra del ponte Garibaldi, di condurre la massa d'acqua ad urtare contro le pile oblique del ponte Palatino. L'allargamento necessario non sarebbe consigliabile di farlo arretrando ulteriormente il lungotevere degli Anguillara, perchè peggiorerebbe il regime del fiume coll'aggravare le conseguenze dell'obliquità suaccennata. D'altra parte, riuscirebbe assai difficile di ricostruire i muri danneggiati, elevandoli sullo stesso posto, dove si

trovavano innanzi la loro caduta; poichè la presenza e la posizione dei massi inferiori di calcestruzzo racchiusi nei cassoni, costituirebbe un ostacolo gravissimo. Perciò si dovrebbero riedificare più verso fiume, con che si aumenterebbe la larghezza di taglio a prendersi sull'isola Tiberina per raggiungere la sezione normale; larghezza che già nella posizione invariata del muro di sponda sarebbe di 25 metri. Inoltre la conservazione del ramo destro condurrebbe a dover modificare il ponte Palatino con dispendio notevole. Il raccordo a monte poi renderebbe necessaria la costruzione di un nuovo muro tra l'attuale sponda sinistra e quella a crearsi.

« La conservazione del ramo sinistro non avrebbe tutti i gravi inconvenienti enunciati. Le pile del ponte Palatino sembrano costruite in vista di ricevere le acque del ramo sinistro, come se esso fosse l'unico a dare sfogo alla portata del Tevere; perciò idraulicamente offrirebbero un andamento planimetrico più conveniente che non sia il presente. Del ponte Garibaldi invece, l'una delle luci, la destra, resterebbe quasi sempre poco officiosa. Il taglio dell'isola per l'espropriazione riuscirebbe anche maggiore che nella prima soluzione, e cioè di 45, anzichè di 25 metri. Inoltre i muri di raccordo avrebbero un troppo grande sviluppo, ed il muro di sponda sinistro dovrebbe essere fortemente presidiato, perchè le sue fondazioni non sono state spinte nemmeno alla profondità degli altri, e quindi si troverebbe in maggior pericolo.

« La terza soluzione, con andamento centrale attraverso l'isola, oltrecchè meglio delle altre, corrisponderebbe alle condizioni di sistemazione nelle quali trovasi il fiume, perchè si raccorderebbe naturalmente ai tronchi di monte e di valle, non avrebbe più i due inconvenienti segnalati dei ponti. Quello Garibaldi funzionerebbe colle sue due luci, e l'altro, Palatino, si troverebbe meno male orientato rispetto alla corrente. Aggiungasi che nella parte centrale si potrebbe costruire l'alveo delle acque magre e medie, lasciando ai muri di sponda attuali il solo ufficio di limitare l'alveo di piena.

« Con questi cenni la Commissione non ha creduto di proporre una soluzione concreta; a tale uopo le mancavano gli elementi necessari. Essa ha inteso solamente d'indicare, nel caso che venga accettato il provvedimento proposto, le possibili linee da studiarsi, le quali tutte sono da prendere in considerazione, per avere in seguito dati sufficienti per un giudizio definitivo ».

Tuttavia la Commissione d'inchiesta, nelle sue conclusioni finali, ha pur sentito il bisogno di far notare che essa dava il gravissimo suggerimento di sopprimere l'isola Tiberina non senza grande peritanza. « Essa non si nasconde le enormi difficoltà cui si va incontro, non tanto pei riguardi archeologici, ai quali fu sventura aver ceduto, quanto per le conseguenze della condanna dei lavori eseguiti in quel tronco dal 1875 in poi. La Commissione a grande maggioranza non esiterebbe un istante a dare il medesimo suggerimento, se si trovasse nelle identiche condizioni in cui era la Commissione idraulica nel 1871, o il Consiglio Superiore nel 1875. Nella situazione odierna, invece, sarebbe lieta se altri supesse consigliare una soluzione meno radicale, di esito altrettanto sicuro e durevole ».

*

Noi speriamo che lo stesso Ufficio speciale del Tevere vorrà essere dal Ministero chiamato a rispondere a tale invito della Commissione, e saprà addivenire a proposte graduate di lavori, per modo da migliorare le condizioni di regime attuali, rimediando agli errori commessi, chiedendo di volta in volta all'osservazione attenta dei fenomeni una

gnida sicura a proseguire ed a perfezionare la sistemazione dei due alvei in modo da ritrarre dalle opere eseguite il maggior utile, e da raggiungere, colla minore spesa possibile e coll'aiuto stesso delle acque del fiume opportunamente dirette, lo scopo finale ed essenziale, che è semplicemente quello di liberare la città dalle inondazioni del Tevere.

E qui, dopo aver riferiti i pareri e le proposte altrui, ci permettiamo di esprimere anche le nostre idee in proposito; dicendoci paghi e lieti se altri vorrà tradurle in proposte concrete.

Noi partiamo dalla convinzione che se errori, e gravi, vi furono, essi sono per buona ventura rimediabili assai più facilmente e con ben minore spesa, che non ricorrendo al gravissimo provvedimento che la Commissione ha suggerito. E fu grave errore quello di non avere assecondato la naturale tendenza delle acque magre e medie del fiume a percorrere il ramo sinistro, e di avere, forse inconsciamente, contrastato a tale tendenza, sia coll'eccessivo allargamento (150 metri) dell'alveo, a monte del ponte Garibaldi, con cui si favorirono i depositi, sia colla preventiva escavazione e rimozione dei ruderi nel ramo destro, nel quale le acque si trovarono così forzate a precipitare.

Crediamo adunque, in primo luogo, ottima cosa, indispensabile ed urgente, la *savenella* da scavarsi per tutta la lunghezza del ramo sinistro, che la Commissione d'inchiesta aveva approvato all'unanimità su proposta dell'Ispettore Miceli, e coll'ordine del giorno Maganzini e Nazzani, nella seduta dell'11 gennaio 1901. Quell'ordine del giorno è così concepito:

« La Commissione è di parere, senza pregiudizio delle ulteriori sue deliberazioni, che, al momento, in previsione di nuove piene e nello stato in cui trovasi il ramo destro, all'isola di S. Bartolomeo, ad evitare ulteriori danni, sia *urgente l'apertura di un varco alle acque attraverso l'interimento del ramo sinistro* e che sia da impedire lo stramazzo delle acque di piena dal ramo sinistro al ramo destro *collegando la pila del ponte Garibaldi col rostro a monte dell'isola* ».

Ma crediamo pure che debbasi senza indugio rimediare all'eccessiva ampiezza dell'alveo a monte del ponte Garibaldi, col costruire un argine partitore, che partendo dal pilone centrale, in direzione normale all'asse del ponte, si prolunghi a monte, diminuendo gradatamente di larghezza.

Quest'argine o diga longitudinale, che potrà avere parete verticale dal lato sinistro ed inclinata a tutta altezza od anche più dal lato destro, vuol essere studiato in altezza e prolungato per modo da mantenere continuamente officioso il ramo sinistro, il quale dovrà pertanto avere sezioni tali da costituire il vero alveo delle acque magre e medie e con tali altezze o profondità da rendere impossibili in esso gli interimenti. Per virtù di questo argine partitore la massima parte delle acque magre e medie verranno introdotte nel ramo sinistro, e quivi con alveo conveniente, di magra e di acque medie, avranno tali velocità da contribuire all'escavazione ed all'esportazione degli interimenti, e da mantenere continuamente sgombrato ed officioso il ramo stesso anche per i bisogni della navigazione.

Il ramo destro vuol essere invece considerato e mantenuto quale canale *scaricatore* delle acque eccedenti la capacità del ramo sinistro, tanto per le magre e le medie, quanto, ed essenzialmente, per le grandi piene. E come tale dovrà essere tenuto della massima ampiezza possibile, evitando gli scalzamenti di fondo mediante briglie a livello del fondo sistemato e senza preoccuparsi se ad ogni piena avverranno interimenti, poichè noi riteniamo che la piena successiva avrà per immediato effetto di farli scomparire. Conseguentemente i muraglioni caduti dovranno essere rifatti nel luogo stesso

di prima, od anche di qualche metro più all'infuori dell'alveo attuale, e lo sgombrò dei blocchi di muro caduti vuol pure essere fatto senza timore della difficoltà del lavoro o delle spese, potendosi impiegare le mine subacquee e la dinamite.

Non ripetiamo ciò che già abbiamo detto della necessità di munire i muraglioni delle indispensabili banchine di presidio, ma con scarpa inclinata verso l'alveo dell'1,5 di base per 1 di altezza; nè ci preoccupiamo, come pare ne esprimeva timore il prof. Nazzani, che i restringimenti longitudinali necessari nei due bracci possano produrre pregiudizievole rigurgiti in caso di grandi piene, poichè i due bracci presi insieme hanno 40 metri in più dei 100 metri di larghezza normale di tutto l'alveo sistemato, ed ove tale larghezza fosse, per lo sfogo delle massime piene, ritenuta insufficiente, il che non crediamo, potrebbe essere ancora accresciuta superiormente al livello delle acque medie di quei pochi metri che risultassero necessari.

Dicemmo e ripetiamo che il ramo destro vuol essere considerato e mantenuto quale canale scaricatore delle acque eccedenti la capacità del ramo sinistro; e quindi, per assicurare a questo ramo sinistro tutta la sua competenza di acque, non indietreggieremmo neppure, qualora se ne dimostrasse realmente la necessità, di fronte alla proposta di un edificio sfioratore all'ingresso del ramo destro, o di una diga instabile che ogni grande piena avesse a spazzare via quando realmente se ne manifestasse il bisogno.

Non abbiamo la pretesa che quello che noi proponiamo corrisponda esattamente alle formule del moto uniforme delle acque negli alvei sistemati, ma sappiamo pure che quelle formule corrispondono anche meno alla complessità dei fenomeni in un fiume torrentizio che si dimostrò capace di scioperare abbandonando 50 mila metri cubi all'anno di depositi nel ramo sinistro.

Non sono neppure i desiderati dell'archeologia propriamente detta quelli che ci indussero ad emettere il nostro modo di vedere, ma è un sentimento, per così dire, archeologico anch'esso, di rispetto ai diritti ed alle leggi della natura, di conservazione, cioè, e di ritorno ad uno stato naturale di cose per cui da più secoli il fiume manteneva da sé vivo e perenne il corso dell'acqua nei due rami e senza che in nessuna parte dei due, nè a monte, nè a valle dell'isola, si verificassero i depositi.

Non è sacrificare ad ogni buon principio dell'idraulica fluviale lo studiare e assecondare in simile modo le forze della natura, ricorrendo al sistema del minimo mezzo, che è pur quello della minima spesa, traendo, cioè, di giorno in giorno e attentamente dall'osservazione quegli ammaestramenti che l'azione stessa naturale delle acque ci suggerisce per proseguire e convergere la loro azione a mantenere e migliorare perennemente la sistemazione dell'alveo.

VII. — CONSIDERAZIONI E PROPOSTE PER I MIGLIORAMENTI DEI SERVIZI.

Fra gli errori ingenuamente commessi vi fu pure quello di credere che i lavori per la sistemazione del Tevere fossero così prossimi al loro compimento da potere impunemente ridurre il personale dell'Ufficio speciale del Genio Civile per i lavori del Tevere, o meglio dall'addossargli, come fece il Decreto 4 gennaio 1897, tutti i servizi concernenti il Palazzo di Giustizia ed il Policlinico, i quali nulla hanno a che fare con l'idraulica fluviale. Tali difformità di attribuzioni fa pensare che nelle sfere amministrative non si avesse un esatto concetto della natura e delle particolari difficoltà del problema idraulico.

Il che è così vero che i servizi del Tevere fuori città sono nelle attribuzioni non già dell'Ufficio speciale, ma dell'Ufficio ordinario del Genio Civile per la provincia di Roma;

onde tutto quanto concerne i lavori, la polizia fluviale e perfino le osservazioni agli idrometri extra-urbani, che pure quasi esclusivamente debbono interessare l'Ufficio speciale, vengono fatte dall'Ufficio ordinario provinciale.

Epperò la Commissione d'inchiesta raccomanda vivamente che tali anomalie abbiano tosto a cessare, affidando i servizi del Palazzo di Giustizia e del Policlinico ad un Ufficio speciale edilizio del Genio Civile, od all'Ufficio ordinario, e mettendo tutto quanto interessa il Tevere ed influenti, dalle sorgenti al mare, sotto la dipendenza dell'Ufficio speciale.

Inoltre è necessario che l'Ingegnere-Capo e tutti i funzionari addetti a tale Ufficio abbiano non solo la perfetta conoscenza del servizio che sono chiamati a prestare, ma benanche la memoria esatta delle vicende passate e le tradizioni dell'Ufficio che conviene di rispettare e di mantenere, costituendo esse una forza morale non indifferente, la quale arriva persino a far nascere il sentimento della responsabilità personale; responsabilità che non sarebbe giusto di pretendere da chi viene frequentemente costretto, sia pure a motivo di promozione, a mutare residenza e natura di studi, abbandonando l'obbiettivo della propria attività.

Sarebbe poi errore non meno grave di quello incorso ultimamente colla costituzione dell'Ufficio speciale, se, reintegrando quest'Ufficio nell'esclusivo incarico di attendere a tutti i servizi del Tevere, si credesse esaurito codesto incarico quando sarà compiuta la sistemazione del tronco urbano. « Questa sistemazione, soggiunge molto opportunamente la Relazione, alla quale mancano ancora tratti di muraglioni e di collettori, oltre alle sassaie ed alle banchine, per essere piena e duratura, esigerà provvedimenti non lievi anche nei tronchi a monte ed a valle della città; e reclamerà inoltre cure assidue e perpetue per la conservazione delle opere eseguite e degli effetti ottenuti. Questa conservazione non può essere desunta da regole stabilite una volta per sempre, nè dall'esempio di altri fiumi. Ogni fiume è un organismo vivente, che ha carattere proprio, ossia ciò che si dice il suo regime individuale; e per essere riconosciuto richiede studi assidui, che non hanno valore se non siano continuati e non mai interrotti. Per attendere a tali osservazioni e studi sono indispensabili qualità speciali, che gli ingegneri possono acquistare, a condizione di non essere distratti per altre occupazioni e di poter rimanere costantemente addetti agli stessi lavori ».

La Commissione d'inchiesta ritiene inoltre necessario che l'opera esecutiva, solerte e lodevole dell'Ufficio speciale pei lavori del Tevere, debba essere prontamente ed efficacemente consigliata, sostenuta, incoraggiata e secondata ad ogni richiesta, per mezzo di un'alta ispezione direttiva, sul procedimento e sull'indirizzo dei lavori, esercitata da un funzionario tecnico superiore. Un provetto Ispettore del Genio Civile potrà sempre patrocinare, nel seno stesso del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, i concetti tecnici ed amministrativi coi quali sono compilati i progetti e diretti i lavori; occuparsi delle controversie che insorgono con le Imprese; ed infine rappresentare con tutta autorità il Ministero dei Lavori Pubblici nelle adunanze con altre Amministrazioni dello Stato, della Provincia, e del Comune.

Oltre a ciò la Commissione propone che venga aumentato il numero delle stazioni pluviometriche nel bacino, e quello degli idrometri lungo il corso del Tevere e i suoi principali influenti; — che si provveda efficacemente alla custodia e guardia delle arginature esistenti e da costruire, impiantando pure gli occorrenti magazzini idraulici; — che vengano eseguiti rilievi, scandagli e determinazioni di velocità nell'intento di riconoscere, nei diversi stati d'acqua del fiume, il modo di reggersi delle nuove opere, al fine di poter proporre, in tempo opportuno, quei provvedimenti che le ri-

sultanze delle osservazioni designeranno; — che siano da farsi periodiche pubblicazioni dei vari dati raccolti e delle risultanze conseguite dalle esperienze, a lume specialmente dei tecnici italiani; — e che siano infine da effettuarsi gli studi, sia dei bacini montani, sia della rettifica e sistemazione del Tevere a valle di Roma e fino alla foce in mare, tenendo presente tanto le esigenze della difesa idraulica, quanto quelle della navigazione e dei commerci. Sulle quali proposte, occorre appena il dirlo, l'accordo di tutti gli ingegneri è certamente unanime.

VIII. — CONCLUSIONE.

Di conserva colle risultanze dei fatti e coi giudizi della Commissione d'inchiesta, abbiamo pure di mano in mano esposte le nostre impressioni ed i convincimenti nostri, per cui, riassumendo, noi ci troviamo in perfettissimo accordo colla Commissione nell'ammettere che le rovine dei muraglioni furono esclusivamente cagionate da scalzamenti di fondo, i quali si spinsero al disotto del piano di fondazione; che la profondità di tale piano di fondazione devesi in generale ritenere insufficiente, e mentre tale profondità vuole essere accresciuta per i muri ancora da costruire o da rifarsi, bisogna provvedere d'urgenza per tutti gli altri con opportune opere di presidio alla base di tutta la loro fronte. Mentre però la Commissione si limitò a dichiarare necessarie ed urgenti, quali opere di presidio, le sassaie, noi stimiamo invece necessarie, *indispensabili a presidiare le fondazioni dei muri*, non meno che al buon regime del fiume, così in magra come in piena, le banchine con scarpa inclinata almeno dell'uno e mezzo di base per uno di altezza, e riteniamo le semplici scogliere insufficienti al presidio dei muraglioni, ed anzi, in certi istanti di massime piene, perfino dannose, essendochè le scogliere non riescono, a motivo dei loro interstizi, ad impedire le profondità dei gorgi ed i sovvertimenti di fondo, ed anzi, colle altezze di acqua delle grandi piene, favoriscono i vortici e servono all'impeto delle acque quasi come di strumenti effossorii.

Del resto siamo pure d'accordo colla Commissione nell'ammettere che le acque di sottosuolo o freatiche non possono avere avuto influenza nei danni lamentati ai muraglioni, e che nessuna pregiudizievole variazione al regime delle acque freatiche sia stata causata per effetto della costruzione dei muraglioni. Ma appunto per questo crediamo debbasi andare con molta circospezione nell'adottare il provvedimento, dalla Commissione unanimemente suggerito con apposito ordine del giorno, di convogliare, cioè, per mezzo di feritoie nelle volte dei collettori, le acque di sottosuolo nei collettori medesimi, perchè un tale provvedimento potrebbe determinare, a lungo andare, un movimento in senso trasversale delle acque freatiche, che attualmente scendono parallelamente al fiume, e rendere in talune circostanze i collettori stessi insufficienti allo smaltimento di tutte le acque.

Del pari è fuori di discussione doversi escludere qualsiasi responsabilità personale, tanto nello studio dei progetti e nella loro esecuzione, quanto da parte delle Imprese. Ma non è men vero che dai fatti chiaramente esposti dalla Commissione d'inchiesta è risultata evidente la malefica influenza della Commissione di vigilanza, la quale, colle sue annuali Relazioni, e sia pure con veste amministrativa, andava continuamente sentenziando in materia tecnica, in ispecie a riguardo della profondità delle fondazioni, e che pertanto è riescita colla sua autorità, che chiameremo politica, a paralizzare completamente l'azione dell'Ufficio speciale dei lavori del Tevere, e quella dello stesso Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Onde avremmo riconosciuto conseguente a sè stessa la Commissione d'inchiesta ove nelle sue proposte avesse esplicitamente incluso quella della

soppressione pura e semplice di quella quinta ruota del carro che chiamasi Commissione di vigilanza, e sulla quale grava la maggiore responsabilità; o per lo meno avesse mantenuto il suo primitivo ordine del giorno (pag. 41) « ritiene di poter richiamare l'attenzione del Ministero dei Lavori Pubblici sul funzionamento della Commissione di vigilanza *al fine di evitare che si rinnovino in avvenire i gravi inconvenienti verificatisi per lo passato* ».

In quanto poi al modo di provvedere alla definitiva sistemazione del fiume nel tratto che comprende l'isola Tiberina ci spiace di non trovarci, nella situazione odierna delle importanti opere eseguite, dei muraglioni e dei ponti, consenzienti nel gravissimo suggerimento di un alveo unico centrale, da ottenersi collo sventramento e colla sparizione dell'isola. Ma noi confidiamo che lo stesso Ufficio speciale del Tevere saprà addivenire a proposte graduate di lavori, con cui rimediare, nel modo che abbiamo noi stessi indicato, agli errori commessi, i quali, sebbene gravi, sono, per buona ventura, rimediabili assai più facilmente e con ben minore spesa seguendo uno stato naturale di cose da tanti secoli seguito, anzichè ricorrendo al provvedimento radicale proposto.

E dopo ciò sottoscriviamo con plauso alla proposta di affidare all'Ufficio speciale del Tevere tutto il servizio del fiume, dalle scaturigini al mare, con dispensa da quegli altri servizi che nulla hanno a che vedere con il Tevere. Così l'Ufficio stesso potrà pensare a qualche rettifilo a valle di Roma dopo la compiuta sistemazione del tronco urbano con le banchine, quando poi lo ravviserà necessario; e meglio ancora potrà pensare, e fin d'ora, al rimboschimento delle falde montane di tutto il bacino del Tevere e suoi influenti.

Infine ci uniamo anche noi, e di gran cuore, alla Commissione nel far voti che l'ulteriore prosecuzione dei lavori venga spinta con tutta sollecitudine, anche per quanto ha tratto alle demolizioni dell'ospedale di Santo Spirito e del Manicomio, in modo che la sistemazione del tronco urbano si possa compiere in non più di un quinquennio, reintegrando gli stanziamenti che ancora occorrono per raggiungere la somma dei 105 milioni ed aumentando il personale dell'Ufficio speciale, in modo da porlo in grado di produrre tutti i progetti necessari e di dirigere i corrispondenti lavori, per un importo medio annuo di 5 a 6 milioni.

G. SACHERI.

GEODESIA ELEMENTARE

NUOVA RISOLUZIONE DI DUE PROBLEMI

di GIUSEPPE DELITALA

Professore nel R. Istituto Tecnico di Sassari.

I PROBLEMA..

Determinazione simultanea di due stazioni incognite.

In una recente Memoria pubblicata nei *Comptes-rendus* (*) l'accademico Ph. Hatt, giovandosi della posizione dei punti di Collins, ha dato un'elegante risoluzione grafica del seguente problema, conosciuto in Geodesia col nome di *Problema di Hansen*: « Determinazione simultanea di due stazioni C, D » (fig. 85) incognite, appoggiate ad una base nota AB con sole » misure angolari prese in quelle medesime stazioni ».

Questa Memoria ha dato occasione alla presente Nota, colla quale offriamo una nuova risoluzione analitica dello stesso problema, da preferirsi, a parer nostro, a quella comunemente adoperata, ed all'altra più recente, detta della *base fittizia* (**).

(*) PHILIPPE HATT, *Utilisation des points de Collins pour la détermination d'un quadrilatère*. Séance 11 mars 1901.

(**) G. EREDE, *Elementi di topografia*. — Edit. Bemporad, 1894, terza ediz.

Perciò ci gioveremo della proprietà caratteristica del tetragono completo che abbiamo trovato in altro lavoro, e poniamo il problema nei seguenti termini specifici:

« Data la base $AB = c$; fissato il punto di stazione C del » triangolo di riferimento ABC ; stabilito il verso ciclico o » di successione dei vertici di esso triangolo (per esempio, » quello delle lancette degli orologi); misurate le *coordinate* » *angolari* del secondo punto di stazione D (α, β, γ) (una di » queste si conchiude); misurate direttamente o dedotte dalle » misure i due angoli di veduta (δ, ε) dal vertice C (generati » nello stesso senso dell'ordine ciclico), trovare l'angolo in- » cognito A del triangolo di riferimento ».

Determinando l'angolo A, e se vogliamo anche l'angolo B, il problema proposto si può dire risolto.

La proprietà da noi dimostrata, ed alla quale ricorriamo, è la seguente (*):

$$\frac{b b'}{a a'} = \frac{\sin(\beta - B)}{\sin(\alpha - A)} \quad (1)$$

Dalla considerazione dei due triangoli ACD , BCD , si ottiene rispettivamente:

Per la fig. 85:

$$\frac{b}{a'} = \frac{\sin \beta}{\sin \delta}, \quad \frac{b'}{a} = \frac{\sin \varepsilon}{\sin \alpha}$$

E per la fig. 86:

$$\frac{b}{a'} = \frac{-\sin \beta}{-\sin \delta}, \quad \frac{b'}{a} = \frac{\sin \varepsilon}{\sin \alpha}$$

Ed in ogni caso si avrà:

$$\frac{b b'}{a a'} = \frac{\sin \beta \sin \varepsilon}{\sin \delta \sin \alpha}$$

Quindi sarà:

$$\frac{\sin(\beta - B)}{\sin(\alpha - A)} = \frac{\sin \beta \sin \varepsilon}{\sin \delta \sin \alpha} = K = \frac{1}{h}$$

E ricordando le identità:

$$\begin{aligned} (\beta - B) &= \pi - [(\alpha - A) + (\gamma - C)] \\ \gamma &= 2\pi - (\alpha + \beta) \\ C &= \delta + \varepsilon \end{aligned}$$

oppure

$$= (\delta + \varepsilon) - 2\pi$$

E se poniamo per brevità: $\Sigma = (\alpha + \beta + \delta + \varepsilon)$, la relazione (4) si può scrivere nel modo seguente:

$$\frac{\sin |(\alpha - A) - \Sigma|}{\sin(\alpha - A)} = K = \frac{1}{h},$$

dalla quale facilmente si ricava:

$$\tan(\alpha - A) = \frac{\sin \Sigma}{\cos \Sigma - K},$$

che ci permette di calcolare l'angolo incognito A.

Con un procedimento affatto analogo si otterrebbe la relazione:

$$\tan(\beta - B) = \frac{\sin \Sigma}{\cos \Sigma - h},$$

che permette di calcolare, se si vuole, l'angolo incognito B.

È utile questa determinazione diretta dell'angolo B, perchè si ha così un mezzo di controllo delle operazioni numeriche, dovendo verificarsi la relazione di condizione:

$$A + B + C = \pi.$$

Si completa la risoluzione del proposto problema, considerando i due triangoli ABC , ABD :

$$\left. \begin{aligned} BC &= a = c \frac{\sin A}{\sin(\delta + \varepsilon)} \\ CA &= b = c \frac{\sin(A + \delta + \varepsilon)}{\sin(\delta + \varepsilon)} \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} BD &= b' = c \frac{\sin(A + \beta + \delta)}{\sin(\alpha + \beta)} \\ DA &= a' = c \frac{\sin(A + \delta - \alpha)}{\sin(\alpha + \beta)} \end{aligned} \right\}$$

E la distanza delle due stazioni incognite si ottiene diret-

(*) G. DELITALA, *La risoluzione completa del tetragono piano* (« Periodico di Matematica », gennaio 1901).

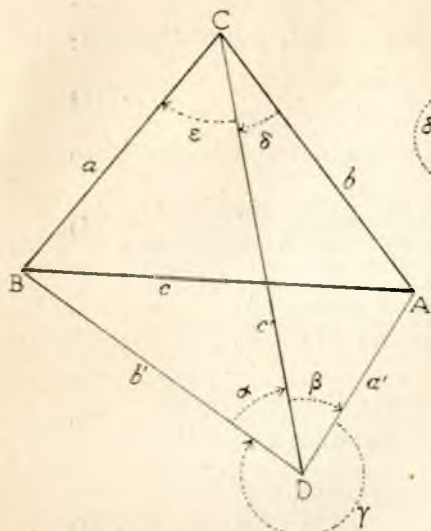


Fig. 85.

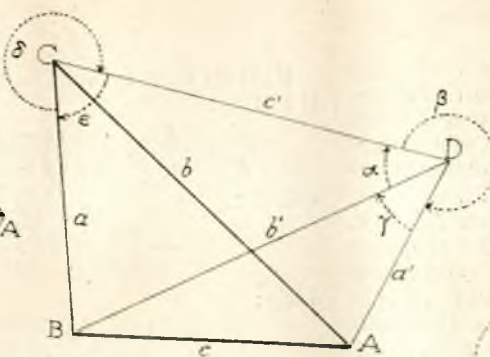


Fig. 86.

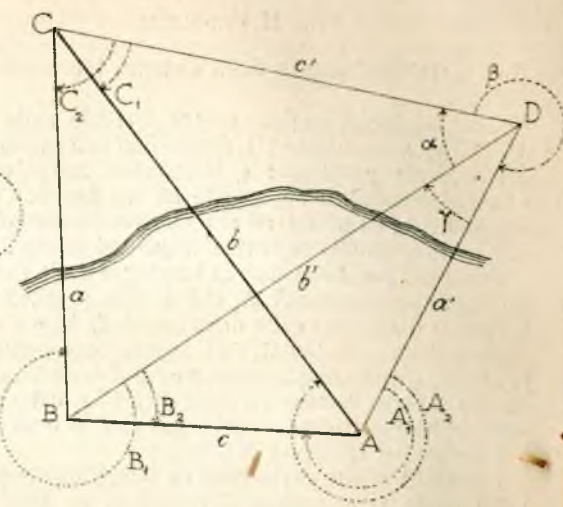


Fig. 87.

tamente dalla considerazione di uno dei due triangoli B C D, A C D, cioè:

$$\left. \begin{aligned} CD = c' = a \frac{\sin(\alpha + \epsilon)}{\sin \alpha} &= c \frac{\sin A \sin(\alpha + \epsilon)}{\sin \alpha \sin(\beta + \epsilon)} \\ CD = c' = b \frac{\sin(\beta + \delta)}{\sin \beta} &= c \frac{\sin(A + C) \sin(\beta + \delta)}{\sin \beta \sin(\gamma + \epsilon)} \end{aligned} \right\}$$

Le formole di risoluzione così ottenute sono generali, e valgono per qualunque disposizione della figura, purchè si

ESEMPIO NUMERICO (*). — a) Formule di risoluzione:

$$\frac{\sin \beta \sin \epsilon}{\sin \alpha \sin \delta} = K = \frac{1}{h} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \tan(A - \alpha) &= \frac{\sin \Sigma}{K - \cos \Sigma} \\ \tan(B - \beta) &= \frac{\sin \Sigma}{h - \cos \Sigma} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\Sigma = (\alpha + \beta + \delta + \epsilon) \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} DC = c' = c \frac{\sin A \sin(\alpha + \epsilon)}{\sin \alpha \sin C} \\ DC = c' = c \frac{\sin(A + C) \sin(\beta + \delta)}{\sin \beta \sin C} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

b) Dati del problema e angoli conchiusi. — Base: $c = 3048^m, 70$:

$\alpha = 50^\circ, 76$	$\alpha = 50^\circ, 76$	$\delta = 87^\circ, 34$	$\beta = 74^\circ, 09$
$\beta = 74^\circ, 09$	$\epsilon = 59^\circ, 13$	$\epsilon = 59^\circ, 13$	$\delta = 87^\circ, 34$
$\delta = 87^\circ, 34$			
$\epsilon = 59^\circ, 13$	$(\alpha + \epsilon) = 109^\circ, 89$	$(\delta + \epsilon) = C = 146^\circ, 47$	$(\beta + \delta) = 161^\circ, 43$
$\Sigma = 271^\circ, 32$			

c) Calcolo del valore K e degli angoli A e B:

$\log \sin \beta = 9,96299$	$K = 1,048600$	$h = 0,953700$
$\log \sin \epsilon = 9,90358$	$-\cos \Sigma = 0,435493$	$-\cos \Sigma = 0,435493$
$\text{comp. } \log \sin \alpha = 0,14539$	$(K - \cos \Sigma) = 1,484093$	$(h - \cos \Sigma) = 1,389193$
$\text{comp. } \log \sin \delta = 0,00864$	$(-) \log \sin \Sigma = 9,95435$	$(-) \log \sin \Sigma = 9,95435$
$\log K = 0,02060$	$\text{comp. } \log (K - \cos \Sigma) = 9,82857$	$\text{comp. } \log (h - \cos \Sigma) = 9,85724$
$\log h = 1,97940$	$(-) \log \tan (A - \alpha) = 1,78292$	$(-) \log \tan (B - \beta) = 1,81159$
$K = 1,048600$	$A - \alpha = -34^\circ, 71$	$B - \beta = -36^\circ, 60$
$h = 0,953700$	$A = 16^\circ, 05$	$B = 37^\circ, 49$
$(A + C) = 162^\circ, 32$		
Controllo: $A + B + C = 200^\circ, 01$		

d) Calcolo della distanza delle due stazioni:

$\log c = 3,48412$	$\log c = 3,48412$
$\log \sin A = 9,39698$	$\log \sin (A + C) = 9,74453$
$\log \sin (\alpha + \epsilon) = 9,99474$	$\log \sin (\beta + \delta) = 9,75547$
$\text{comp. } \log \sin \alpha = 0,14539$	$\text{comp. } \log \sin C = 0,12772$
$\text{comp. } \log \sin C = 0,12772$	$\text{comp. } \log \sin B = 0,43701$
$\log DC = 3,14895$	$\log DC = 3,14885$
$DC = m. 1409,20$	$DC = m. 1408,80$

(*) Pel calcolo numerico si è fatto uso delle *Nouvelles tables de logarithmes à cinq décimales*, adottate dal *Service géographique de l'armée*. — Paris, Imprimerie nationale, 1889. — Per trovare il valore di $\cos \Sigma$ si può far uso delle *Tavole dei valori naturali*, dell'ing. IGINTO MUZZANI. — Torino, Camilla e Bertolero, 1897.

II PROBLEMA.

Determinazione della distanza inaccessibile.

Come applicazione delle nostre formule sulla risoluzione del tetragono completo (*), deduciamo una nuova risoluzione del seguente problema: « Determinazione d'una distanza » tutta inaccessibile appoggiata ad una base con sole misure » angolari », da preferirsi al metodo comunemente usato, basato esclusivamente sulla risoluzione dei triangoli.

I dati del problema sono la lunghezza della base $AB = c$, gli angoli componenti A, A_2 che la visuale diretta al quarto vertice D determina colla direzione della base e colla visuale diretta al terzo vertice C , e gli angoli componenti B_1, B_2 che la visuale diretta al quarto vertice D determina colla visuale diretta al terzo vertice C e colla direzione della base, misurati questi quattro angoli nel senso ciclico o di successione dei vertici del triangolo ABC .

« Evidentemente ne risulterà un tetragono completo $ABCD$, » del quale si conoscono 5 elementi, un lato $AB = c$ e » quattro angoli componenti $A_1, A_2; B_1, B_2$; trovare l'angolo incognito α , e quindi il lato o distanza inaccessibile $CD = c'$ ».

Da una semplice ispezione della figura si vede che (α, β, γ) non sono altro che le coordinate angolari incognite del vertice D rispetto al triangolo di riferimento ABC , e che C_1, C_2 rappresenta la terza coppia di angoli componenti del tetragono completo $ABCD$. Perciò saranno verificate le seguenti identità (fig. 87):

$$\left. \begin{aligned} A &= A_2 - A_1 \\ B &= B_2 - B_1 + 2\pi \\ C &= C_2 - C_1 = \pi - (A + B) = \pi + (A_1 + B_1) - (A_2 + B_2) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= -\pi + (B_1 - C_2) \\ \beta &= -\pi + (C_1 - A_2) \\ \gamma &= -\pi + (A_1 - B_2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

(*) G. DELITALA, *La risoluzione completa del tetragono piano* (« Periodico di Matematica », gennaio 1901).

ESEMPIO NUMERICO. — a) Formule di risoluzione:

$$\left. \begin{aligned} A &= (A_2 - A_1) \\ B &= 2\pi + (B_2 - B_1) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin A + K \sin (A_1 - B_1)}{\cos A - K \cos (A_1 - B_1)} \quad (3)$$

b) Dati del problema e angoli conchiusi $AB = c = m. 245,00$:

$A_2 = 332^\circ 52'$	$B_2 = 75^\circ 10'$	$A_1 = 272^\circ 32'$	$A = 60^\circ 20'$
$A_1 = 272^\circ 32'$	$B_1 = 329^\circ 45'$	$B_1 = 329^\circ 45'$	$B = 105^\circ 25'$
$A = 60^\circ 20'$	$B = 105^\circ 25'$	$(A_1 - B_1) = -57^\circ 13'$	$(A + B) = 165^\circ 45'$

c) Calcolo di $\log K$, dell'angolo α e della distanza CD inaccessibile:

$\log \sin A = 9,9389796$	$\log K = 9,9405994$	$\log K = 9,9405994$
$\log \sin B_2 = 9,9852803$	$(-) \log \sin (A_1 - B_1) = 9,9246535$	$\log \cos (A_1 - B_1) = 9,7335693$
$(-) \text{comp. } \log \sin A_1 = 0,0159148$	$(-) \log m = 1,8652529$	$\log n = 1,6741677$
$\text{comp. } \log \sin B = 0,0004247$	$m = -0,733350$	$n = 0,472240$
$\log K = 1,9405994$	$\sin A = 0,868920$	$\cos A = 0,494953$
	$(\sin A + m) = 0,135570$	$(\cos A - n) = 0,022713$
$\log [\sin A + m] = 9,1311636$		$\log c = 2,3891661$
$\text{comp. } \log [\cos A + m] = 11,6437255$		$\log \sin A = 9,9389796$
$\log \tan \alpha = 10,7748891$		$(-) \log \sin B_1 = 9,7022357$
$\alpha = 80^\circ 28' 04''$		$\text{comp. } \log \sin \alpha = 9,9939603$
		$\text{comp. } \log \sin (A + B) = 0,6087943$
		$\log CD = 2,6331360$
		$CD = m. 429,07.$

Ora dalla considerazione del triangolo ABD si ottiene:

$$\frac{a'}{b'} = -\frac{\sin B_2}{\sin A_1} \quad (3)$$

Ma dalle dette formule di risoluzione del tetragono piano si ha:

$$\frac{a'}{b'} = \frac{b}{a} \times \frac{\sin (\alpha - A)}{\sin (\beta - B)} = \frac{\sin B \sin (\alpha - A)}{\sin A \sin (\beta - B)} \quad (4)$$

quindi:

$$-\frac{\sin B_2}{\sin A_1} = \frac{\sin B \sin (\alpha - A)}{\sin A \sin (\beta - B)},$$

ossia:

$$\frac{\sin (\alpha - A)}{\sin (\beta - B)} = -\frac{\sin A \sin B_2}{\sin B \sin A_1} = K. \quad (5)$$

Inoltre:

$$\beta = 2\pi - (\alpha + \gamma),$$

per cui sostituendo nella (5) i valori di β e B dati dalle (1) e (2), si otterrà:

$$\frac{\sin (\alpha - A)}{\sin [\alpha - (A_1 - B_1)]} = K. \quad (6)$$

Dalla quale si ricava facilmente:

$$\tan \alpha = \frac{\sin A + K \sin (A_1 - B_1)}{\cos A - K \cos (A_1 - B_1)} \quad (7)$$

Determinato l'angolo α , dalla considerazione del triangolo BCD si ottiene:

$$DC = c' = -a \frac{\sin B_1}{\sin \alpha} = -c \frac{\sin A \sin B_1}{\sin \alpha \sin (A + B)} \quad (8)$$

ossia:

$$DC = c' = c \frac{\sin A \sin B_1}{\sin \alpha \sin [(A_1 - A_2) + (B_1 - B_2)]} \quad (9)$$

Le formole (5), (7), (9) risolvono il problema della distanza inaccessibile in modo generale, purchè si mantenga la convenzione stabilita per le misure angolari, e vale per qualunque disposizione della figura.

NOTIZIE

Per la ventilazione definitiva della galleria del Sempione (Veggasi la Tav. XVI). — Come è noto, il sistema ideato dall'ingegnere comm. Saccardo per la ventilazione delle gallerie, continua a dare ottimi risultati pratici al tunnel del Gottardo ed a quelli di Ronco e dei Giovi; ed ora lo si sta applicando ai due imbocchi della galleria di Pracchia, sulla linea Pistoia-Bologna.

Annesso all'ultimo rapporto trimestrale della Compagnia Giura-Sempione al Consiglio federale svizzero, troviamo il disegno dell'impianto per la ventilazione definitiva della galleria del Sempione, quale sarà fatto all'imbocco Nord, e che noi riproduciamo nella tav. XVI, aggiungendo qui le relative notizie esplicative, essendo per noi, come per i nostri lettori, molto interessante conoscere il modo con cui si è risolto il problema della ventilazione di quel lungo tunnel, a lavori compiuti e quando sarà in esercizio.

Il gran sotterraneo, come i lettori sanno, è propriamente costituito da due gallerie parallele (I e II), comunicanti fra loro mediante frequenti cunicoli trasversali, delle quali una sola sarà esercitata nei primi anni, e l'altra riceverà l'armamento e sarà messa in esercizio solo quando l'aumento del traffico lo renderà necessario.

Due ventilatori, del diametro ciascuno di m. 3,75, posti uno al disopra dell'altro, sono direttamente accoppiati a due turbine della forza di 250 cavalli ciascuna. Essi potranno funzionare in parallelo od in serie, somministrando nel primo caso 25 metri cubi d'aria per ciascuno alla pressione di 250 mm. d'acqua, e nel secondo caso 25 metri cubi d'aria complessivamente, alla pressione di 500 mm.

Questi ventilatori possono funzionare sia per aspirazione, che per compressione, secondochè converrà aspirare dal sotterraneo l'aria viziata, riversandola al di fuori, ovvero introdurre aria pura dall'esterno nell'interno del sotterraneo. Mediante l'apertura o la chiusura di un sistema di porte, l'aria potrà essere introdotta ed aspirata nella sola galleria principale, o in tutte due.

Gli imbocchi delle due gallerie saranno muniti di chiusure in tela da vela, dimodochè nessun pericolo potrà derivarne per i treni in caso di false manovre. Queste cortine possono essere sollevate ed abbassate tanto per mezzo di turbine speciali, quanto a mano.

Con un impianto analogo all'imbocco Sud, sarà provveduto in modo largo e sicuro alla ventilazione del gran sotterraneo, anche quando si avranno in esercizio le due gallerie.

(Rapport trimestriel, n. 11).

NECROLOGIA

L'Ingegnere Raffaele Canevari

N. IL 21 MARZO 1828, M. IL 18 LUGLIO 1900.

Di quest'insigne ingegnere idraulico, e valente architetto, che nato e vissuto in Roma, lasciò a perenne memoria della sua abilità e dell'amore allo studio, non che del culto per l'arte, opere monumentali, progetti e pubblicazioni tecniche di pregio indiscutibile, prese a dire l'ing. prof. Betocchi in apposita assemblea della Società degli Ingegneri che ha sede in Roma, il 27 maggio di quest'anno e dalla splendida necrologia degna in tutto dell'egregio collega che rimpiangiamo estinto, quale fu successivamente pubblicata nel fascicolo IV degli « Annali della Società » deduciamo le seguenti principali notizie.

Raffaele Canevari, il cui padre Giovanni Battista era pittore ritrattista celebratissimo ed accademico di San Luca, aveva cominciato collo studiare pittura; ma giunto all'età di quindici anni con geniale intuizione, superiore invero all'acerbità degli anni, avvisò i nuovi tempi, meglio che alle bellezze artistiche, favorevoli alle utili applicazioni della scienza, e preferì di rivolgersi agli studi tecnici; onde studiò dapprima privatamente, poi compì all'Università il corso di matematiche pure ed uscì dalla scuola di applicazione laureato Architetto-Ingegnere nel 1853.

Ma prima ancora, tratto dalla bufera del 1849 dai banchi scolastici alla difesa di Roma contro lo straniero, era entrato come volontario nel corpo del Genio Militare, e vi otteneva il grado di tenente in seguito al valore tecnico dimostrato durante l'assedio di Roma da parte delle armi francesi. Contro di queste condusse la difesa del Pincio, e trovò lode nel rapporto ufficiale indirizzato dallo stesso maresciallo Vaillant, comandante supremo delle forze francesi al proprio Governo.

Appena laureato, si occupò col giovane duca D. Leopoldo Torlonia, suo intimo amico, di problemi economici e poi di strade ferrate.

Alcuni suoi progetti di case operaie furono premiati nella Esposizione di Bruxelles del 1857.

Giovanissimo entrò nell'ufficio tecnico per la costruzione della ferrovia Roma-Civitavecchia, e indi a poco dalla Impresa concessionaria Debrousse gli venne affidata la direzione dei lavori.

Compiuta la ferrovia, il Canevari si occupò del progetto del ponte sospeso in ferro presso S. Giovanni dei Fiorentini, le cui catene di sostegno formate di grosse maglie invece che dei canapi composti di filo di ferro, costituivano a quei tempi una buona innovazione.

Contemporaneamente al ponte sovraddetto studiò ed attivò nuovi sistemi di molini ad acqua, e di qui ebbe origine la sua predilezione a quegli studi idraulici in cui doveva lasciare orma non peritura. Ebbe parte nelle prime ricerche per approvvigionare d'acqua Firenze, e si dedicò alla compilazione della carta idrografica ed idrometrica d'Italia. Fu tra i primi a riconoscere e proclamare la necessità di un servizio idrometrico in Italia, e favorì presso il Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio la nomina di una prima Commissione idrografica, di cui fece parte insieme col comm. Miraglia e coll'insigne geologo F. Giordano. Per effetto di quella Commissione si istituirono 17 stazioni pluviometriche e 7 idrometri nel bacino dell'Arno; 40 stazioni e 10 idrometri in quello del Tevere; 220 stazioni e 120 idrometri nella valle del Po; ed il Canevari spiegò quivi una iniziativa ed un'attività personale che la Commissione medesima sentì il bisogno di attestargli per mezzo del Ministero.

Nel 1876 veniva incaricato dal Governo degli studi sulla idrografia della Sicilia e delle Provincie meridionali e poco dopo, della statistica generale delle forze motrici idrauliche in Italia.

Avvenuta la memoranda piena del Tevere del 1870, il Canevari come i lettori sanno, venne chiamato a far parte della Commissione composta dei più illustri idraulici italiani per studiare e proporre i mezzi di rendere le piene del Tevere innocue alla città di Roma. Gli atti di quella Commissione attestano la parte attivissima presa dal Canevari negli studi e rilievi, ed i lettori conoscono pure le conclusioni di quella Commissione, confermate poi dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in favore del progetto Canevari che fu scelto a servire di base per la sistemazione del Tevere in Roma.

Il Canevari ebbe pure parte cospicua nei lavori della Commissione per il bonificamento dell'Agro romano, e le proposte sue informarono il relativo progetto di legge.

Come architetto il Canevari ebbe ad allestire il progetto di massima ed a dirigere i lavori per il palazzo erettosi in Roma a sede del Ministero delle Finanze, sul programma tracciato dal ministro Quintino Sella, facendo prodigi di attività e di valore sia nel compiere in poco più di 20 giorni il progetto definitivo coi computi metrici ed il preventivo della spesa che ascendeva ad 8.600.000 lire, sia nel risolvere le difficoltà imprevedute delle fondazioni in seguito alla scoperta di un'estesa rete di doppio ordine di gallerie sotterranee, essendosi ciò nondimeno riusciti a fondare in 18 mesi 5 chilometri di muri, ove a 12, ove a 14 e perfino a 20 metri di profondità, e con la sola eccedenza sul preventivo per questo titolo di 700 mila lire. Vinte le difficoltà delle fondazioni le ossature dell'edificio sorsero rapidissime, e sei mesi dopo si era alla copertura. La spesa totale di lire 9.522.567 compresi gli addizionali non contemplati nel preventivo, ragguagliata a metro quadrato raggiunge appena il costo delle comuni case d'affitto che si costruiscono in Roma.

Contemporaneamente alla costruzione del Palazzo delle Finanze in Roma, l'ing. Canevari faceva eseguire a Firenze per incarico di quel Municipio il suo progetto di approvvigionamento dell'acqua potabile mediante raccolta di sorgive con gallerie filtranti parallele all'Arno, e sollevamento delle acque medesime per mezzo di pompe azionate dalle acque dell'Arno medesimo, parzialmente derivate. L'importante opera è pregevole per la sua vastità e per alcune ardite costruzioni, principale fra queste la galleria attraverso l'Arno.

L'opera del Canevari posteriore al 1875 è precipuamente improntata allo studio costante dei mezzi atti ad accrescere la ricchezza della Nazione. Fino dal 1876 presentava un progetto per la utilizzazione agricola e industriale delle acque dell'Aniene derivate presso Tivoli, che approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ebbe poi esecuzione per opera della Società per le forze idrauliche appositamente costituitasi, di cui il Canevari fu ingegnere-capo e che oltre all'aver impiantato quattro distinti opifici industriali, quali il molino e pastificio Santini, la cartiera Segré, la trafiliera Beltrami e la fabbrica di lime Bono, ebbe anche il merito di fare l'impianto dell'illuminazione elettrica in Tivoli, che riuscì uno dei primi esempi in Italia di applicazione del sistema ad un'intera città, e di concepire ed avviare il piano grandioso ed ardito del primo trasporto di energia da Tivoli a Roma.

Ma un campo ben più vasto era quello concepito dal Canevari progettando il canale del Lazio, nell'intento di irrigare la parte più elevata della campagna romana a sinistra dell'Aniene, distribuendo per via e fin nella stessa Roma, considerevoli forze motrici. Ed il progetto ebbe pure l'approvazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e delle Commissioni per il bonificamento dell'Agro romano ma non poté aver seguito per una questione di priorità nella domanda di concessione, che fu invece accordata al Vescovale nel 1892.

Nel 1879 il Canevari fece per conto dello Stato il progetto e diresse la costruzione del Museo agrario e geologico a S. Nicolò da Tolentino, dell'Officina pel saggio dei metalli preziosi e dei pesi e misure, non che dell'Osservatorio meteorologico, opere tutte in Roma.

E tra le opere edilizie di minor conto da lui compiute nello stesso periodo sono da notarsi: il fabbricato di S. Domenico e Sisto, ed il fabbricato Zappelli, il cornicione del palazzo Mignanelli (1881) ed il restauro del palazzo Ruspoli in via S. Nicolo da Tolentino (1883).

Partecipò inoltre nello stesso anno 1883 al concorso per il palazzo del Parlamento e nel 1890 per incarico della Banca di Credito industriale romano allestiti il progetto di un nuovo palazzo per sede del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio.

Chiamato nel 1881 a far parte della Commissione reale per il monumento a Vittorio Emanuele, propugnò efficacemente la scelta del Campidoglio, come sede la più gloriosamente storica che la patria potesse assegnare per il monumento al Padre della patria.

Lo studio delle questioni tecniche riguardanti l'economia nazionale fu quello che continuò più specialmente ad informare l'attività del Canevari negli ultimi 25 anni di vita, e lo indusse alla continuata ricerca della migliore via di comunicazione tra Roma e il mare; donde avvenne che il suo primo progetto di canale navigabile fra Civitavecchia e Roma andò trasformandosi in un progetto di canalizzazione del Tevere; tanto più che nel 1893 il Canevari aveva concepito un sistema di sbarramento (del quale si munì di privativa nel marzo 1896) per canalizzare i fiumi nel doppio intento della navigazione e della produzione di forza motrice; sistema di sbarramento che proponeva di applicare al Tevere, al Volturno ed all'Aniene nel rispettivo tronco inferiore. Questo grandioso disegno, maturato e svolto attraverso gli anni, rafforzato con intuito vivo di modernità e con limpida coscienza di animo giovanile, occupò l'animo e la mente del nostro egregio collega sino alla tarda età di anni 72, in cui la morte lo sorprese. Tacendo, per amore di brevità, di tanti altri lavori di minore rilevanza, come collaudi, relazioni e pareri, e perizie giudiziarie, le quali d'altronde nulla più aggiungerebbero alla efficacia della commemorazione, facciamo l'augurio che molti ingegneri in Italia, e primo tra dessi il giovane figlio dell'illustre compianto collega, vogliano seguirne l'esempio.

(*Annali della Società degli Ingegneri, in Roma*).

BIBLIOGRAFIA

Le terme di Porretta. Studi e proposte per riforme e miglioramenti. — Op. in-4° di pag. 36, con una grande tavola litografica del paese e sue adiacenze. — Bologna, 1901.

Il paese di Porretta, di circa 2000 abitanti, adagiandosi (a 365 metri sul livello del mare) alle falde dell'Alto Appennino che separa l'agro bolognese dal pistoiese, è bagnato ai piedi dal fiume Reno, ed intersecato dal precipitoso torrentello, detto Rio Maggiore.

Le terme Porrettane stanno raggruppate in due distinte località: l'una in confine al Rio Maggiore, nella parte più alta del paese; l'altra fuori di Porretta, circa 900 metri a monte e sulla sponda sinistra del Reno, in limite alla strada nazionale per Pracechia e Pistoia.

Il primo gruppo comprende i bagni termali (tipo salino) del *Leone*, del *Bove*, delle *Donzelle* e del *Marte*, situati a cavaliere del Rio Maggiore, il quale, già nel secolo decimottavo, presentando in corrispondenza ai bagni una serie di cateratte, soggette alla forza corrodente delle acque, andò successivamente scavando ed abbassando il proprio alveo, allontanando così il pericolo di alluvioni che in antico seppellirono i bagni del Leone e del Bove, ripristinati poi; ma portando non lieve pregiudizio alle sorgenti allacciate nei bagni. Inquantochè lo sgorgo di queste restando ad un livello divenuto superiore all'alveo del Rio (formato dagli stessi strati di macigno miocenico, fra i cui interstizi o piani di clivaggio salgono, da profondità sconosciute, le acque termali), ebbero a manifestarsi delle scaturigini nel basso dell'alveo, naturalmente a detrimento delle sorgenti più alte. E per ovviarvi, si pensò di costruire sull'alveo stesso, nel tratto intermedio ai bagni, una platea la quale, a guisa di coperchio comprimente gli sgorgi, impedisse che le termali si disperdessero nel Rio. Gli uffici di questa platea si riscontrarono molto importanti per le terme, per cui la Provincia, quando andò in possesso delle terme, ebbe cura di perfezionare il lavoro, sostituendo alla platea che era di legname, un lastricato di macigno cementato sopra a un muramento in calce.

Il secondo gruppo, sulla sponda sinistra del Reno, comprende le sorgenti dette della *Madonna*, della *Puzzola* e della *Porretta vecchia* (tipo solforoso). Quivi gli allacciamenti delle acque sono più completi e meglio difesi, tranne per lo stabilimento Porretta vecchia, dove attraverso il greto del fiume attiguo al pozzetto di raccolta e più basso del piano dei bagni, sfuggono, a guisa di quanto si è accennato pel Rio Maggiore, acque termali che potrebbero essere utilizzate nello stabilimento. Da un altro canto le acque di piena del fiume, elevandosi di molto sul livello del pozzetto di raccolta, s'infiltrano per pressione fra gli interfiloni e le fessure del macigno e giungono talvolta a mescolarsi alle termali utilizzate, diminuendone la temperatura. Parecchi anni or sono venne costruita, all'esterno del fabbricato, una banchina in muramento fondata sul letto del Reno, e l'inconveniente dell'introduzione delle acque fredde era pressochè scomparso; ma la straordinaria piena del 1° ottobre 1893 avendo asportata completamente la

suddetta banchina, si sono rinnovate le infiltrazioni durante le grosse piene, e necessita quindi ripristinare la difesa con maggiori dimensioni e profondità di fondazione.

La topografia dei Bagni della Porretta risponde alle esigenze del giorno per una stazione di cura, nella quale grande sia l'affluenza delle persone, e vi si trova una importante stazione ferroviaria sulla linea Bologna-Firenze, nella quale fanno fermata tutti i sedici treni passeggeri che giornalmente vi transitano.

Presentemente negli stabilimenti del primo gruppo, in limite al Rio Maggiore, si utilizzano le acque termo-minerali per bagni con 19 tinzze; per bibita colle fonti del *Leone* e delle *Donzelle* e con scarsità per doccie comuni e retali nello stabilimento Donzelle.

Negli stabilimenti del secondo gruppo, in limite del Reno, sonvi 18 bagni, oltre le polverizzazioni; le bibite delle acque della *Puzzola*, della *Madonna* e della *Porretta nuova*, e tre sale per le inalazioni.

Nei diversi stabilimenti molto evvi da cambiare e da perfezionare, per ciò che riguarda gli apparecchi di cura, e sono da introdursi nuovi impianti per la varietà delle cure balneari ed idroterapiche, e per le disinfezioni. Le adiacenze delle terme, le strade d'accesso, i fabbricati provinciali per albergo, tutto si desidera venga riformato ed abbellito per corrispondere alle moderne esigenze della comodità, dell'igiene e dei progressi della idroterapia.

Col 31 ottobre del 1902 avendo termine l'attuale locazione delle Terme Porrettane, appaltate nel 1878 al signor Marco Nicolai di Porretta e Soci, la Deputazione provinciale si è accinta col massimo interesse a promuovere gli studi di quelle nuove opere che possano giovare al maggiore incremento di quelle antiche Terme, patrimonio prezioso di quella Provincia, ed ha incaricato il suo Ufficio tecnico, di cui è Capo l'ing. Ugo Brunelli, di esplicitare un programma di lavori comprendenti quelle riforme e quei miglioramenti giudicati necessari per condurre le Terme stesse al grado che è dovuto al loro intrinseco valore. Ed ora la Deputazione volle pubblicare per le stampe le suddette proposte, ritenendo che esse possano servire di base tanto ad un futuro contratto di appalto, quanto al programma dei miglioramenti che l'Amministrazione fosse disposta per proprio conto ad introdurre nell'esercizio delle Terme. Come risulta dalla Relazione dell'Ufficio tecnico, il primo lavoro da studiarsi e da attuare colla massima diligenza e la fine osservazione dell'idrologo, si è l'ispezione del sottoalveo del Rio Maggiore, dove si hanno numerose scaturigini di polle termali, una parte soltanto delle quali è presentemente utilizzata.

Anche alla Porretta vecchia, e più precisamente nella galleria esistente fra il detto stabilimento e la *Puzzola*, vuolsi ricercare nuove polle, aumentare la potenzialità delle esistenti ed impedire ogni eventuale mescolanza colle acque fredde.

Dipendentemente poi dalla maggiore o minor copia di termali che si potranno avere, sia utilizzando quelle che ora vanno disperse, sia scoprendone di nuove, le quali permettano di aumentare largamente il numero dei bagni, le proposte di riforme e migliorie sono state prudentemente riunite in due distinte categorie; la prima comprenderebbe quelle opere di carattere più urgente e che, indipendenti dall'aumento dei bagni, sarebbero sempre da eseguirsi; la seconda riflette quelle proposte che, in seguito a notevole aumento della portata delle termali, sarebbero da aggiungersi alle preaccennate, come nuovi impianti di bagni ed opere di corredo per mettere Porretta a livello delle prime stazioni balneari d'Italia.

La prima categoria comprende i lavori di scoprimento ed ispezione del sottoalveo di sistemazione e difesa del Rio Maggiore e del Reno; e quelli per la derivazione d'acqua fredda ad uso dello stabilimento (L. 55,000); le opere necessarie per risanamento di vecchi e costruzione di nuovi camerini, impianto di latrine, di stufe per disinfezioni, di pompe ed attrezzi per lavanderie, rinnovazione di condutture interne ed esterne, lavori da fontaniere, acquisti di apparecchi di cura, ecc. (L. 248,000); gli escavi e tagli di macigno nella galleria sotterranea tra Porretta vecchia e la *Puzzola*, per rintracciare nuove sorgenti termali solforose e la formazione di una grotta sudorifera (L. 15,000); infine, lavori stradali, di giardinaggio, espropriazione ed imprevisti (L. 47,000). In totale, adunque, per opere necessarie ed urgenti L. 365,000. Poi verrebbero le opere d'ingrandimento dei diversi stabilimenti, per fare posto a nuovi bagni, la spesa di un fabbricato apposito per la direzione medica e l'amministrazione, quelle di un grande albergo, dell'ampliamento del piazzale con copertura di buon tratto del Rio Maggiore, di una nuova strada di più comodo accesso alle Terme, e di una strada panoramica o passeggiata di piacere sul Monte della Croce; il tutto preventivato nella cifra ancora più bella di L. 725,000. Avvertasi che nei preventivi di cui sopra non sono comprese le spese per l'arredamento dei locali negli stabilimenti e fabbricati di corredo.

Come ognuno vede, l'assettamento generale della stazione balneare di Porretta, è impresa che richiede forti capitali, e la sua potenzialità industriale è tutta riposta nella possibilità di conseguire la maggiore raccolta e la migliore utilizzazione di quelle acque, le cui virtù medicinali sono celebrate da secoli, e delle quali l'esimio idrologo Schivardi scrisse nell'*Annuario delle acque minerali* (Lipsia, 1878) che l'Italia possiede una sola acqua clorurato-sodica importante: la Porretta.

G. SACHERI.

Fig. 1. — Planimetria generale delle opere necessarie a preservare la città di Roma dalle inondazioni del Tevere.

STATO DELLE OPERE AL DICEMBRE 1900	eseguite	arginature	=====
		muraglioni	=====
		collettori	=====
	in corso di esecuzione	muraglioni	- - - - -
		collettori	- - - - -
	da eseguirsi	arginature	
		muraglioni	
		collettori	

Scala di 1 : 4000.

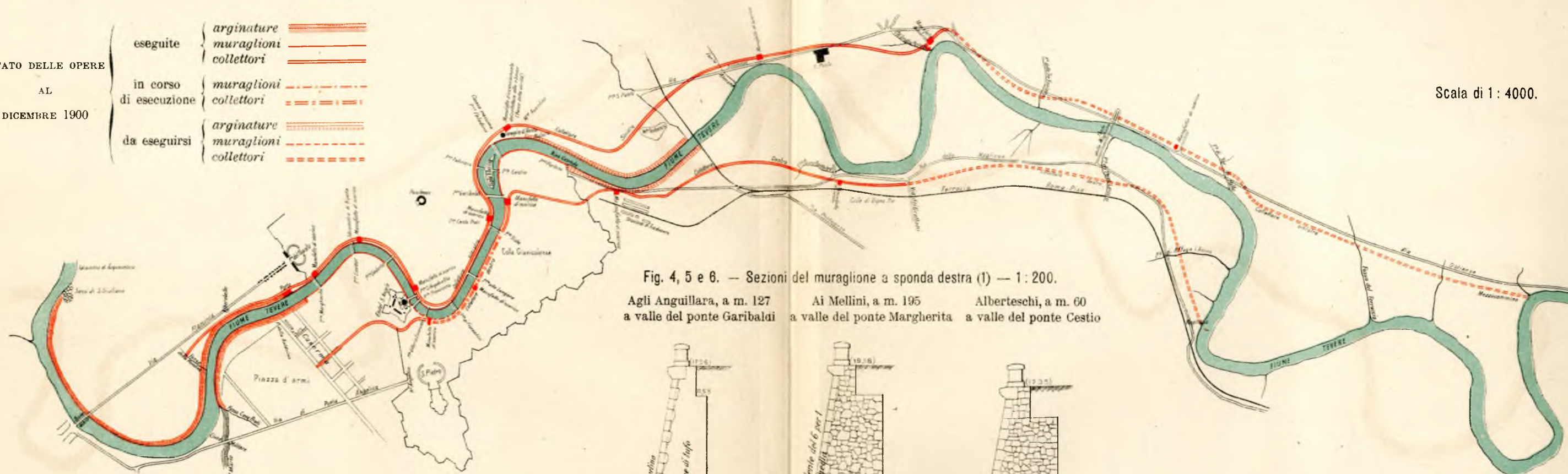


Fig. 4, 5 e 6. — Sezioni del muraglione a sponda destra (1) — 1 : 200.

Agli Anguillara, a m. 127 Ai Mellini, a m. 195 Alberteschi, a m. 60
a valle del ponte Garibaldi a valle del ponte Margherita a valle del ponte Cestio

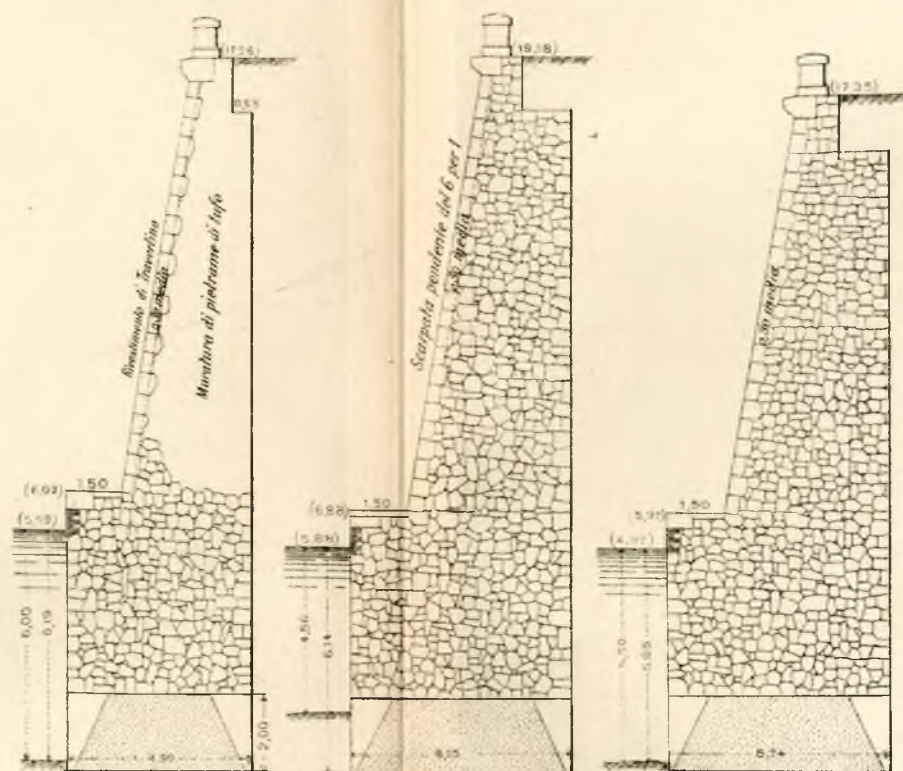


Fig. 7 e 8. — Sezioni dei collettori all'origine — 1 : 200.

(a sinistra)

(a destra)

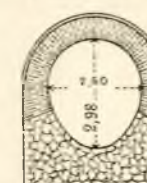
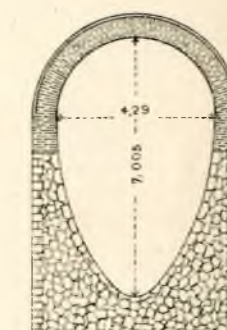
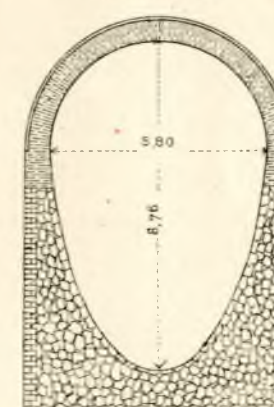


Fig. 9 e 10. — Sezioni dei collettori all'estremo — 1 : 200.

(a sinistra)

(a destra)



(1) NB. — La linea di fondo venne desunta dai rilievi eseguiti dopo la piena del 2 dicembre 1900.

Fig. 2. — Sistemazione delle sponde con arginatura nei tratti suburbani — 1 : 500.



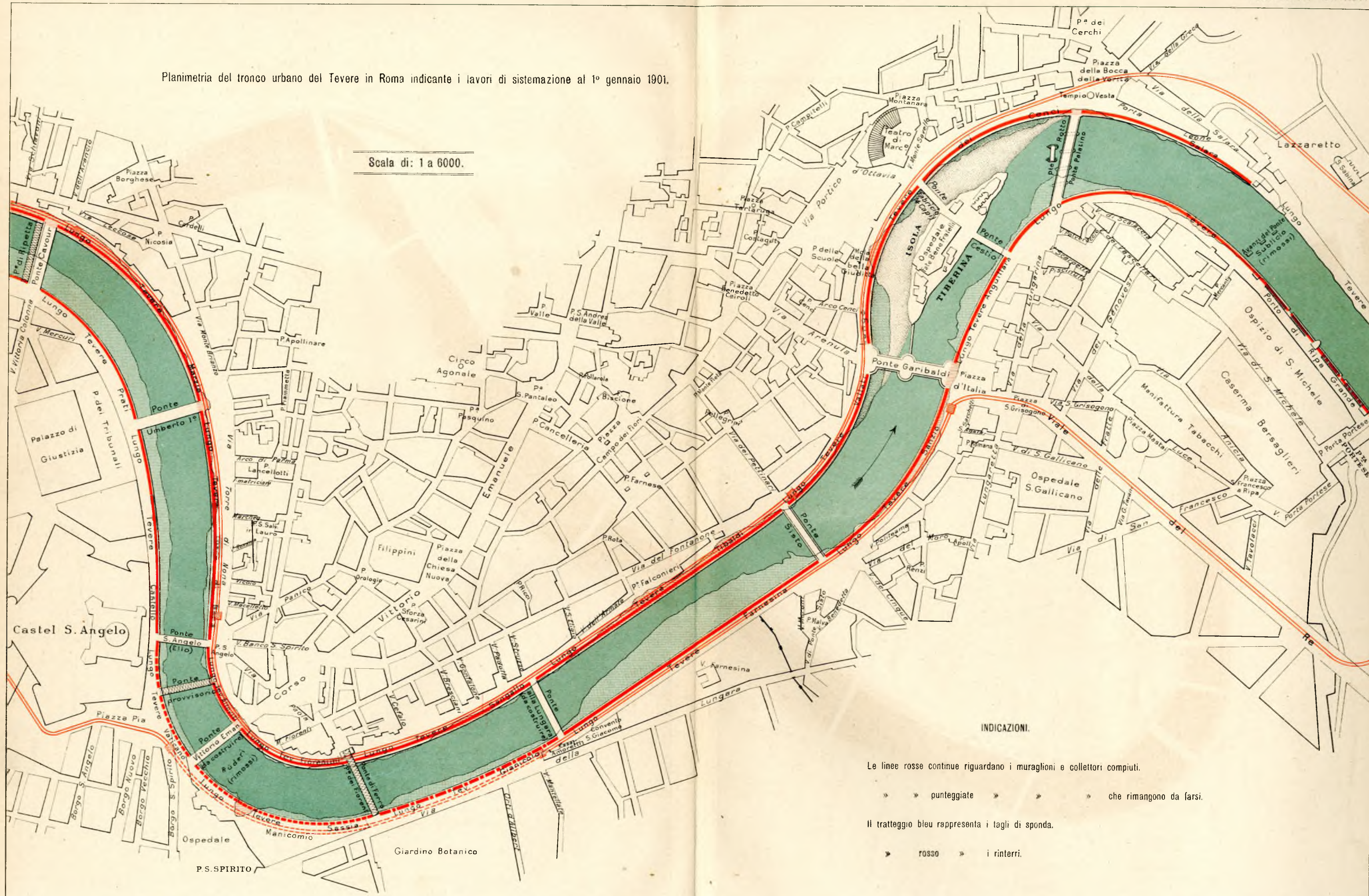
Fig. 3. — Sistemazione delle sponde con muraglioni nel tratto urbano — 1 : 500.

Sagoma di banchine della larghezza di 8 metri (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).
» » » 15 metri (Commissione di Vigilanza).



Planimetria del tronco urbano del Tevere in Roma indicante i lavori di sistemazione al 1° gennaio 1901.

Scala di: 1 a 6000.



INDICAZIONI.

Le linee rosse continue riguardano i muraglioni e collettori compiuti.

» » punteggiate » » che rimangono da farsi.

Il tratteggio bleu rappresenta i tagli di sponda.

» ROSSO » i rinterri.

Fig. 3. — Sezione trasversale E F G H.

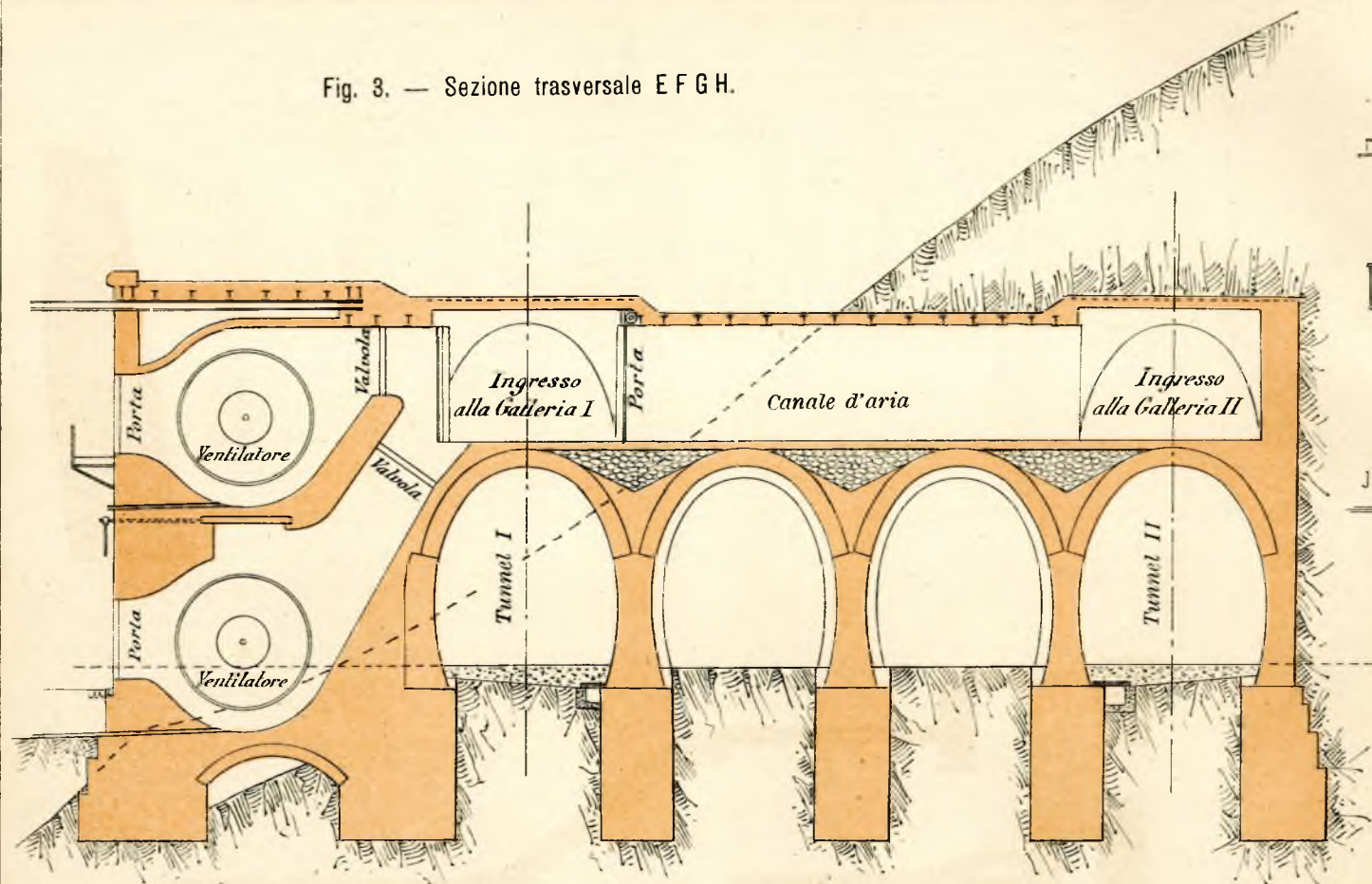


Fig. 2. — Sezione orizzontale J K

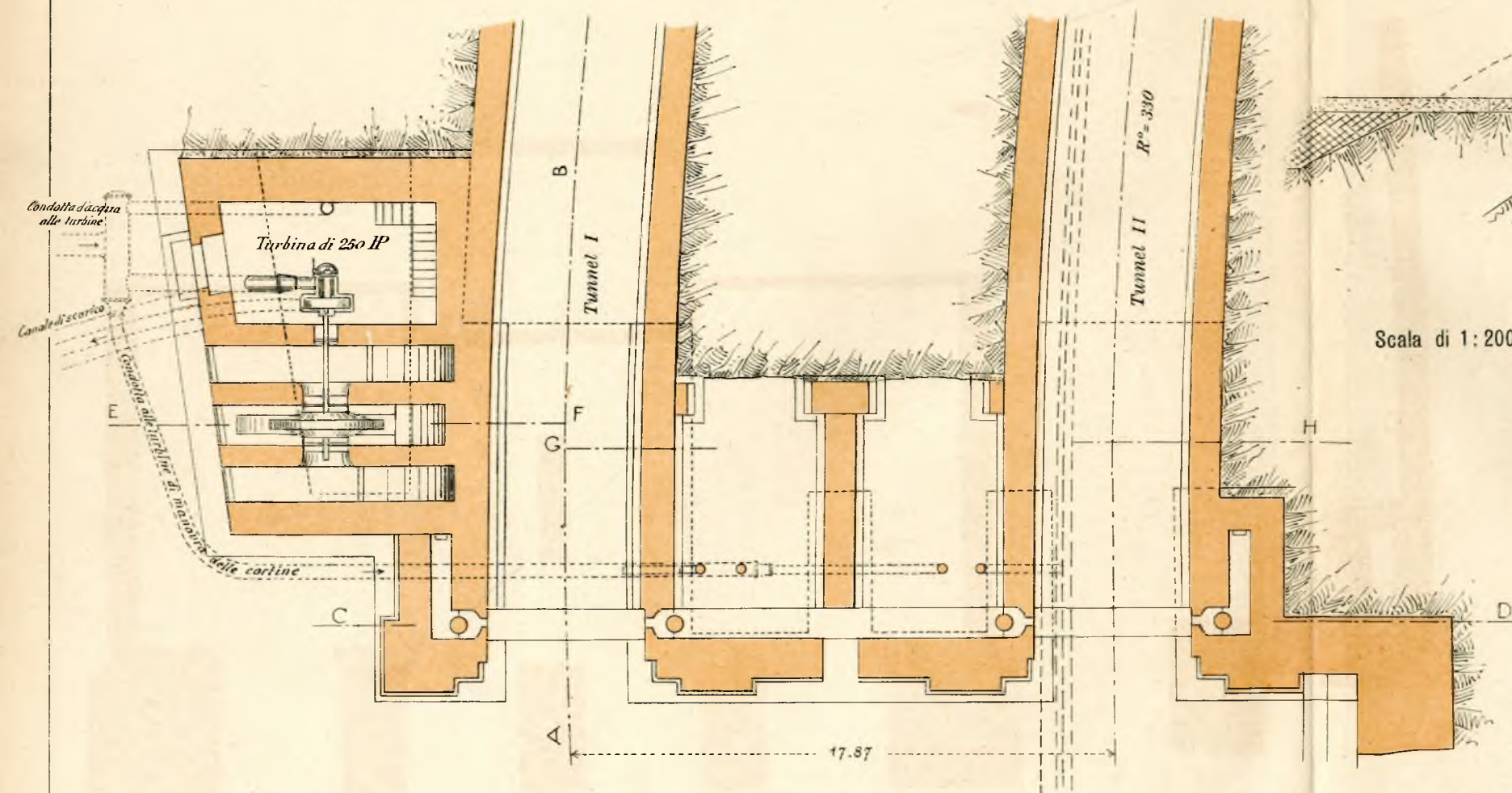


Fig. 1. — Prospetto dell'imbocco Nord.

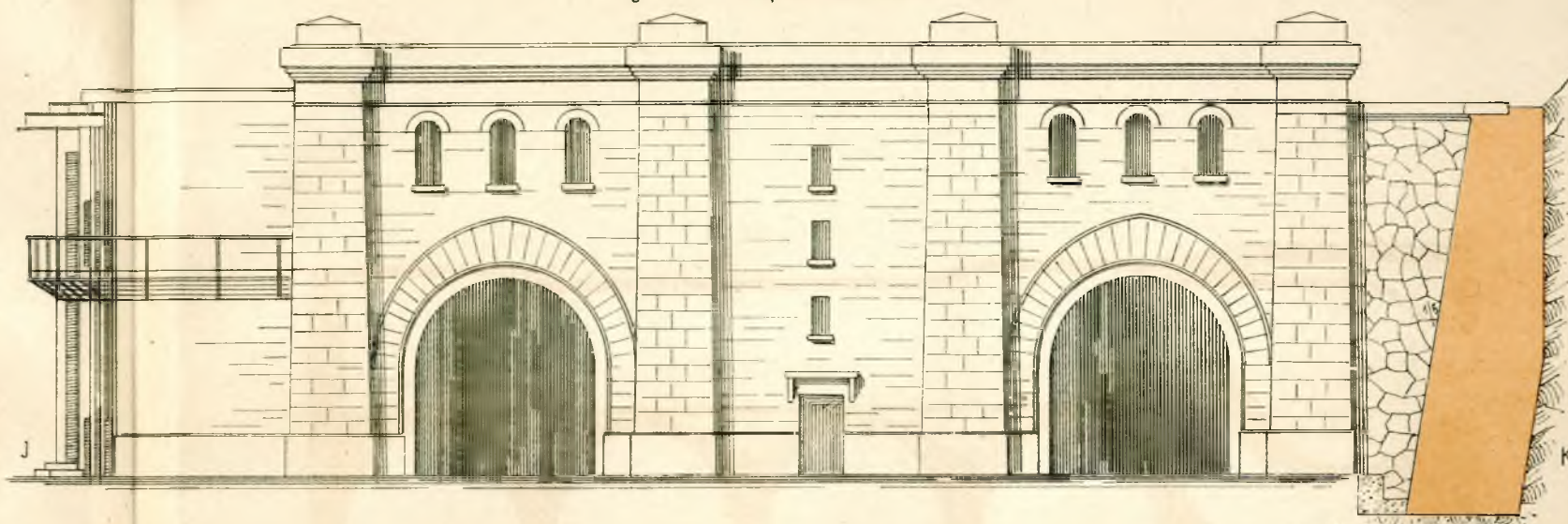


Fig. 4. — Sezione longitudinale A B.

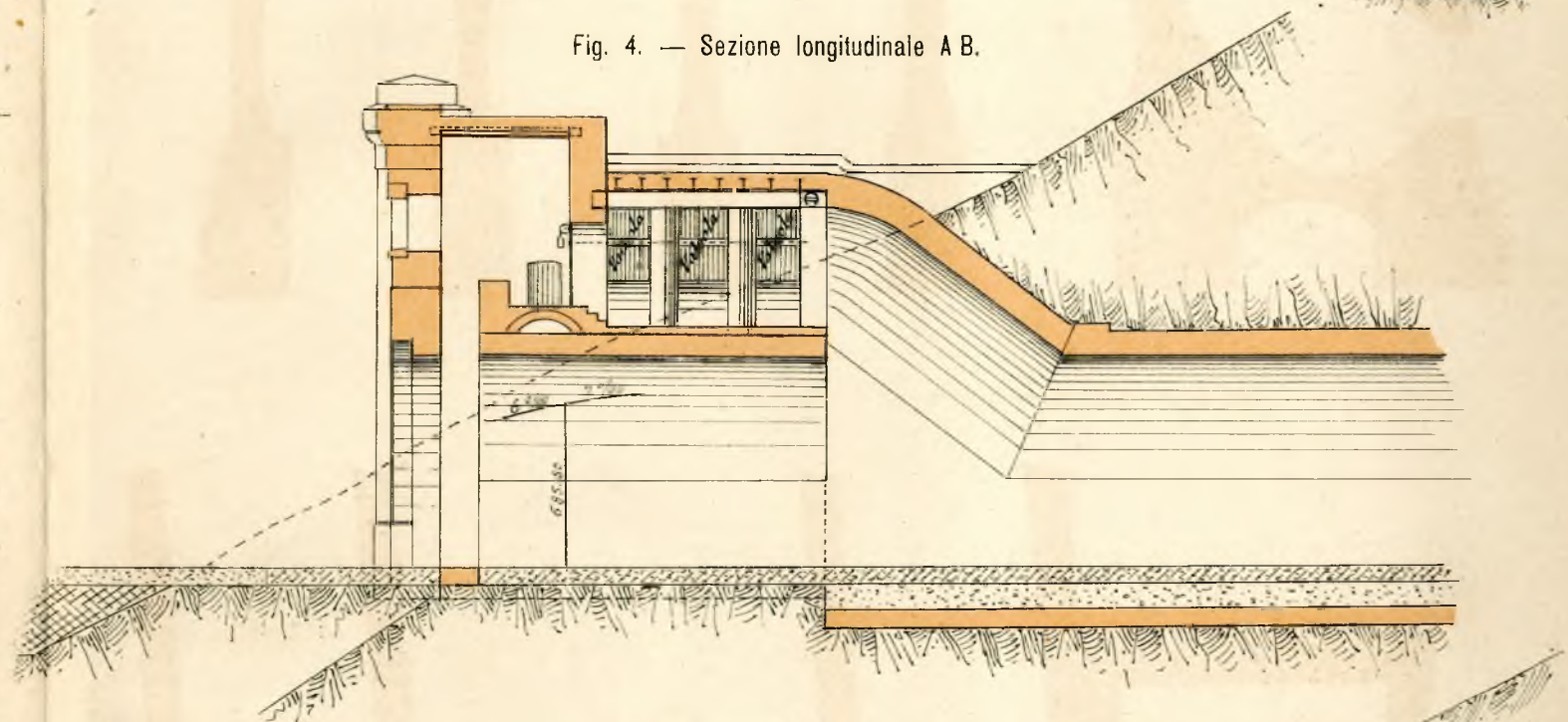


Fig. 5. — Sezione trasversale C D.

Scala di 1:200.

