

ING. GAETANO POSTIGLIONE

L'ACQUEDOTTO PUGLIESE

CONFERENZA TENUTA A FOGGIA AI LAUREANDI INGEGNERI
DELLA R. SCUOLA D'INGEGNERIA DI PADOVA

*Estratto dagli « Annali della R. Scuola d'Ingegneria di Padova »
Anno II (1926) - N. 1.*

PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1926

A nome del Consiglio d'Amministrazione dell'Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese, che ho l'onore di presiedere, ringrazio vivamente gli egregi Professori Marzolo e Veronese ed i giovani colleghi, qui convenuti dalle aule gloriose della dottissima Scuola di Padova, maestra nella idraulica e nella tecnica idraulica, per visitare il nostro Grande Acquedotto.

Per una più utile riuscita della visita esporrò le linee principali dell'Acquedotto, descrivendo brevemente le opere ed i lavori che lor Signori visiteranno in questi giorni di gradita permanenza tra noi.

Gli egregi professori sentiranno ripetere dati, notizie e considerazioni a loro già note; vorranno usarmi benevola attenzione. Le considerazioni che verrò svolgendo sono rivolte ai colleghi più giovani i quali avranno modo di osservare, nella multiforme varietà delle opere che visiteranno, le soluzioni pratiche più diverse di tanti problemi incontrati o sorti nel corso dei loro studi.

Lor Signori sanno che l'Acquedotto Pugliese è di fatto il più lungo ed il più esteso del mondo.

Serve sei provincie, più di 2 milioni e 500 mila abitanti sparsi su circa 20 mila Km² di territorio e, ad opere compiute, sarà lungo 2670 Km. La figura 1 mostra, grosso modo, l'Acquedotto Pugliese in confronto dei maggiori acquedotti moderni, come portata e come sviluppo lineare. L'Acquedotto di Colgardie in Australia è lungo 564 Km. con una portata di circa 300 litri al secondo; ed il grande Acquedotto di Catskill in servizio di New-York, con la considerevolissima portata di 26 mc. al secondo, ha la lunghezza di meno della decima parte dell'Acquedotto Pugliese. Questo risolve il problema gravissimo dell'approvvigionamento di acqua potabile per una intera regione, che, anche

nei tempi del suo massimo splendore, subì la tara di questa deficienza.

L'Acquedotto porta in Puglia le acque del Fiume Sele, che nasce a Caposele, piccolo borgo



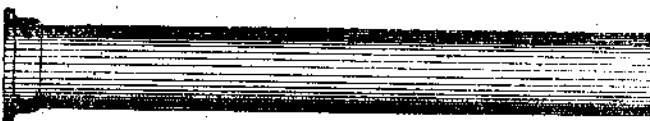
ACQUEDOTTO CATSKILL (New-York)
Lunghezza Km. 144 - Portata mc. 268.



ACQUEDOTTO LOS ANGELES (CALIFORNIA)
Lunghezza Km. 378 - Portata mc. 110.



ACQUEDOTTO COOL GORDIE (W. AUSTRALIA)
Lunghezza Km. 564 - Portata mc. 0.3.



ACQUEDOTTO PUGLIESE (ITALIA)
Lunghezza Km. 1600 - Portata mc. 5.5

Fig. 1

della Provincia di Avellino, raccogliendole alle sorgenti.

Non v'era modo migliore di risolvere l'angoscioso secolare problema. In Puglia mancano sorgenti, mancano corsi d'acqua perenni a forte portata, e le falde freatiche, mentre hanno qualche

PIANTA DELLE SORGENTI DEL SELE
opere eseguite per l'allacciamento delle sorgenti

Scala 1/900

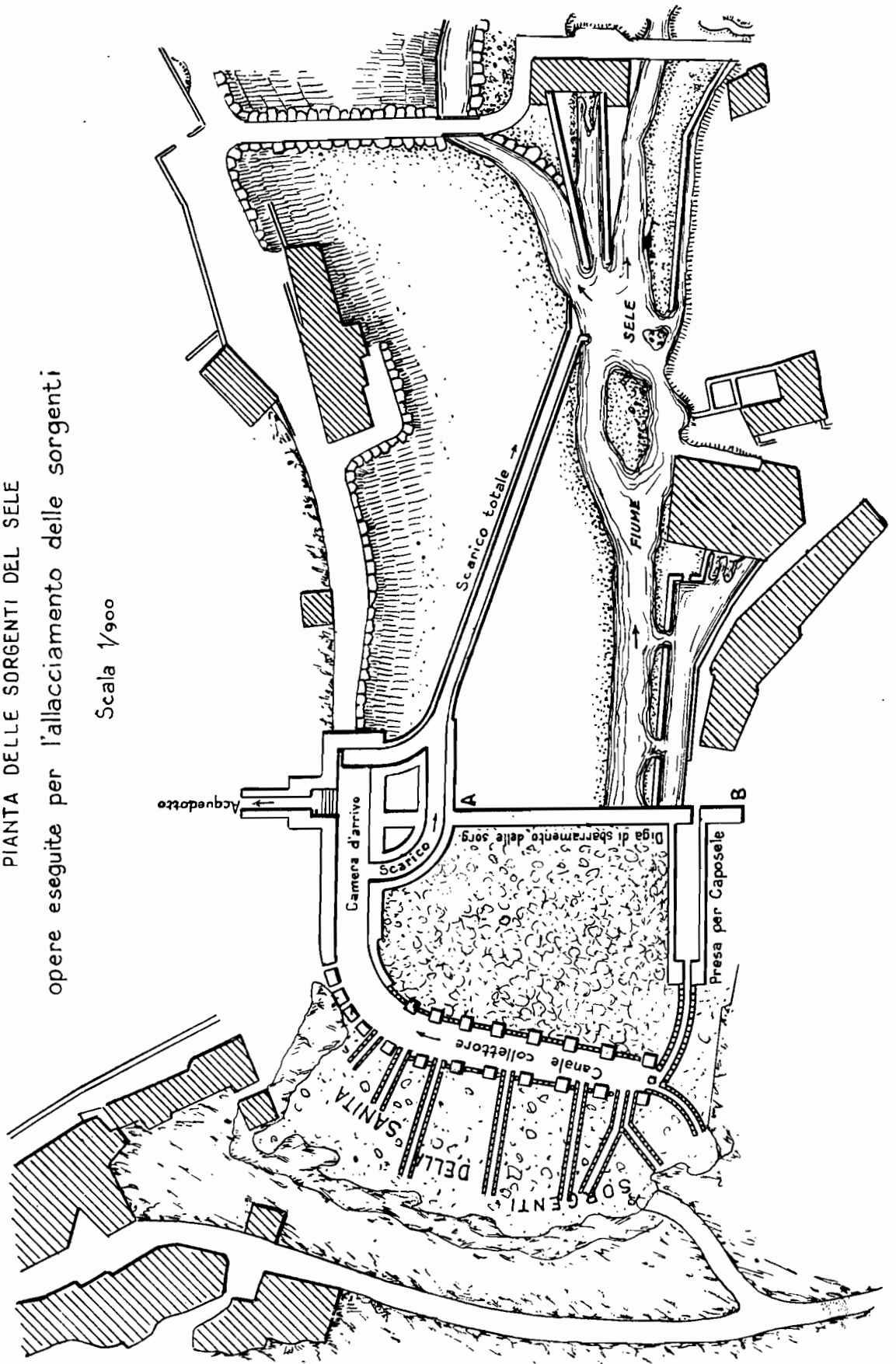


Fig. 2

abbondanza nella Capitanata e nel Leccese - pur dando molte volte acque non potabili - sono scarsissime e assai localizzate in Terra di Bari, ove l'altipiano delle Murge, costituito da formazioni calcaree del cretaceo, di grandissima potenza, declinanti verso l'Adriatico, restituisce a questo rapidamente le piogge autunno-invernali che vi cadono piuttosto scarse, o con totali annui dai 400 ai 600 m/m. Impossibilità quindi, o quasi, di dare l'acqua alla Provincia di Bari, trovandola in posto; difficoltà, insufficienza e deficienza di qualità delle acque di Capitanata e del Leccese, agli scopi di un moderno ed organico servizio di approvvigionamento di acqua potabile.

E poichè d'altra parte tutto il versante adriatico dell'Appennino Lucano non ha sorgenti di rilievo, nè la costituzione permeabile dei terreni collinosi murgesi consente la creazione utile di laghi artificiali, si è dovuto cercare le sorgenti sul versante tirrenico dell'Appennino e precisamente alle falde del gruppo montuoso compreso tra Avelino, Campagna, Salerno, che, spingendosi verso Sud-Ovest nel Tirreno fino alla Penisola Sorrentina, si riattacca verso levante alla catena appenninica tra Bagnoli Irpino e Caposele.

La costituzione litologica di questo importante massiccio (calcareo-dolomitico) riportabile per la sua formazione al Trias medio e al Cretaceo, rende possibile l'assorbimento, in notevole misura, dell'acqua meteorica e la conseguente formazione di numerose sorgenti.

Quelle che servono l'Acquedotto Pugliese sgorgano presso Caposele alle falde del Monte Paflagone, contrafforte del Cervialto, che con i suoi 1810 metri è la più elevata cima del succitato gruppo montuoso.

Hanno esse i caratteri delle sorgenti di *sforamento*, manifestandosi laddove ha minor quota l'orlo dei terreni stagni che recingono il massiccio permeabile, e che ne fanno un serbatoio di accumulazione acquifera, con gli sversatori nei punti più bassi del circostante orlo impermeabile.

Le sorgenti della Sanità (*fig. 2*) vengono fuori dei crepacci di una grande parete rocciosa-calcareea, circolando attraverso una massa detritica cementata dall'azione delle acque.

L'acqua si manifestava sgorgando per molte polle nell'interno di casette, che per la frescura prodotta dall'acqua erano adibite a deposito di vino, od all'aperto, come presso la Chiesetta detta della Sanità, lungo un arco racchiudente il bacino ove si riunivano per proseguire poi verso il fondo valle, suddividendosi e riunendosi ancora nell'alveo del Sele.

La quota di sgorgo è variabile dai 420 a 423 metri sul mare, da Sud a Nord, fin dietro la vecchia Chiesa della Sanità.

Lo studio geognostico della zona delle sorgenti venne accuratamente fatto dall'illustre Ispettore Capo delle Miniere Ing. L. Baldacci. Furono tra l'altro eseguite alcune sezioni del terreno, in base a fori di scandaglio, da cui risultò che il calcareo cretaceo formante l'ossatura del sottosuolo trovavasi a poca profondità. Gli strati superficiali del terreno che copre i calcari e riempie le depressioni sono recenti e, come si è detto, di natura detritica: costituiti da frammenti di arenarie, da sabbie più o meno fini, e da frammenti calcarei. Tra questi ed il calcareo cretaceo sono interposti i terreni impermeabili della formazione eocenica, con alternanza di banchi di molasse ed argille. La ripida parete calcarea da cui sgorgano le sorgenti è originata probabilmente da una grande faglia con rigetto, che ha determinato l'abbassamento dei terreni impermeabili dell'eocene, costituendo quindi uno sfioratore di superficie del bacino acquifero sotterraneo. Con il loro continuo defluire, per altro, le acque hanno eroso i terreni dell'eocene, asportandoli in parte, e formando una buca ove esse affluiscono e che costituisce il luogo di riunione delle polle già naturalmente allacciate perchè, la cavità suddetta, riempita di materiale detritico, ha il fondo e le pareti nei terreni impermeabili.

Avendo ben presente questa sommaria descrizione del sottosuolo delle sorgenti e l'importantissimo dato di fatto che le sorgenti potevansi ritenere naturalmente allacciate, lor Signori possono facilmente rendersi ragione del sistema delle opere di presa, costituite fondamentalmente (*v. fig. 2*):

- 1° - da un canale di raccolta e di avviamento delle acque;
- 2° - da uno sbarramento, a conveniente altezza, del varco per il quale le acque si versavano, dalla buca di raccolta, a valle.

Un canale collettore è costruito quasi nel mezzo del bacino naturale di riunione, per raccogliere e portare tutte le acque verso l'estremità Nord. Il canale ha il fondo naturale nel terreno detritico e le pareti laterali filtranti ad archi e pilastri in muratura. La pendenza del canale è del 5 ‰; la larghezza è variabile da m. 3 a m. 5, con fondo alla quota media di m. 419.

Al suo estremo Nord esso si prolunga con un tratto tutto in muratura, che si innesta alla camera di raccolta ove è l'incile dell'Acquedotto. I vani tra i pilastri sono riempiti con blocchi cubici di calcestruzzo di m. 0,60 di lato e distanti 15 cm.

tra loro. La copertura del canale è costituita da un solaio in cemento armato.

Completano il drenaggio del masso detritico 12 cuniculi trasversali che, intestandosi contro la roccia, nei punti ove si manifestano le polle maggiori affluiscono nel collettore. Hanno anch'essi il fondo naturale e le pareti formate con blocchetti di calcestruzzo, e sono coperti con lastroni di calcestruzzo posati a secco. Tra i cuniculi, il canale e la roccia, rimosso il terreno detritico, è stato creato un vespaio di grossi massi, ai fini di un maggiore richiamo delle acque. Tale vespaio a valle è stato arrestato alla linea oltre la quale non sorgeva più acqua dal fondo ed il vuoto fino alla diga di sbarramento è stato riempito con terreno argilloso costipato. Sia sul vespaio che sul terreno argilloso è stato gettato uno strato di 30 cm. di calcestruzzo con tegumento idrofugo, e successivamente, si è eseguito un riempimento di terra. Si è così assicurata la protezione igienica assoluta del capo fonte dell'Acquedotto.

La diga di sbarramento, la seconda delle opere essenziali di presa, assicura che nessuna parte dell'acqua si versi a valle.

La linea di posizione della diga coincide in pianta, con la linea *A B* (v. fig. 2). Essa è impiantata con le fondazioni e le testate nelle molasse argillose impermeabili, e raggiunge col ciglio la quota 422,15, cioè m. 2,15 al disopra della quota media di sgorgo delle sorgenti. La diga ha lo spessore di m. 2 ed è costruita in calcestruzzo di cemento e pietrame con malta idraulica.

Al canale collettore, lungo m. 55, fanno seguito: (v. fig. 2).

1° - un canale d'arrivo, cui si è già accennato, a pareti impermeabili, lungo m. 17, largo m. 5 all'origine e m. 4 all'estremo inferiore, con pendenza uguale a quella del collettore.

2° - una camera di raccolta di m. 4 x 3,50, con un allargamento a m. 3 x 5, posta all'estremo del canale d'arrivo.

Nella parete opposta al canale d'arrivo sono aperti due cuniculi chiusi con doppie paratoie verticali che danno accesso alla camera di scarico da cui si inizia il canale di scarico. Sulla parete settentrionale della camera di raccolta è ricavato l'incile dell'Acquedotto con il fondo alla quota di m. 417,78. Il canale di scarico è lungo m. 74 con la pendenza del 2‰ e sbocca nell'alveo del Sele. Ad esso si unisce uno scarico sussidiario per mettere all'asciutto la camera di raccolta, con la manovra di apposita paratoia cilindrica, ed esso

riceve anche lo scarico dei Gregotti della camera di raccolta. Al di sopra delle camere di arrivo e di scarico è costruito il manufatto di manovra con gli apparecchi per la manovra delle saracinesche.

Per la misura delle acque, a circa m. 350 a valle dell'incile è stata formata una vasca di calma lunga m. 18 e larga m. 5. Da detta vasca, mediante stramazzo Bazin, con soglia a spigolo vivo in bronzo, a quota di m. 419,10, l'acqua si versa in una sottostante camera di raccolta e prosegue nell'Acquedotto. In apposito manufatto laterale sono sistemati gli idrometri per la lettura dell'altezza d'acqua sullo stramazzo.

All'altro estremo del canale collettore è costruito un piccolo edificio per la derivazione di una portata variabile da 250 a 500 l. al secondo, assegnati per legge al Comune di Caposele. Esso consiste in un canale derivatore, col fondo più basso di quello del collettore; in una vasca di calma preceduta da una paratoia verticale di chiusura ed in uno stramazzo tipo Cipolletti. Completa le opere suddette un muro di cinta a protezione delle sorgenti. La Chiesetta della Sanità fu demolita per dar posto alle opere di allacciamento e fu ricostruita al di fuori del muro di protezione.

Ho rapidamente descritto a Lor Signori le opere di presa e di misura; maggiori dettagli potranno essere osservati sul posto.

Prima di dir Loro dell'Acquedotto propriamente detto, voglio accennare alla qualità e quantità dell'acqua delle sorgenti. La portata delle sorgenti varia sensibilmente durante l'anno, offrendo un massimo ed un minimo. Il primo si verifica più frequentemente nel maggio, e qualche volta nel giugno e nel luglio; il secondo nel novembre, e qualche volta in dicembre o in gennaio. Il massimo di portata si raggiunge quindi in estate, quando maggiore è il consumo. Poichè i mesi di massima pioggia sono, per la regione, in autunno ed inverno, se ne deduce che l'acqua impiega sei mesi prima di giungere alle sorgenti.

La differenza di portata tra la massima e la minima oscilla dal 7 al 30 % della massima e quella tra le medie e le minime dal 3 al 25 % della portata media. Il valore medio delle portate minime dal 1901 al 1907 è di m. 4.03. Dal 1920 al 1924 è di mc. 3.360.

Il valore medio delle portate medie dal 1901 al 1907 è di 4.64. Dal 1920 al 1924 è di m. 3.942.

Il valore medio delle portate massime dal 1901 al 1907 è di mc. 5,3 e dal 1920 al 1924 è mc. 4.520.

Ho distinto due periodi per le medie delle

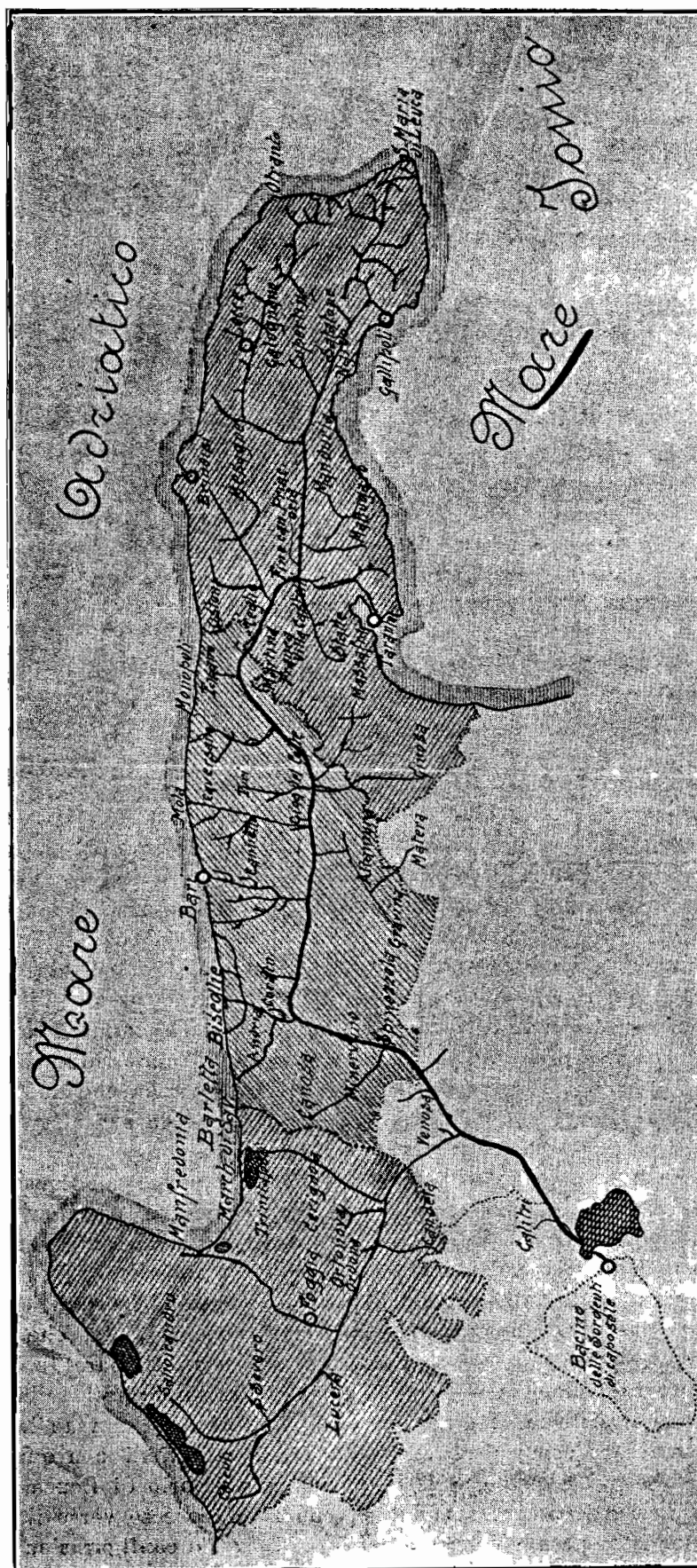


Fig. 3

portate, perchè fino al 1907 la misurazione di esse avveniva con metodi meno precisi di quelli attuali.

L'area del bacino di alimentazione delle sorgenti è delimitata dalla linea segnata nella *fig. 3*. Ha forma quasi triangolare e superficie di 144,80 kmq.; le sorgenti della Sanità sgorgano quasi ad uno dei vertici di questo triangolo. Si trovano pertanto nelle condizioni più favorevoli, perchè, come a Lor Signori è noto, la perennità di sorgenti in terreni calcarei è in ragione inversa del percorso sotterraneo delle acque, e quindi per un bacino triangolare la posizione migliore è ai vertici.

Il valore più basso delle portate minime non è mai sceso al disotto di mc. 3 al secondo. Poichè peraltro è possibile allacciare altre sorgenti, tutte le opere dell'Acquedotto sono proporzionate alla portata iniziale di mc. 6,3 al secondo.

L'acqua è batteriologicamente pura.

La durezza, in gradi francesi, è 14.

La temperatura oscilla tra 8°, 8 e 9° centigradi alle sorgenti; a Taranto, dopo circa 300 km. di percorso, essa è di appena 12°.

PIANO GENERALE DELL'ACQUEDOTTO

La corografia (*fig. 3*) dà l'idea d'insieme dell'Acquedotto Pugliese e della sua grande estensione.

Più che di un solo acquedotto si tratta di molti acquedotti.

La via d'acqua massima è il Canale Principale.

Da Caposele, traversati gli Appennini con un complesso di oltre 55 Km. di gallerie, e le Murge con una grande galleria di oltre 16 Km. di lunghezza, da Ovest ad Est, esso porta l'acqua fino a Villa Castelli in Provincia di Lecce, mantenendosi sempre sulle Murge, a quota tale, da distribuire sotto carico naturale l'acqua alla maggior parte degli abitati, mediante le diramazioni che da esso si distaccano.

Il Canale Principale può quindi considerarsi a sè, e legato alle diramazioni solo dalle quote di derivazione e dalle portate che eroga lungo il percorso.

Per ciascuna delle provincie Foggia - Bari - Lecce e Taranto, è diverso il sistema di diramazioni: che possiamo considerare come altrettanti *acquedotti provinciali*.

La Provincia di Foggia non è attraversata dal Canale Principale. Per servirla, presso Venosa, si distacca dal Canale Principale una diramazione primaria, formata da un primo tronco in cunicolo

a pelo libero e da un secondo in condotta forzata, per la lunghezza complessiva di Km. 114.

Da questa diramazione primaria, che possiamo ritenere come il canale principale per la Provincia di Foggia, capace della portata di mc. 1,3 al secondo, si distaccano diramazioni secondarie, in condotta forzata, per la lunghezza unita di Km. 215, alimentanti 19 serbatoi della complessiva capacità di 47.000 mc. e 28 abitati.

La Provincia di Bari è attraversata dal Canale Principale in tutta la sua lunghezza, con direzione parallela alla costa. Il Canale Principale si mantiene sui calcari cretacei delle Murge alla quota media di 350 m. sul mare. I maggiori centri abitati della Provincia si trovano al disotto di tale quota verso il mare. Essi sono serviti da una fitta rete di diramazioni, distaccantisi dal Canale Principale per la lunghezza totale di 320 Km. e alimentanti 50 serbatoi, della capacità complessiva di oltre 100 mila mc., e 57 abitati. L'approvvigionamento idrico dei paesi a quota maggiore del Canale, posti nei punti più alti delle Murge, o sul versante di queste verso l'Appennino, è assicurato da impianti di sollevamento termici od idraulici, come accennerò in seguito.

La Provincia Ionica è servita da tre gruppi di diramazioni. Alla parte occidentale della provincia provvede il gruppo che fa capo al nodo di Gioia del Colle sul Canale Principale, con la diramazione per Laterza e Ginosa e quella per Castellaneta, Mottola, Palagianò, Massafra. La parte centrale della Provincia è servita dal gruppo di diramazioni che si distacca dal Canale Principale al suo termine presso Villa Castelli, e la parte Orientale sarà servita, come dirò in seguito, a mezzo del Grande Sifone Leccese.

La Provincia che ha richiesto la soluzione più singolare per la sua alimentazione è stata la Provincia di Lecce.

Al massiccio montuoso delle Murge che termina, presso a poco, su una trasversale alla linea di costa passante per Villa Castelli, ove il Canale Principale raggiunge la quota di m. 323,30, succede l'ampia bassura compresa fra i due mari, il Tirreno e lo Ionio, che forma il Tavoliere di Lecce. Questa bassura, nella quale sono posti i centri più importanti della provincia, si distende al di là di Lecce da un lato e di Nardò dall'altra e si eleva quindi con quote di oltre 200 metri, nel promontorio di Leuca - il Tallone d'Italia - con ripe scoscese verso il mare.

La varia configurazione sopra accennata - una grande depressione, leggermente ondulata, tra due altipiani - e la grande estensione di quella pro-

vincia ha richiesto lunghi studi, perchè le opere occorrenti per estendere il beneficio dell'acqua alle sue diverse parti si presentavano particolarmente complesse.

L'idea dei primi progettisti, la più naturale del resto, fu quella di un grande sifone, con servizio lungo il percorso e la camera di carico sull'altipiano delle Murge al termine del Canale Principale, e la camera di arrivo sull'altipiano della Penisola Salentina. Questo colossale sifone sarebbe stato lungo circa 180 Km., con carichi superiori ai 200 metri d'acqua e, per la mancanza di quote opportune per la ubicazione dei serbatoi, avrebbe alimentato direttamente i centri urbani. Difficile ne sarebbe stato quindi l'esercizio, ed assai costosa la costruzione.

L'Ing. Michele Maglietta del Genio Civile, che compilò il progetto di massima di tutto l'Acquedotto, che porta la data del 20 Ottobre 1902, si rese conto di tali inconvenienti e studiò un sifone più breve, con carichi minori (intorno ai 130 metri), alimentando gli abitati del Capo di Leuca con due impianti meccanici di sollevamento.

Per gradi, attraverso un successivo progetto, si giunse alla idea di un sifone con carichi ancora ridotti, e si studiarono gli accorgimenti opportuni, per sottrarre il sifone ai colpi di ariete delle reti urbane da esso direttamente alimentate. Come negli altri progetti precedenti, anche in questo ultimo la città di Brindisi era alimentata dal sifone Leccese. Durante la guerra però, ragioni militari, facili a comprendersi quando si ricordi l'imponente concentramento di forze navali in quel porto, richiesero l'alimentazione idrica di Brindisi urgentemente, e poichè il Canale Principale era già costruito fino a Villa Castelli ed il Sifone Leccese era ancora allo stato di progetto, fu costruita una diramazione in condotta forzata distaccantesi dal Canale Principale prima di Villa Castelli, per il servizio di Brindisi, Ostuni, Carovigno, Latiano e Mesagne. Fu quindi ancora modificato l'ultimo progetto del sifone, con un progetto di variante, studiato dall'Ing. Cusani in data 1919, che oggi, come Lor Signori vedranno, è nella fase esecutiva.

Quali le linee di massima di questo progetto?

Lor Signori visiteranno le opere di termine del Canale Principale in località Montefellone, presso Villa Castelli. Esse consistono in un manufatto di scarico totale di estremità, il cui canale in trincea sfocia nel Mar Piccolo di Taranto ed in una camera di carico da cui parte una grossa condotta forzata in acciaio del diametro di 1200 m/m, capace di tutta la portata per la Provincia

di Lecce e per gli abitati della parte centrale e orientale della Provincia di Taranto (Taranto, S. Giorgio, Grottaglie e centri minori).

Tale condotta scende dalla quota di m. 323,30 a quota 202, con un salto di circa 120 metri che sarà utilizzato a produrre nella centrale idroelettrica di Contrada Battaglia, già costruita, la potenza di 2260 HP.

Dalla camera di scarico delle turbine si origina il Grande Sifone Leccese, con una quota molto più bassa rispetto a quella prevista nel primo progetto di massima.

Il sifone discende fino alla collina di S. Paolo, ove sarà costruito un grande serbatoio di riserva della capacità di 17 mila mc. il quale funzionerà da partitore per i due rami in cui il sifone si divide; l'uno, che diremo Adriatico, per Cellino e Lecce fino al serbatoio e l'impianto di sollevamento di Galugnano ai piedi delle Murge Salentine; l'altro, che diremo Ionico, per Zanzara e Nardò fino al serbatoio ed impianto di sollevamento di Galatone, anch'esso ai piedi delle Murge Salentine.

I due impianti di sollevamento, funzionanti con l'energia elettrica prodotta dai salti al termine del Canale Principale manderanno complessivamente litri 382 al secondo sull'altipiano salentino, e quest'acqua, con successivi sollevamenti, alimenterà gli abitati del Capo di Leuca, a mezzo di condotte sotto carico naturale, da serbatoi opportunamente posti all'estremo delle condotte ascendenti.

La lunghezza complessiva del Grande Sifone è di Km. 120.

Il profilo del sifone segue la linea delle quote più alte del terreno. Con tale accorgimento, ed avendone, come si è detto, abbassata la quota di origine, è stato possibile ridurre le pressioni di esercizio nel limite di 5 atmosfere, ed impiegare quindi tubazioni in cemento armato, con una economia notevolissima rispetto a quelle metalliche.

Le tubazioni del sifone hanno diametri variabili da 1000 a 700 m/m.

In determinati punti del sifone saranno costruiti dei torrini di interruzione in cemento armato, con vaschette raggiungenti a pelo libero la linea dei carichi idrodinamici.

Tali torrini stabiliscono successivi abbassamenti della linea di carico idrostatica, nel modo indicato (*figure 4 e 5*) e suddividono il sifone in tronchi staccati agli effetti dei carichi statici.

Essi peraltro adempiono ad una funzione ancora più importante. La scarsità di quote opportune in vicinanza degli abitati impedisce, come si

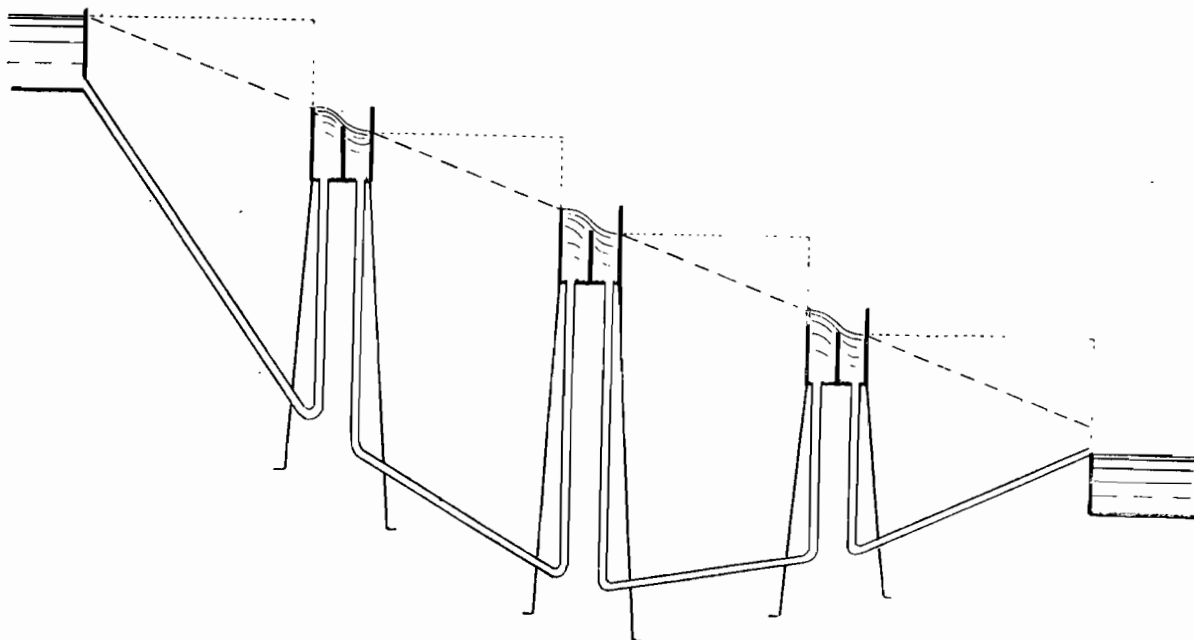


Fig. 4

è accennato, la costruzione per tutti, di serbatoi di compenso e di riserva. La presa per i vari abitati avvenendo quindi, senza l'intermediario del serbatoio, direttamente dal Sifone, questo sarebbe stato soggetto alle maggiori sollecitazioni, per gli inevitabili colpi di ariete, determinati dalle manovre di apertura e chiusura dei rubinetti e delle saracinesche delle reti stesse, e ciò in modo quasi con-

Per conoscere però completamente il funzionamento di tali torrini, nella loro funzione di edifici di presa per le diramazioni, è necessario accennare al regime idraulico del sifone.

Conseguendo notevoli vantaggi rispetto ad altre soluzioni proposte, dalla camera di carico viene immessa nel sifone una portata continua corrispondente all'assegnazione complessiva per gli abitati da servire. Sorge in tal modo il problema di provvedere al maggior consumo per gli abitati collegati al sifone senza l'interposizione di serbatoi di compenso, e tale problema è stato risolto nel programma 1919, prevedendo due opportuni serbatoi presso gli impianti di sollevamento di Galugnano e Galatone, agli estremi del Grande Sifone. I diametri del sifone sono stati calcolati in modo che le maggiori portate di massimo consumo possano venir sottratte da quelle di estremità, integrate a loro volta, e per i bisogni degli impianti, nel periodo corrispondente, dalla riserva dei due suddetti serbatoi d'estremità, costituitasi con l'eccesso della portata media, nei periodi di consumo minimo. Chiarito tale punto, e tornando ai torrini piezometrici, lor Signori vedono come nei periodi di minor consumo, l'acqua non prelevata al torrino dalla derivazione trasversale, prosegua a valle nel sifone fino al serbatoio d'estremità.

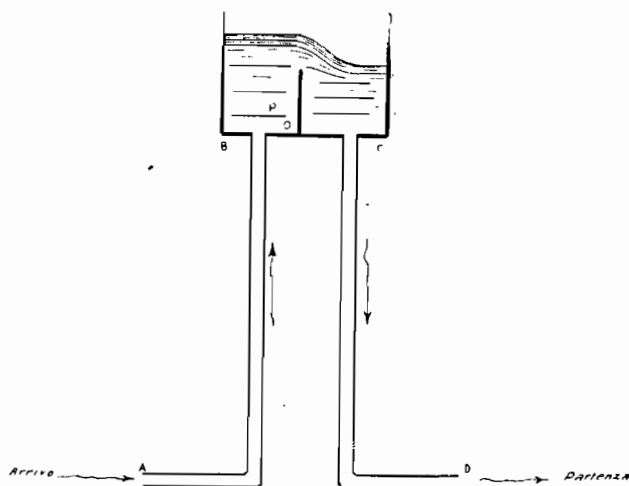


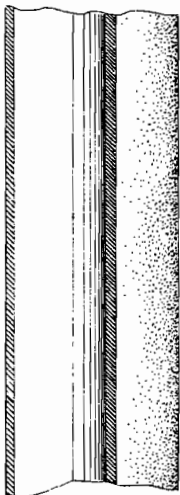
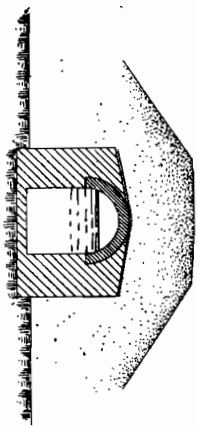
Fig. 5

tinuo, con il prodursi inevitabile di sensibili eccessivi sovraccarichi nei tubi.

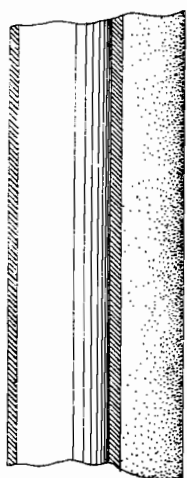
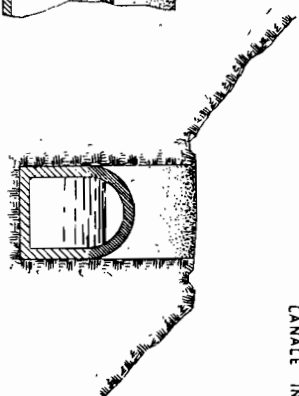
Ad evitare ogni pericolo è stata quindi prevista la presa per gli abitati sprovvisti di serbatoi dalle vaschette dei torrini, ove l'acqua, come s'è detto, è a pelo libero e dove si smorzano le onde di pressione.

Il Grande Sifone Leccese, oltre alla importante funzione di estremità e alle numerose diramazioni per gli abitati della Provincia di Lecce, servirà anche col gruppo di diramazioni di Sava, Manduria, Torricella, Lizzano, Monacizzo ecc., la parte orientale della nuova provincia di Taranto.

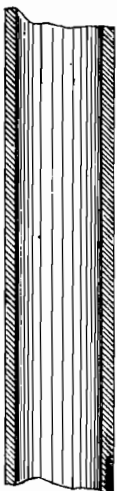
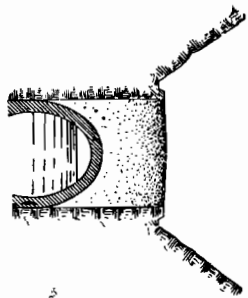
CANALE IN RILEVATO - *Sagoma rettangolare*



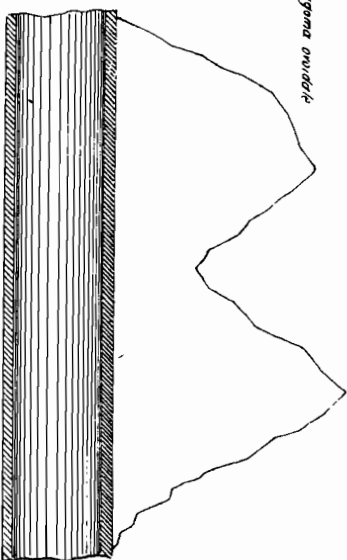
CANALE IN TRINCEA - *Sagoma rettangolare*



CANALE IN TRINCEA - *Sagoma ovale*



CANALE IN GALLERIA - *Sagoma ovale*



PONTE CANALE SUL BRADANO

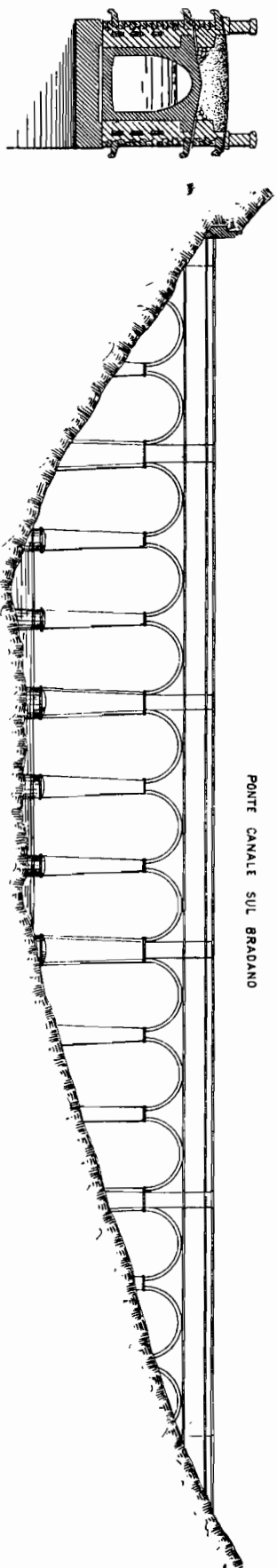


Fig. 6

Nella loro gita Lor Signori visiteranno i lavori del sifone leccese nel tronco unico. Attualmente del sifone è già costruito il primo tronco di Km. 9 circa, fino alla diramazione per Francavilla-Oria ed è già appaltato tutto il ramo adriatico fino a Galugnano. Non mi soffermo sulle diramazioni del Foggiano e del Barese, ove lor Signori troveranno ripetute opere e manufatti, e vedranno applicati criteri di costruzione cui accennerò generalmente in seguito, illustrando particolarità delle opere che saranno visitate.

È invece interessante tornare alle sorgenti ed al Canale Principale.

Ho già detto che questo è in cunicolo a pelo libero. La sua pendenza longitudinale varia dal 0,25 al 0,40 ‰. La sezione trasversale è calcolata in base alla nuova formula del Bazin

$$V = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \sqrt{RI}$$

in modo che la velocità dell'acqua sia compresa tra m. 1 e m. 1,20 al secondo, facendo $\gamma = 0,11$, valore intermedio tra quelli assegnati dal Bazin per le murature e l'intonaco ben liscio. Le sezioni adottate sono la ovoidale, la circolare e quella rettangolare con volto a tutto sesto, a seconda della natura dei terreni, con dimensioni varianti da $2,87 \times 2,67$ (o circolare con $D = 2,85$) nel primo tronco tra Caposele e la presa per Foggia, ove la portata è di mc. 6,3, a $2,12 \times 1,50$ nel sesto tronco tra la diramazione per Gioia del Colle e Villa Castelli ove la portata è di mc. 2,5 al secondo.

Sulla totale lunghezza di Km. 244,387 vi sono 99 gallerie per la lunghezza unita di Km. 108,007; 122,275 Km. di trincea; Km. 6,747 di ponti canali in numero di 77 e 6 sifoni.

I terreni che attraversa nel lungo percorso il canale da Caposele a Venosa appartengono, come dirò meglio, al terziario. Per circa 30 Km. da Venosa al Locone il canale è scavato in sedimenti post-plioceneci (argille sabbiose e puddinghe); nei tronchi successivi, fino a Villa Castelli, esso taglia le formazioni del cretaceo.

Nel primo tronco la muratura adottata è, come lor Signori vedranno, sia in calcestruzzo di cemento sia in pietra o mattoni con malta idraulica. Nei tronchi successivi è stato esclusivamente impiegato il calcestruzzo cementizio con dosature da 200 e 300 Kg. di cemento.

Il cunicolo è intonacato fino al massimo pelo d'acqua, con opportuno franco, con intonaco liscio impermeabile.

Le opere d'arte più notevoli del Canale Principale sono i grandi sotterranei del 1° tronco che lor Signori visiteranno; la grande galleria delle Murge; i ponti canali di Atella e Bradano, ed i sifoni di Calcarai e di Palazzo S. Gervasio.

Accennerò ai sifoni ed ai ponti canali, per parlare in ultimo delle gallerie (v. fig. 6).

I ponti canali sono generalmente in muratura di pietrame o di calcestruzzo, con rivestimento di bolognini: i più importanti, aventi tale struttura, sono quelli sul Bradano (fig. 7), lungo m. 210, alto m. 32, con 14 volti di m. 12 di luce e quello sulla Fiumara di Atella, lungo m. 417, alto m. 23, con 33 volti a tutto sesto, uno di 20 metri di luce e gli

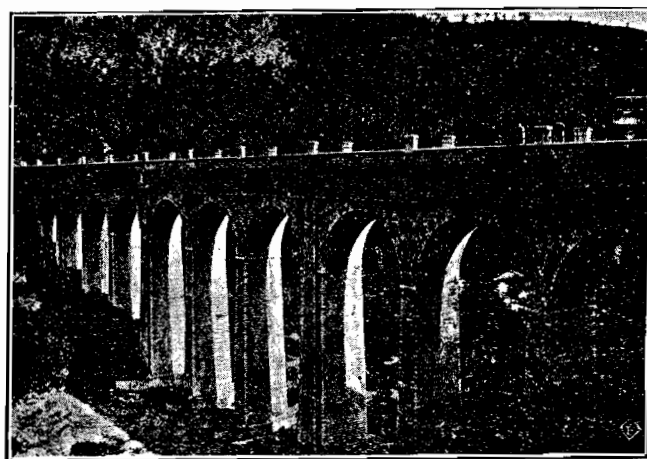


Fig. 7

Ponte Canale sul Torrente Bradano

altri di m. 10. È notevole dal punto di vista costruttivo l'accorgimento cui si è ricorsi per evitare il riscaldamento dell'acqua sui ponti canali. A questo scopo il cunicolo propriamente detto, compreso tra le murature di fiancata del ponte, è da queste separato con una doppia fodera di mattoni forati e superiormente è coperto con riempimento di ciottoli e terra per l'altezza di m. 2. Un rivestimento idrofugo protegge la superficie esterna del cunicolo.

Cinque ponti canali del 1° tronco del Canale Principale sono a travate rettilinee di cemento armato. Di questi, Lor Signori vedranno quello sul Tredogge, immediatamente a valle dello stramazzo Bazin, alle sorgenti, ma il più importante è quello sul torrente Tragino, a travata continua lunga m. 102, con 4 campate di 22 metri (fig. 8).

I sei sifoni che interrompono la continuità del cunicolo a pelo libero del Canale Principale furono costruiti per l'attraversamento di vallate, laddove i ponti canali economicamente non convennero. I più importanti di questi sifoni sono: quello di Cal-

carai lungo m. 462, con pressioni di atmosfere 3,2; quello del Locone lungo 1088 e con carico di 56 metri d'acqua e quello, infine, di Palazzo S. Gervasio della lunghezza di m. 4361, con carico massimo di 24 metri di acqua.

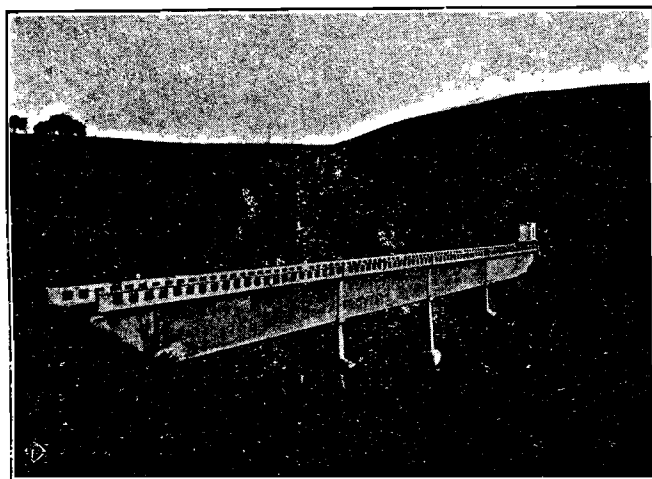


Fig. 8

Ponte canale in cemento armato sul Torrente Tragino

Tutti questi sifoni sono a doppia canna in cemento armato, del diametro interno (*fig. 9 e 10*) di m. 1,65 ed 1,70, tranne per i tratti con pressioni superiori alle 3 atmosfere ove si impiegarono tubi di lamiera chiodata, rivestiti allo esterno da intonaco di cemento retinato, e spalmati interna-

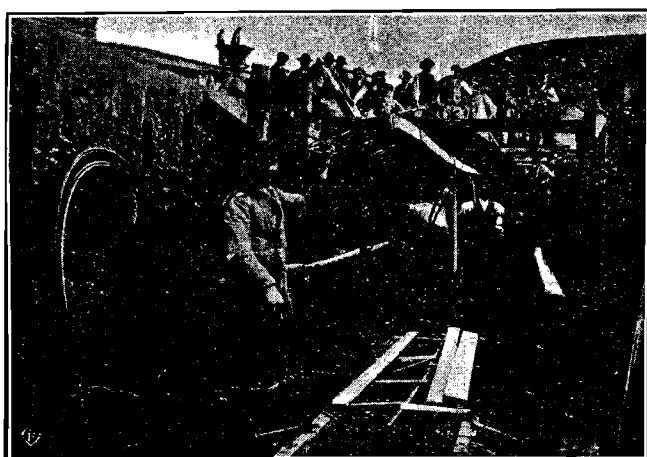


Fig. 9

Sifone Fiumara di Venosa

mente con poltiglia di cemento e sottilissima arena silicea ed ultimo strato di cemento puro. I grossi tubi di cemento armato di questi sifoni furono costruiti nei cavi.

Il conglomerato venne formato con la dose di 350 a 400 Kg. di cemento per mc. 0.5 di

sabbia calcarea di frantoio e mc. 0.7 di pietrisco calcareo. Internamente le canne furono intonacate con intonaco impermeabile di cemento. In tale notevole massa muraria le variazioni di temperatura alla immissione dell'acqua fredda finiscono col produrre quasi sempre screpolature dell'intonaco, lesionando alcune volte il calcestruzzo. Ciò nonostante per le grosse canne dei sifoni non vennero adottati giunti di dilatazione. Eseguendo il getto nella stagione fresca, e stagnando le prime perdite che si manifestano quando si immette

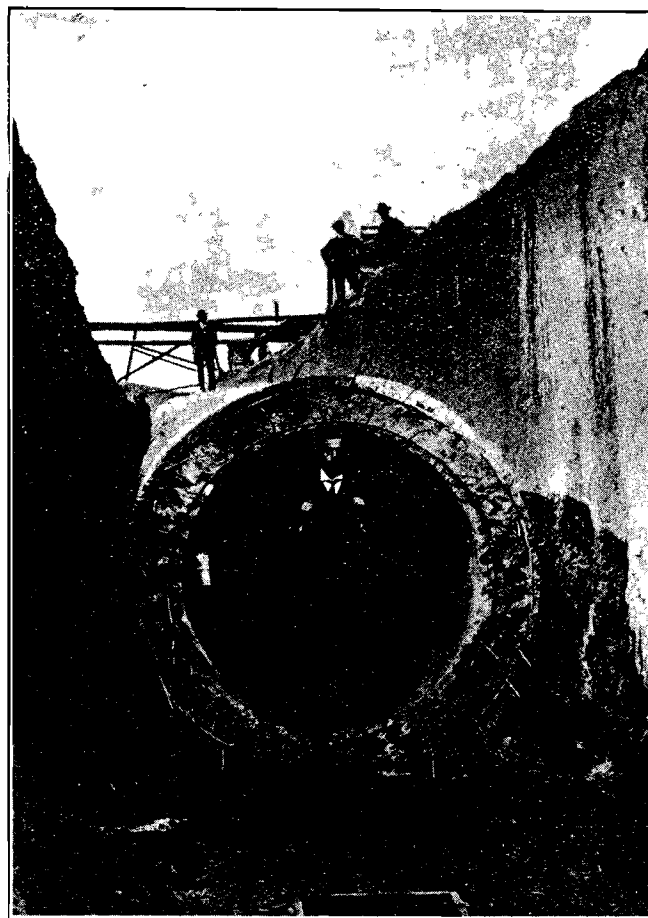


Fig. 10

Sezione d'un tubo del Sifone Fiumara di Venosa

l'acqua, per la prima volta, non si hanno in seguito inconvenienti, restando i tubi protetti dai due metri di terra che li ricoprono.

Per completare la descrizione dei sifoni accenno ai manufatti essenziali di questi: la camera di carico dei sifoni, (*fig. 11*) è costituita da una vasca di calma di dimensioni variabili a seconda dei sifoni, da cui si partono le canne, con battente d'acqua di m. 0,50, provviste di griglie per trattenere eventuali materie galleggianti e di paratoie per mettere all'asciutto il sifone. Nel tronco di canale a pelo libero immediatamente precedente

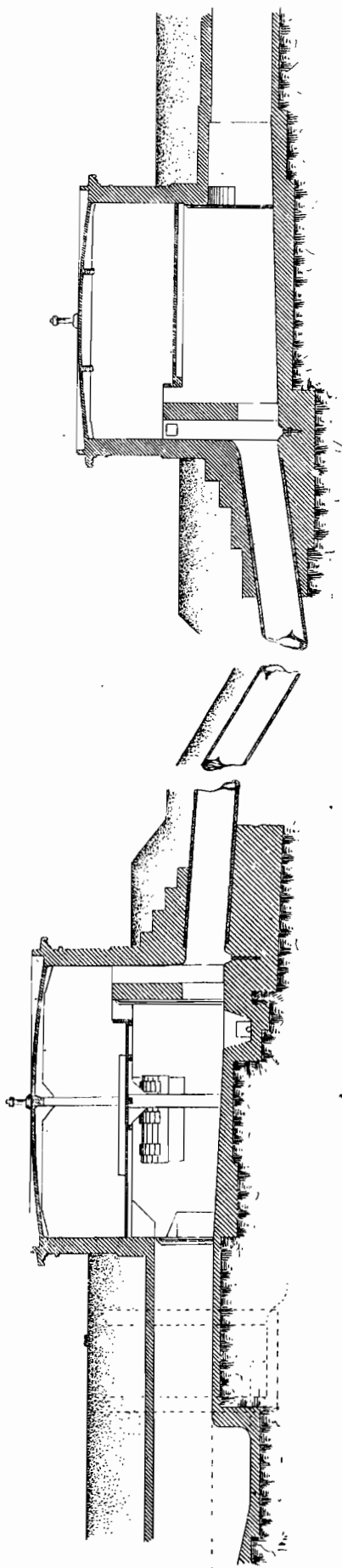


Fig. 12
Camera d'arrivo d'un sifone

Fig. 11
Camera di carico d'un sifone

la camera di carico, con fondo opportunamente e gradualmente abbassato, è derivato un canale di scarico, in cui si immette anche lo scarico dei sifoni autolivellatori Gregotti di cui è provvista la camera di carico.

Le camere di arrivo (*fig. 12*) sono simili a quelle di carico, mancando però in esse lo scarico e gli sfioratori. Le paratoie di chiusura delle canne sono applicate ad un setto murario alla distanza di m. 0,75 dal termine di esse, in modo da creare una specie di vaschetta libera che serva a dar sfogo alle acque in casi di soprapressione e a permettere l'ingresso dell'aria durante i vuotamenti delle canne.

L'attraversamento della depressione ove è costruito il sifone è in robusta briglia formata da

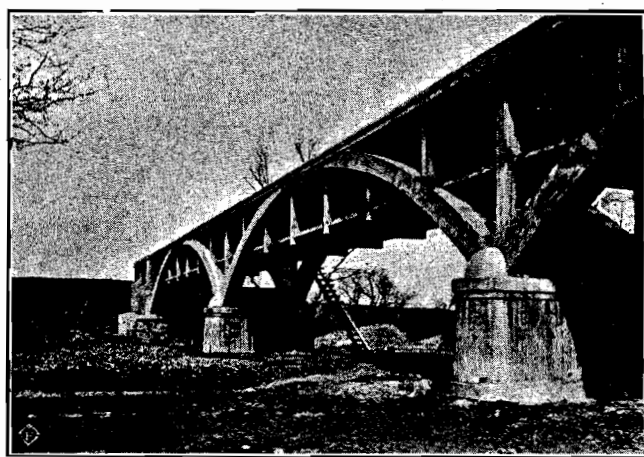


Fig. 13
Ponte sifone sull' Ofanto

nervature trasversali di calcestruzzo su cui poggiano le canne, e soprastante soletta in cemento armato dell'altezza di cm. 30.

Nella diramazione primaria per la Provincia di Foggia, i sifoni Ofanto e Fiumara di Venosa, il primo, della lunghezza di m. 5865 con carico di 16 atmosfere ed il secondo lungo m. 1137 con carico di 9 atmosfere e mezzo, attraversano i corsi d'acqua su due ponti in cemento armato, il primo a sette luci con arcate di 25 metri, il secondo a travata rettilinea su telai portanti verticali posti alla distanza di 12 metri (*fig. 13 e 14*).

Tutti i sifoni sono provvisti di scarico di fondo che, alcune volte è, per ragioni altimetriche, a pompa, mossa da un motorino.

Una doppia notevole particolarità presenta il grande sifone dei piani di Palazzo S. Gervasio. Esso, come si è detto, è soggetto a pressioni che al massimo raggiungono i 24 metri di acqua. Il

Prof. Camillo Guidi, in una nota pubblicata negli atti della R. Accademia delle Scienze di Torino per gli anni 1911 e 1912, osservò che in tubazioni di grande diametro e soggetti a basse pressioni « gli sforzi unitari interni da cui il tubo è cementato possono in taluni punti sorpassare notevolmente il valore della tensione dipendente dalla pressione interna, per effetto del peso proprio del tubo, e più ancora delle pressioni idrostatiche dovute esclusivamente alle differenze di battente d'acqua, ai diversi livelli della sezione trasversale dei tubi. Tali sforzi risultano talvolta « così rilevanti, che ne conseguirebbero deforma-

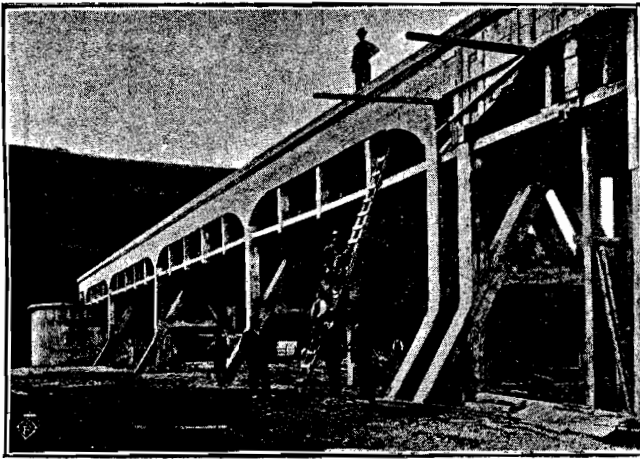


Fig. 14
Ponte sifone Fiumara di Venosa

« zioni notevoli nel tubo, se, quando la condotta « è in carico, la stessa forte pressione idrostatica, « dovuta al battente al disopra della condotta non « contrastasse l'ovalizzazione del tubo ».

Nei periodi di riempimento o vuotamento del sifone, o quando il tubo è vuoto, per effetto del peso proprio, manca il suddetto contrasto e ne segue che possono generarsi momenti flettenti capaci di produrre notevoli sforzi in alcuni punti. Per effetto di tali sforzi il tubo tende a deformarsi, onde è necessario assegnare ad esso uno spessore maggiore di quello calcolato con la formula suddetta.

Per i tubi in cemento armato dei sifoni dei piani di Palazzo, il Prof. Guidi determinò un tipo di tubo circolare, a spessore costante, con nervature ad alette armate come si vede in figura (fig. 15, 16 e 17).

La seconda particolarità del sifone dei piani di Palazzo è data dai tubi piezometrici di sfiato, sorretti da apposita torre in cemento armato, con

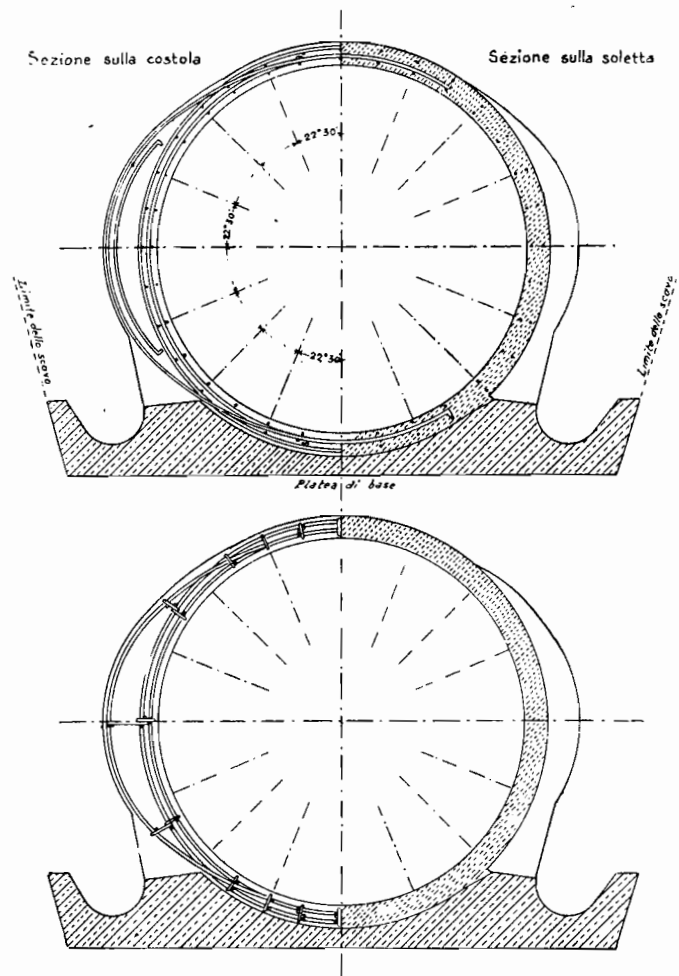


Fig. 15
Dettagli costruttivi dei tubi del sifone dei Piani
di Palazzo S. Gervasio

casotto di ispezione al fondo per la discesa nelle canne dei sifoni (fig. 18).

Non meno notevoli delle opere principali, sono le opere secondarie del Canale Principale.

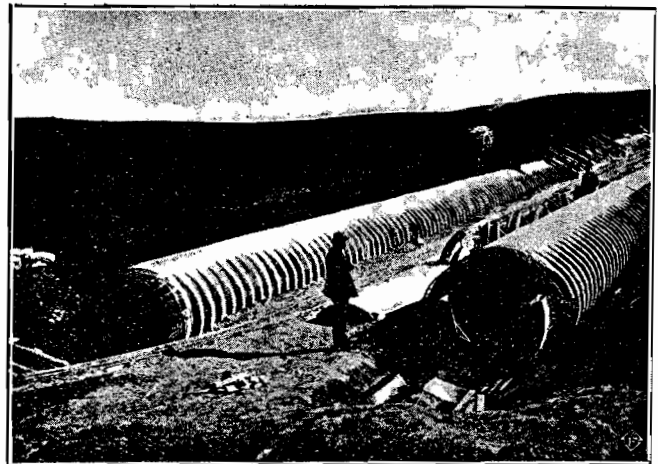


Fig. 16
Sifone Palazzo S. Gervasio

Sarebbe troppo lungo accennare alle particolarità costruttive di esse.

Gli scarichi ad esempio, sul canale principale sono sistemati alla distanza media di circa 10 Km. e sono in genere totali nei primi due tronchi dove si incontrano fossi naturali che senza danno, possono ricevere e smaltire la notevole portata dell'Acquedotto, negli altri tronchi invece molti scarichi sono parziali. Furono previsti nel progetto di massima come luci in fregio al canale, munite di paratoie. Queste però, che sarebbero riuscite assai ingombranti, furono sostituite con un tubo

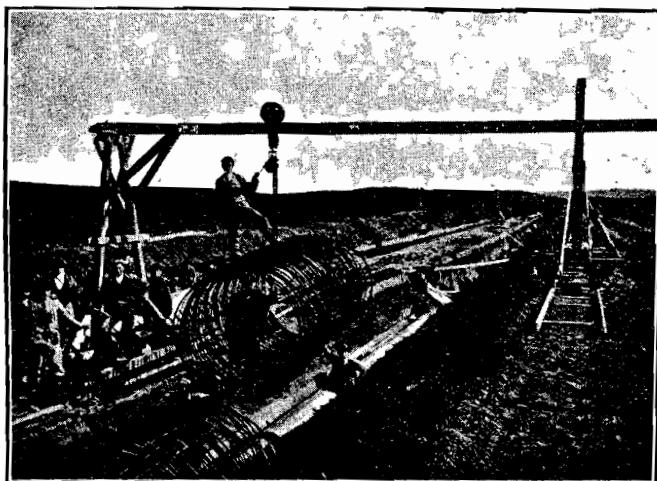


Fig. 17 - Armatura dei grandi tubi in cemento armato del sifone dei Piani di Palazzo S. Gervasio

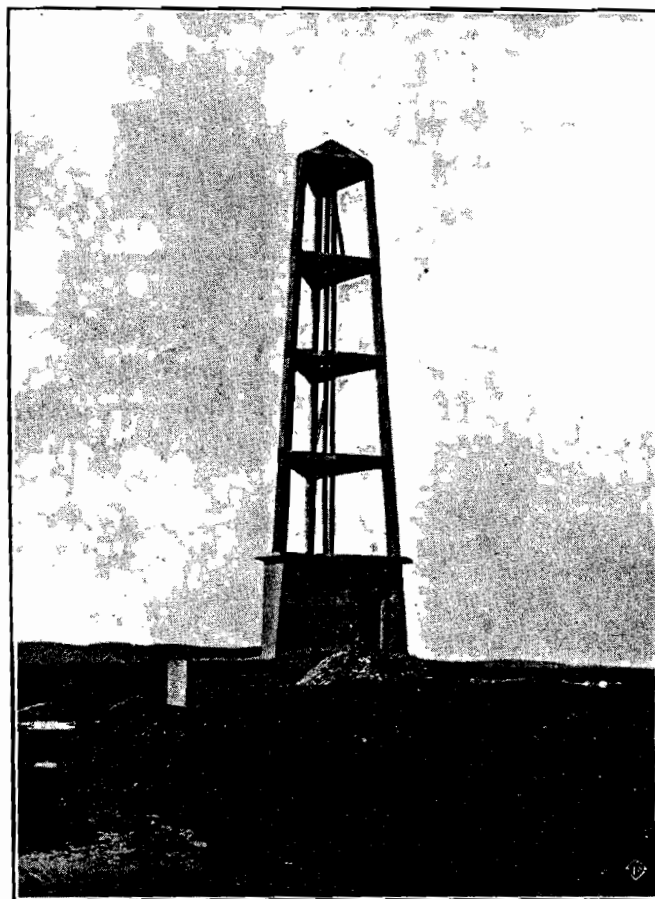


Fig. 18
Torre piezometrica del sifone Piano di Palazzo

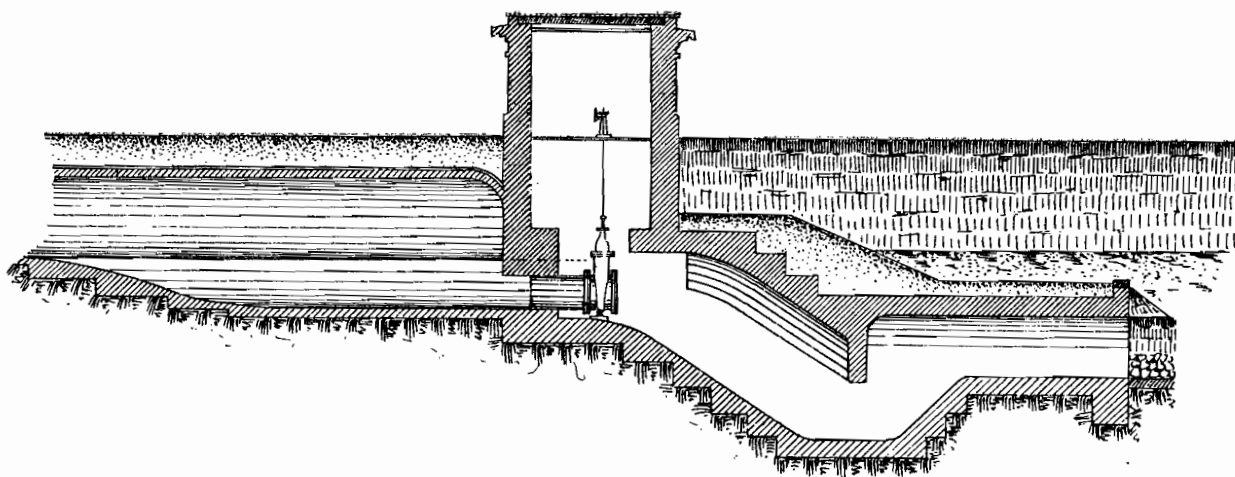


Fig. 19
Scarico totale sul Canale Principale

metallico di diametro da m. 0,80 ad 1,10 innestato lateralmente al canale, il quale presenta in corrispondenza dello scarico, un graduale abbassamento del fondo in modo da creare un battente di circa

3 metri sul tubo, sotto il quale questo può smaltire tutta la portata del canale (fig. 19).

Alla distanza media di $\frac{1}{2}$ Km. sono sistemati pozzetti di visita, alcuni con casotto (fig. 20),

altri con doppio chiusino metallico ed in pietra, per le necessarie ispezioni di pulizia. Ogni 5 Km. lungo il canale vi sono case cantoniere (*fig. 21*) per l'alloggio dei guardiani. Su tutto il rilevato del canale corre la stradetta di servizio, che è

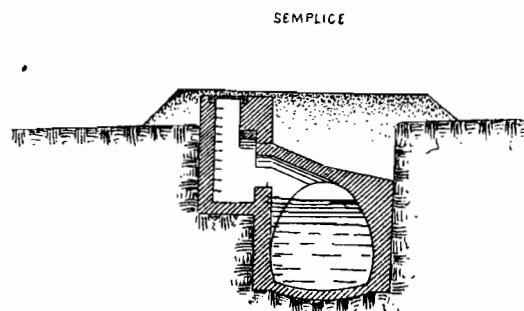
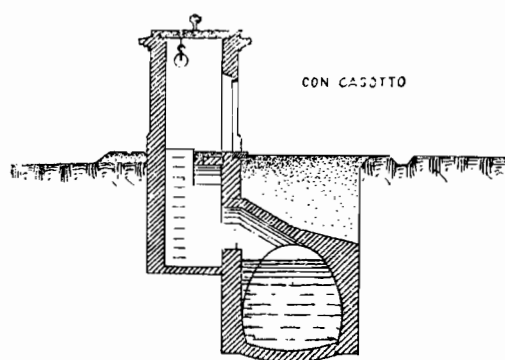


Fig. 20

Pozzetti di visita sul Canale Principale

in sede propria, per i tronchi di canale in galleria.

Da Caposele a Villa Castelli inoltre, lungo tutto il canale, è costruita una linea telefonica a doppio circuito, uno pei servizi intermedi tra le case cantoniere, l'altra per le grandi distanze. Le due linee sono collegabili elettricamente. Fino ad oggi la linea telefonica è costruita anche lungo

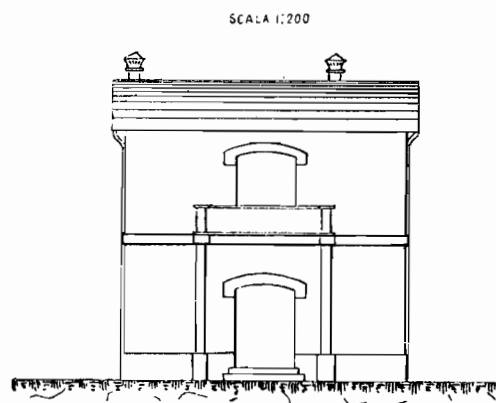


Fig. 21

Casa cantoniera semplice

tutta la diramazione per Foggia e per Bari: sarà successivamente estesa a tutte le diramazioni.

Un ruolo importante giuocano oggi i pozzetti di visita del Canale Principale. Come lor Signori vedranno, i lavori di riparazione alle gallerie del 1° tronco del Canale Principale, costringono ad immettere l'acqua all'incile, a periodi separati da turni di lavori, mentre l'erogazione agli abitati dev'essere continua.

Non potendo supplire alla necessaria riserva i

serbatoi prossimi ai centri abitati, si è costituito in riserva il Canale Principale, costruendo in corrispondenza dai pozzetti di visita degli sbarramenti a quota tale che l'acqua, stramazando al disopra di essi, non giunga al limite dell'intonaco. Al piede

dello sbarramento, come si vede in (*fig. 22*), è sistemata una saracinesca manovrabile dal pozzetto, o una paratoia.

Nel periodo di portata gli sbarramenti trattengono una massa d'acqua il cui volume è funzione della sezione del canale, dell'altezza del muro di sbarramento e della pendenza del canale. Complessivamente si riesce ad immagazzinare circa 120.000 mc. d'acqua, i quali vengono erogati attraverso le aperture al piede degli sbarramenti, durante i periodi di non portata del Canale, e distribuiti alle varie prese.

Le sempre crescenti necessità dell'esercizio, insieme alla impossibilità di sospendere i lavori, hanno fatto sentire il bisogno di altre riserve, messe in servizio quest'anno. Consistono queste in sbarramenti in legname posti alla distanza di 500 metri, nell'interno della galleria delle Murge. Non si potevano infatti creare altre riserve nei tronchi di canale allo scoperto, e quelle in galleria, non essendo possibile la manovra nell'interno della galleria invasa, debbono essere auto-regolatrici della erogazione. A questo scopo e per l'altezza di m. 0,05 sul fondo gli sbarramenti sono aperti, onde continuamente l'acqua defluisce da essi, ma sotto un carico che è solo la differenza tra il battente a monte e a valle della bocca. Detta differenza variabile è dell'ordine di 0,20 metri d'acqua, e pertanto si è riusciti a realizzare, con tali riserve, una portata continua nei tronchi di canale a valle, nei periodi in cui è tenuto asciutto l'incile, sopperendo in tal modo alla richiesta d'acqua degli abitati.

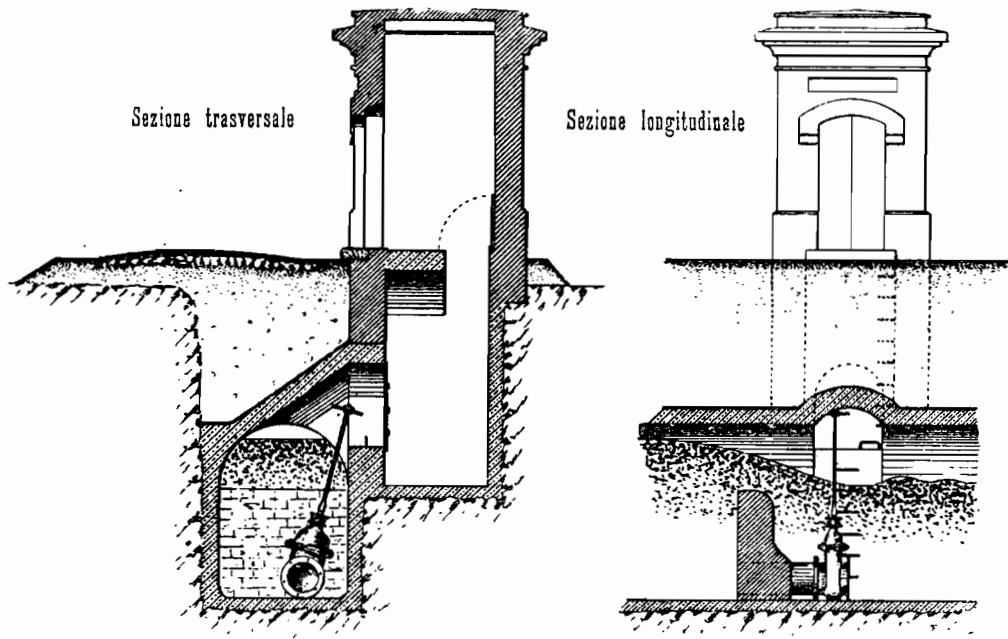


Fig. 22

Debbo ora a lor Signori un cenno dei principali criteri che hanno guidato nella costruzione delle diramazioni dal Canale Principale agli abitati e delle reti urbane, e ciò con riferimento in ispecial modo alle provincie di Bari, Foggia e Taranto, avendo già visto come in provincia di Lecce la

(v. fig. 23). Essi consistono in una derivazione trasversale dal canale a pelo libero, con tubazione metallica provvista di saracinesche di interclusione, di sfiati, ove necessari, e di un venturimetro completato con apparecchio registratore per il tracciamento dei diagrammi delle portate erogate.

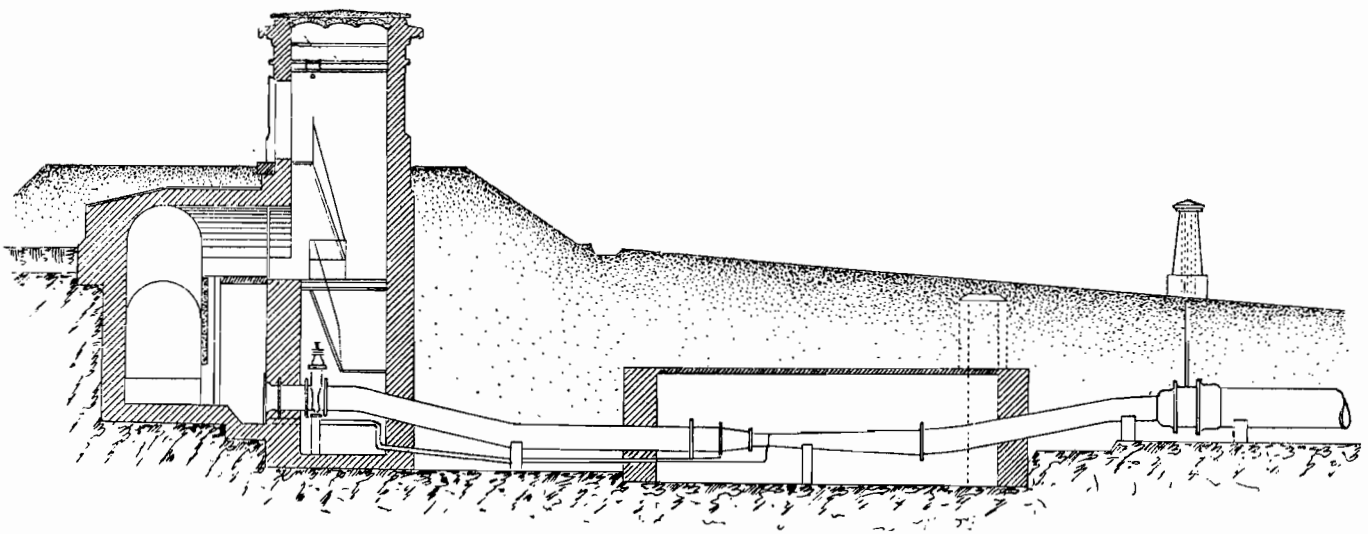


Fig. 23

Edificio di presa sul Canale Principale

distribuzione sia regolata, per la maggior parte degli abitati, da criteri speciali.

Lungo il Canale Principale per la provincia di Bari e Taranto, e lungo la diramazione primaria per la provincia di Foggia, sono sistemati, a quote opportune, gli edifici di presa per le diramazioni

Da questi edifici di presa partono le diramazioni fino ai serbatoi, da cui, mediante le condotte esterne, vengono alimentate le reti urbane.

Le diramazioni in servizio dei serbatoi sono in condotta forzata con tubazioni generalmente non

metalliche. Già nel progetto di massima del 1902 era previsto l'eventualità dell'impiego del cemento per le tubazioni soggette a carichi non eccedenti le due atmosfere. Nella costruzione furono di fatto però adoperate tubazioni in cemento armato per pressioni fino a 3 atmosfere, con notevolissima economia e permettendo che anche durante la guerra, quando difficile era l'approvvigionamento di materiali metallici, continuassero i lavori di posa delle condotte.

Lor Signori forse si saranno già chiesto come sia stato possibile contenere le pressioni nel suddetto limite di 3 atmosfere, variando comunque le condizioni del terreno.

Ha provveduto a tal fine la creazione di opportuni salti lungo le diramazioni, talvolta per altezze di qualche diecina di metri o l'interclusione di adatti pozzetti di interruzione, ove non sarebbe stato conveniente la creazione di un salto.

Di salti motori, invero, ve ne sono anche lungo il canale principale e la diramazione primaria per la provincia di Foggia. Da tutti, sarà possibile, ricavare una potenza nominale complessiva di circa 8700 HP, di cui 1200 serviranno, o servono già, per il sollevamento dell'acqua ad abitati posti più in alto del Canale Principale o superiori alla piezometrica delle diramazioni, e gli altri potranno essere utilizzati a scopi industriali.

Sarà visitato da Lor Signori un salto sul Canale Principale a Figazzano ed uno sulla diramazione primaria per Foggia detto del Tuppo, oltre alla centrale idroelettrica che sfrutterà il salto in località Battaglia al termine del Canale Principale.

Il primo di questi è ricavato sul Canale Principale per una caduta di m. 5 ed una portata di mc. 1.8. L'acqua dopo essersi calmata in una vasca munita di sfioratori, cade nuovamente nel Canale Principale, per proseguire il suo corso, azionando due turbine Francis in camera libera, ciascuna della potenza di 117 HP. Le turbine con opportune trasmissioni; muovono due centrifughe triple che sollevano la portata di litri 36 al secondo per i tre abitati di Locorotondo, Martina Franca e Cisternino con un'altezza massima di sollevamento di 120 metri. Un gruppo fa da riserva all'altro. Nella visita lor Signori avranno agio di osservare le interessanti particolarità costruttive dell'impianto. Tra l'altro noteranno la costruzione, quasi ultimata, di una riserva termica all'impianto di sollevamento idraulico. Si è addivenuti all'impianto di un motore termico, perchè nei periodi in cui nel Canale defluisce solo la portata delle riserve, la riduzione di portata (e di salto, se pure in bassa misura), produce una riduzione di velo-

cità delle turbine e quindi delle centrifughe, tale che queste non riescano ad alimentare i serbatoi urbani.

Al salto del Tuppo, ove una portata di 1300 litri al secondo salta per m. 54,20, con una potenza nominale di 940 HP., lor Signori non troveranno ancora in azione le turbine e avranno modo invece di osservare come oggi (con apposita camera smorzatrice), si ottenga di spegnere l'energia posseduta dall'acqua per farla seguire impunemente nel Canale a pelo libero.

Nella fig. 24 è rappresentata la camera smorzatrice. Come è costruita questa e come funziona?

Dalla condotta forzata l'acqua attraverso opportune riduzioni è immessa in due lunghi tubi metallici bucherellati sulle loro superficie laterali e chiusi all'estremità opposta. Questi tubi sono contenuti in una camera di calma in cui si raccoglie l'acqua uscente dai tubi. L'energia dell'acqua si consuma così nella produzione di fortissimi vortici nella massa d'acqua della camera, in parte si trasforma in calore, ma in misura tale da non alterare la temperatura dell'acqua. Dalla vasca poi attraverso una luce opportuna l'acqua defluisce nel cunicolo a pelo libero.

Torniamo alle diramazioni ed ai pozzetti di interruzione.

Nella figura 25 è illustrato uno di questi interessantissimi manufatti, adoperati in questa forma solo nell'acquedotto Pugliese. Consistono essi in due torrini cilindrici coassiali in cemento armato collegati da due setti diametralmente opposti (fig. 25), continui dal fondo ad una certa quota al disopra di esso; e da altri due presentanti verso il fondo una luce opportuna. La condotta di arrivo è sullo stesso diametro di quella di partenza. L'acqua, arrivando nel pozzetto, riempie lo spazio semi-anulare, compreso tra il torrino esterno, quello interno ed i due setti continui. Il suo livello si innalza fino a determinare al disopra di questi l'altezza di lama stramazante sufficiente a smaltire la portata in arrivo. Dopo lo stramazzo l'acqua cade nello spazio compreso tra i setti continui e quelli con luci al fondo, e nell'urto contro la massa d'acqua, e nel passaggio attraverso le suddette luci a battente, essa spegne quasi completamente la sua velocità, proseguendo nella condotta a valle.

Nei pozzetti di interruzione quindi, l'acqua viene a mettersi a pelo libero. Essi adempiono alla funzione di interrompere la linea dei carichi idrostatici, e poichè d'altra parte, sono situati in punti tali del terreno da lasciare all'acqua il carico necessario per i bisogni a valle, si proporzionano opportunamente i diametri della condotta a monte

This technical drawing shows a vertical shaft with a manhole at the top and a pump assembly at the bottom. The shaft is 3.00 units wide. The manhole opening is 1.00 unit wide and 1.40 unit high. The shaft walls are 0.30 unit thick. The shaft is 3.50 units deep. The pump assembly is located 3.05 units from the bottom of the shaft. The pump has two horizontal cylinders, each 0.875 units in diameter, and a vertical cylinder 1.35 units in diameter. The shaft is surrounded by a 2:3 slope. The ground level is 171.50 units. The shaft bottom is 171.65 units. The pump assembly is 171.50 units from the top of the shaft.

This technical drawing shows a cross-section of a dam or embankment. The structure features a central arched opening and a lower section with three circular openings. The drawing is annotated with numerous numerical values representing elevations and dimensions. Key labels include:

- Elevations:** 771.10, 160.04, 168.65, 167.30, 164.60, 164.33, 167.92, 171.40, 171.84, 171.60, 171.15, 176.60, 176.50, 168.80, 168.40, 166.80, 167.50, 167.30, 167.10, 167.00, 166.90, 166.80, 166.70, 166.60, 166.50, 166.40, 166.30, 166.20, 166.10, 166.00, 165.90, 165.80, 165.70, 165.60, 165.50, 165.40, 165.30, 165.20, 165.10, 165.00.
- Dimensions:** 2.3, 2.35, 1.05, 0.60, 0.40, 0.30, 0.20, 0.10, 0.05, 0.02, 0.01, 0.00, 0.90, 0.80, 0.70, 0.60, 0.50, 0.40, 0.30, 0.20, 0.10, 0.05, 0.02, 0.01, 0.00.

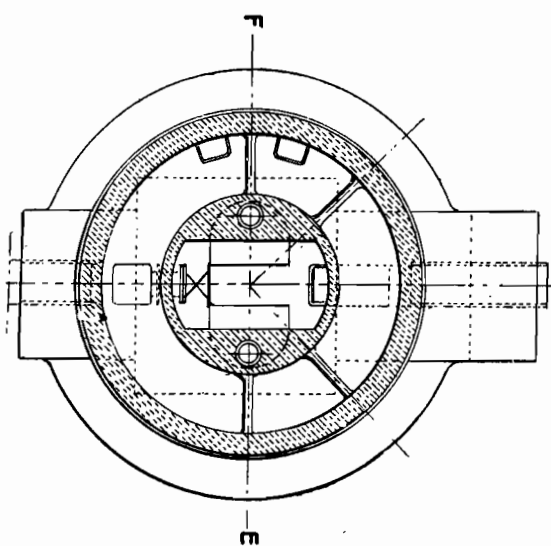
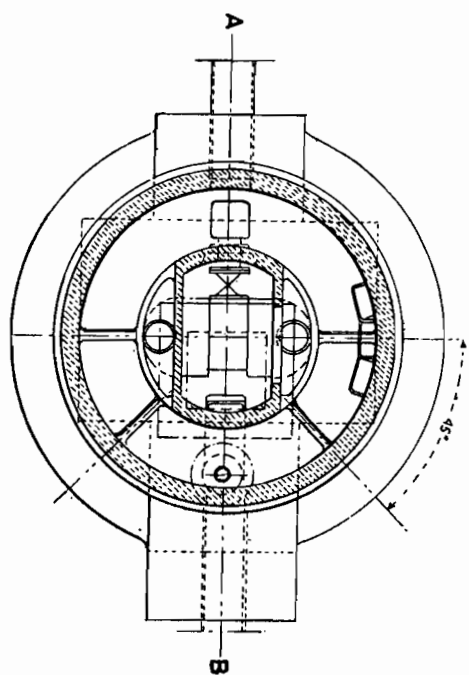
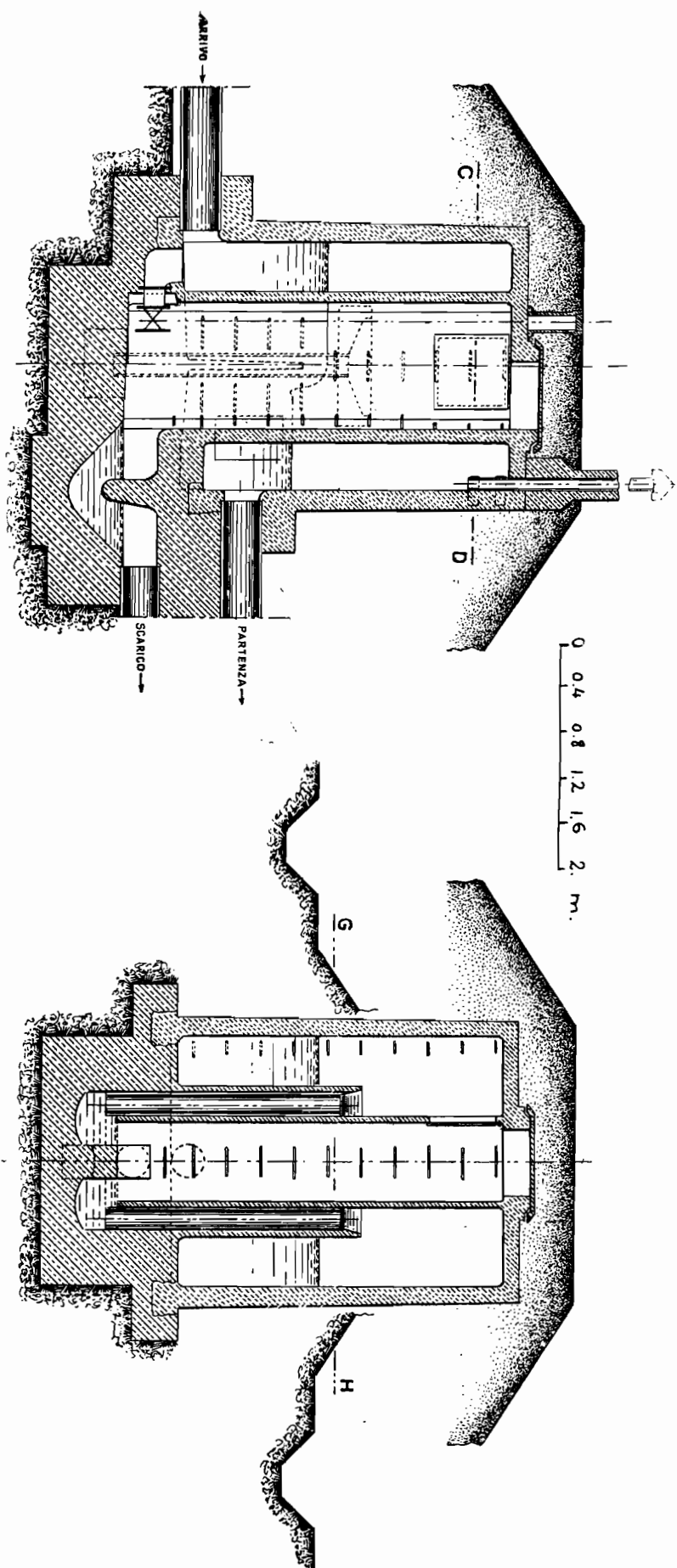


Fig. 25 - Pozzetto d'intervenzione

di essi, in modo da ridurre il carico piezometrico all'arrivo al pozzetto a pochi decimetri. Ogni pozzetto è provvisto di scarico di fondo. In esso confluisce anche il troppo pieno del pozzetto sistemato all'interno del torrino cilindrico di diametro minore. Alcune volte questi pozzetti adempiono anche alla funzione di edifici di presa per qualche sub-diramazione.

Le condotte forzate impiegate nelle diramazioni fino ai serbatoi, e quelle dai serbatoi agli abitati e le reti urbane, sono calcolate con la nuova formula di Bazin, ricordata a proposito del Canale Principale, assegnando i seguenti valori, consigliati dal Prof. Fantoli:

per tubi di cemento armato con $\varphi > 400$ m/m $\gamma = 0,20$
 » » » » $\varphi < 400$ m/m $\gamma = 0,23$
 per tubi di ghisa con qualunque diametro $\gamma = 0,23$

In relazione a questi valori la velocità viene contenuta entro i m. 2 al secondo. L'esperienza ha dimostrato che i diametri calcolati con quei valori consentono una portata maggiore di quella teorica. (Mi occorre dire con l'occasione che tra breve saranno iniziate misure sul Canale Principale e sulle condotte forzate per un controllo più preciso - in esercizio - dei dati di base dei progetti).

I diametri impiegati per le condotte in cemento armato sono al minimo di 150 m/m.

I tubi di cemento armato impiegati nell'Acquedotto Pugliese, traune quelli delle diramazioni del gruppo di Bari, muniti di bicchiere come le tubazioni in ghisa, con giunzione in malta di cemento o lana di piombo, sono cilindrici senza risalti e svasature.

La fabbricazione di questi tubi fuori dei cavi, sorvolando sulle differenze di dettaglio, determinandosi diversi brevetti di fabbrica, può esser fatta in tre modi diversi:

1° *A mano*. - In tal caso la forma per la costruzione del tubo è costituita da un cilindro in lamiera metallica, entro cui si introduce come anima un altro cilindro di diametro minore. Nello spazio anulare tra l'anima e la forma, in cui prima si sistema l'armatura, si versa lo smalto e si comprime con appositi pistoni. Dopo la formatura, e una permanenza nelle forme per una congrua presa (circa 30 ore) il tubo viene conservato in luogo fresco. Nell'interno si esegue un intonaco dello spessore da 5 a 10 m/m con malta di cemento, e dopo vari giorni il tubo è pronto per la posa in opera).

Questi tubi presentano solo il lieve difetto di una variabile resistenza e permeabilità dal basso

all'alto, per diverso grado di umidità e di compressione dovuta all'acqua che tende, durante il getto, a scendere in basso ed al peso degli strati superiori. Il calcestruzzo adoperato in questi tubi è nelle proporzioni di 500 Kg. di cemento per mc. di impasto. Sul primo tronco del sifone leccese lor Signori vedranno in opera tubi fabbricati con tale sistema.

2° *Con la centrifugazione*. - In tale metodo si utilizza per la compressione del calcestruzzo la forza centrifuga sviluppata in un movimento di rotazione. Schematicamente il macchinario consiste in una specie di tornio, ai cui morsetti viene affidata la forma del tubo da costruire, che è

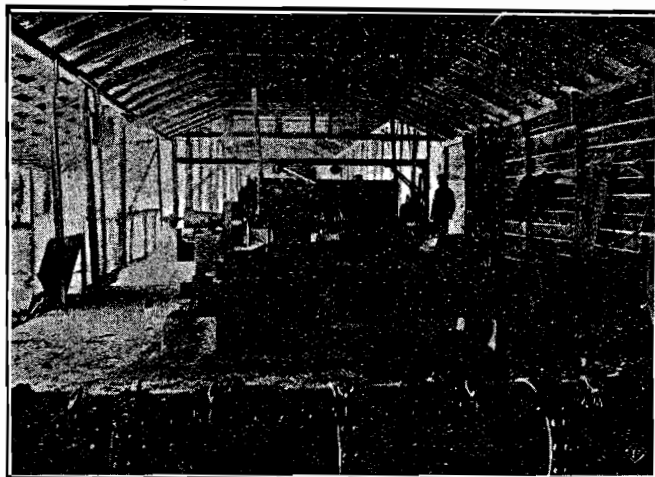


Fig. 26

Macchinario per la fabbricazione dei tubi in cemento armato

messa in moto da uno dei morsetti collegati alla motrice ed all'apparecchio di messa in marcia, di arresto e di variazione di velocità (fig. 26).

Un sistema più semplice è costituito da un comune albero di trasmissione orizzontale, abbracciato da due o tre cinghie che sostengono la forma del tubo. Questa può ricevere in tal modo oltre che il movimento di rotazione anche un moto di vibrazione, tutto agli effetti di una migliore distribuzione degli elementi nella massa dello smalto. A Putignano è in funzione, e sarà visitato da lor Signori, un impianto di questo tipo per la fabbricazione dei tubi in cemento armato del gruppo di diramazioni Conversano - Monopoli.

Non è qui il caso di enumerare i vari sistemi di forme (forme metalliche rigide, forme di lamiera zincata rinforzate con listelli di legno, forme di soli listelli di legno). Mi importa qui accennare al sistema adottato ad evitare le deformazioni dell'elica, durante la rotazione nella forma.

L'armatura di ferro per i tubi in cemento armato veniva preparata, disponendo su appositi tamburi di legno le direttrici ad elica continua, con passo e diametro variabile a seconda della pressione (sopportata solo dal metallo) e legando poi a questa le generatrici. Tale sistema di formazione dell'elica, produceva durante la rotazione l'allargamento dell'elica stessa, con diminuzione del passo ed accorciamento della spirale, in modo che il calcestruzzo finiva con non avvolgere completamente il ferro e risultavano senza anima metallica gli estremi del tubo. Ad eliminare tali inconvenienti venne adottato un tipo di armatura perfettamente rigido a due eliche incrociate, costituenti una rete a maglie romboidali che ritiene tra le diverse spirali le generatrici con o senza legature.

Il cemento armato per tubi centrifugati deve rispondere a particolari condizioni di omogeneità volumetrica. La pratica insegna essere opportuna la seguente dosatura: mc. 0,75 di pietrisco passante per maglie con fori di 20 m/m di diametro, mc. 0,45 di sabbia e Kg. 600 di cemento. In tali tubi l'intonaco interno si forma naturalmente con la separazione degli elementi per ordine di grandezza, e per evitare appunto un eccessivo smagrimiento del calcestruzzo verso l'esterno, è necessario impiegare conglomerati grassi ed una velocità bassa di rotazione all'inizio della centrifugazione.

Ultimata la fabbricazione, si procede come per quelli a mano alle operazioni successive, tranne l'intonacatura interna, trovandosi inoltre conveniente la immersione in apposite vasche d'acqua per la stagionatura.

Con tale sistema sono stati fabbricati la maggior parte dei tubi in cemento armato impiegati nell'Acquedotto Pugliese.

3° *Con macchina a scossa.* - Tale sistema consiste nell'imprimere a forme verticali un movimento di rotazione, e di oscillazione intorno ad assi orizzontali, produttore il costipamento del calcestruzzo. Tale metodo è in esperimento per poter essere adottato nella costruzione dei tubi per il 2° tronco del sifone Leccese.

Un punto sempre delicato delle condotte in cemento armato è il giunto dei tubi.

Il tipo di giunto che si è addimostrato migliore è quello a *monicotto*, conosciuto come *tipo Acquedotto Pugliese*, appunto perchè largamente da noi impiegato. Tale sistema stabilisce una saldatura rigida fra i tubi, avvolgendone gli estremi con una rete metallica legata con fili di ferro, su cui poi si stende uno strato di malta di cemento

e sabbia la cui aderenza al calcestruzzo vecchio dei tubi viene assicurata con apposita martellatura e bagnatura delle testate di questi. Si ha cura di mantenere i manicotti bene umidi per qualche giorno, e successivamente, quando un tratto di condotta di circa 500 metri è pronto, si procede alla prova, inserendo agli estremi del tratto da provare apposite e speciali saracinesche in ghisa dette scatole Torelli. La pressione di prova adottata nello Acquedotto Pugliese, corrisponde alla idrostatica massima aumentata di 1/2 atmosfera.

Lavorando nei mesi freschi e riparando le eventuali crinature dei tubi per contrazione termica al contratto dell'acqua, e poi interrando la condotta, non c'è da preoccuparsi di successive influenze di temperatura.

Un importante risultato pratico in materia di tubazioni in cemento armato è che l'impiego di esse, per una buona riuscita, è subordinato ad un terreno di posa assolutamente solido.

Anche l'Eternit è stato impiegato nelle diramazioni ed in qualche condotta esterna.

Sono in corso lavori per l'impiego in alcune diramazioni di tubi in ghisa fabbricati col sistema della centrifugazione.

Lungo le diramazioni oltre i pozzetti di interruzione cui ho accennato, sono sistemati nei punti depressi gli scarichi e nei culmini gli sfiati. Questi sono sia automatici sia liberi. In generale sono preferiti questi ultimi che, peraltro, possono normalmente e facilmente impiegarsi data l'esiguità dei carichi idrodinamici.

Presso gli abitati sono sistemati i serbatoi.

La configurazione altimetrica della regione e quindi la posizione delle quote adatte alla costituzione dei serbatoi, rispetto al tracciato dell'Acquedotto; le forti capacità di questi e le alte temperature estive che non consentono che solo in caso di necessità assoluta l'impiego di serbatoi sopraelevati, hanno fatta escludere la soluzione dei serbatoi terminali.

I serbatoi in servizio urbano sono pertanto nell'Acquedotto Pugliese all'inizio delle reti di distribuzione, ed alcune volte, a seconda del terreno, anche a distanza di una diecina di Km. da queste.

Questi serbatoi, mentre svolgono la normale funzione di compenso, sono di fatto costruiti con criteri di riserva, in modo che la loro capacità (che per alcuni come quelli di Bari e Foggia è di 12 mila e 12.500 mc. rispettivamente, e circa 15.000 mc. per quello di Taranto) è più che esuberante al primo scopo. La capacità di essi è assegnata in ragione inversa della distanza dal Canale Prin-

cipale ed è ancora maggiore per quelli serviti da condotte ascendenti, per cui sono da temersi più probabili interruzioni. Per la provincia di Bari i serbatoi delle condotte discendenti sono proporzionati per sopperire al fabbisogno di 30 ore ad erogazione normale, quelli delle condotte ascendenti al fabbisogno di 54 ore. Per le provincie di Foggia, Lecce e Taranto i detti fabbisogni sono accresciuti rispettivamente a 48 e 72 ore.

Tranne due serbatoi circolari in cemento armato, tutti i serbatoi dell'Acquedotto sono rettangolari, in calcestruzzo cementizio, coperti con solaio in cemento armato o volte in calcestruzzo. I maggiori sono divisi in due camere simmetriche provviste di sfioratori, scaricatori e condotte d'arrivo e di uscita, con collegamenti combinati in modo,

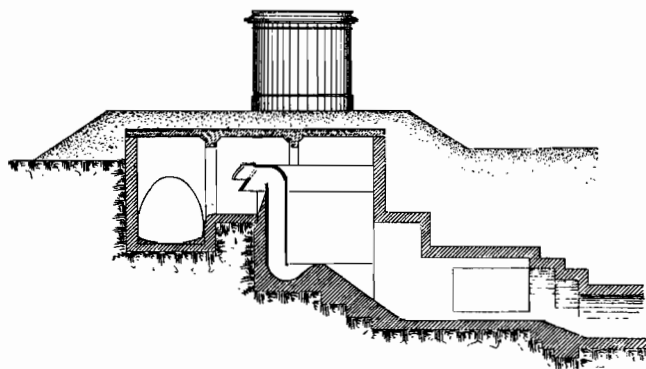


Fig. 27

mediante saracinesche, che l'acqua non vi rimanga mai ferma, e sia possibile escludere una o tutte e due le vasche. In tal caso si avrebbe la diretta comunicazione della condotta in cemento armato della diramazione con la rete urbana, per il tramite della condotta esterna metallica. Ad evitare ciò la condotta in arrivo sbocca in una specie di pozzetto di interruzione costituito normalmente da tre vaschette (più di tre nei casi in cui il serbatoio funziona da partitore) divise da setti per stramazzo. L'acqua arriva nella prima, stramazza nella seconda e prosegue o per il serbatoio o per la condotta esterna; l'eventuale supero si scarica nella terza vaschetta che è collegata con la tubazione unica di scarico, ove confluisce lo scarico di fondo e quello degli sfioratori di superficie. Questi sono semplici stramazzi liberi nei piccoli serbatoi, nei grandi serbatoi sono generalmente costituiti da sifoni autolivellatori Gregotti in cemento armato, largamente impiegati nell'Acquedotto sia sul Canale Principale che sulle diramazioni (fig. 27).

Tutti i serbatoi, tranne eccezioni per piccoli serbatoi di compenso agli estremi delle condotte ascendenti, sono profondamente incassati nel ter-

reno e ricoperti con uno strato di circa due metri di terra per assicurare la freschezza dell'acqua. Allo stesso scopo, alla copertura resistente del serbatoio è sottoposta una copertura leggera con voltini di mattoni forati in foglio, venendosi in tal modo a costituire apposita camera d'aria.

Dai serbatoi partono le condotte esterne, generalmente in ghisa precedute da misuratori Venturi, con integratore che lor Signori vedranno in funzione al serbatoio di Bari.

Le condotte esterne e così le reti urbane sono proporzionate ad una portata uguale a due volte e mezzo quella assegnata agli abitati, che è per Foggia, Bari, Lecce, Taranto e Barletta 150 l. per ab. e per g. Comuni con popolazione superiore a 20.000 abitanti 110 l. " " " " Comuni con popolazione tra 20.000 e 10.000 abitanti 90 l. " " " " Comuni con popolazione inferiore a 10.000 abitanti 70 l. " " " "

Il sistema di distribuzione ai privati è a contatore: il più pratico ed anche l'unico attuabile in Puglia, date le forti temperature estive che non avrebbero consentito, dal punto di vista igienico, l'impiego di serbatoi sulle terrazze degli edifici.

Avrei finito se non avessi ancora a dire dei lavori di riparazione delle gallerie del 1° tronco del Canale Principale, che hanno somma importanza sia dal punto di vista costruttivo sia per le ripercussioni sull'esercizio dell'Acquedotto, di cui loro troveranno ampio cenno nella mia relazione al Parlamento del 1923. Tralascio pertanto di parlare di queste, per illustrare i lavori di riparazione che indubbiamente interesseranno lor Signori, anche perchè volutamente e d'accordo con gli egregi Professori qui presenti, la parte più lunga della vostra visita si svolgerà sui lavori del 1° tronco.

Il 1° tronco del Canale Principale, da Caposele a Venosa, serve, in sostanza, a far passare le acque del Sele dal versante tirrenico a quello adriatico dell'Appennino, ed è pertanto quasi tutto in galleria. Su una lunghezza unita di Km. 55.341 si hanno 19 sotterranei, lunghi complessivamente Km. 49.458, di cui i maggiori sono l'Appennino di ml. 15251,25 (quanto il Gottardo), Toppo Pescione di ml. 5508,25, Croce del Monaco di ml. 7362,07 e Ginestra lungo 8451,50.

I terreni attraversanti da queste gallerie appartengono generalmente a formazioni eoceniche e mio-plioceniche, con abbondanza di argille-marne ed arenarie.

Terreni che la pratica dice *infidi* al costruttore di gallerie.

Lor Signori visiteranno le gallerie Appennino e Croce del Monaco. Illustrerò particolarmente le condizioni di questi due sotterranei, poco di diverso presentandosi negli altri due maggiori Toppo Pescione e Ginestra.

Il sotterraneo dell'Appennino è imboccato dal Canale, dopo la piccola galleria di Caposele ed il ponte canale sul Tredogge, presso Caposele. Qui, il 12 Novembre 1906, fu dato il primo colpo di piccone per la costruzione dell'Acquedotto Pugliese.

Per mezzo Km. circa sono attraversati i calcari compatti del cretaceo, ma poi il sotterraneo taglia un terreno argillo - marno - arenaceo con interposizione di calcari marnosi, geologicamente non in posto. Si alternano argille a struttura scagliosa, scisti argillosi e marne a frattura concoide con arenarie, tutti elementi dell'eocene superiore: l'elemento argilloso di carattere eocenico, contorto ed inflesso, predomina fino al Km. 9. In questo tratto si sono verificate, dopo la costruzione, lesioni longitudinali di apertura secondo la linea di imposta, con schiacciamento in chiave, ed anche, se pure in minore estensione, lesioni tangenziali sia sui piedritti che in calotta, dipendenti da spinte laterali dissimetriche. I terreni a ridosso delle murature risultano incoerenti e facilmente si rilasciano, onde molte volte in corrispondenza allo squarcio della volta, aperto per procedere alle riparazioni, si formano dei *fornelli* o caverne dovuti all'abbandono dei terreni e in alcuni casi al legname lasciato durante la costruzione dietro la muratura di rivestimento, per le gravi pressioni esercitate da quei terreni.

Dopo questa formazione caotica, essenzialmente argillosa, venne perforata per 400 metri dalla progressiva 8 + 600 a valle, una stratificazione di calcari nummulitici e schisti ftanitici dell'eocene inferiore. Successivamente fino al Vallone Cocumella, ove lor Signori discenderanno nella galleria per la finestra Varricello lunga m. 190 e con pendenza del 21 %, cambia la natura dei terreni costituiti da argille con interposizioni sabbiose e stratificazione quasi pianeggiante, probabilmente del terziario superiore. Anche la parte di sotterraneo a valle della finestra Varricello, fino allo sbocco sul rio Padula, è tagliata in questi terreni pliocenici. In tale ambiente le lesioni sono di minore importanza che nel 1° tratto.

Quando e per quali ragioni si manifestarono queste lesioni?

Subito dopo la costruzione, sull'intonaco liscio, che è un magnifico rivelatore di dissesti, si formarono crinature attribuite un primo tempo ad assestamenti della muratura, stuccate e riapertesì in

seguito con maggiore gravità. La causa di queste lesioni deve riportarsi a fenomeni di assestamento delle masse argillo - scisto - scagliose, incoerenti per smottamenti e frane, il cui equilibrio fu turbato dallo scavo del sotterraneo. Si ebbe peraltro durante la costruzione da una parte un aggravamento di tali condizioni per bloccaggi a secco eseguiti dietro le murature o anche per vuoti lasciati tra il rivestimento ed il terreno; dall'altra il notevole avanzamento medio giornaliero di m. 2,40, dimostrando una notevole celerità nella esecuzione dei rivestimenti, evitò guai peggiori, in dipendenza dell'azione di rigonfiamento delle argille.

Dall'esame suddetto discendono le considerazioni seguenti sulla natura delle lesioni.

Le lesioni longitudinali generalmente simmetriche rispetto alla mezzeria del canale manifestano caratteristiche simili sia nella sagoma ovoidale, sia nel tratto a sagoma circolare tra le progressive 5 + 492 e 8 + 434. Si accompagnano a schiacciamenti all'intradosso della serraglia (per la sagoma circolare su sezione maggiore che per quella ovoidale) e sono localizzate lungo la linea di imposta della calotta o intorno al giunto orizzontale del piedritto. In tale tipo di lesione è evidente il comportamento della serraglia come cerniera e quello dei piedritti e semicalotte come due arcate incastrate alla base e vincolate a cerniera nel vertice.

Le lesioni tangenziali debbono riportarsi ad azioni dissimetriche rispetto alla sagoma, dovute forse a scivolamenti di strati e di masse.

Gli spessori adottati in costruzione variano da m. 0,40 a m. 0,80.

Attualmente, come lor Signori vedranno, sono in corso le riparazioni. Consistono queste in rifazioni complete (*fig. 28*) degli anelli lesionati, con spessori maggiori, evitando in modo assoluto i vuoti dietro i rivestimenti, che vengono ricostruiti con ottimo pietrame calcareo con struttura a raggio, e rinzeppati fin sotto l'intradosso del cavo aperto nella montagna dalle demolizioni, onde gli spessori di m. 1,50 sono più che normali.

Le riparazioni si svolgono per 5 giorni su 8 di inverno, e 4 su 8 di estate; negli altri giorni il canale, dopo abbondanti lavaggi è aperto all'esercizio. Provvedono alle riparazioni di questa galleria il Cantiere di Caposele e quello di Cocumella. Prossimamente si provvederà alla trazione meccanica, essendo gli attacchi notevolmente lontani dai due imbocchi.

Dissesti di entità uguale o maggiore si riscontrano nel sotterraneo Toppo Pescione ed in quelli minori intermedi.

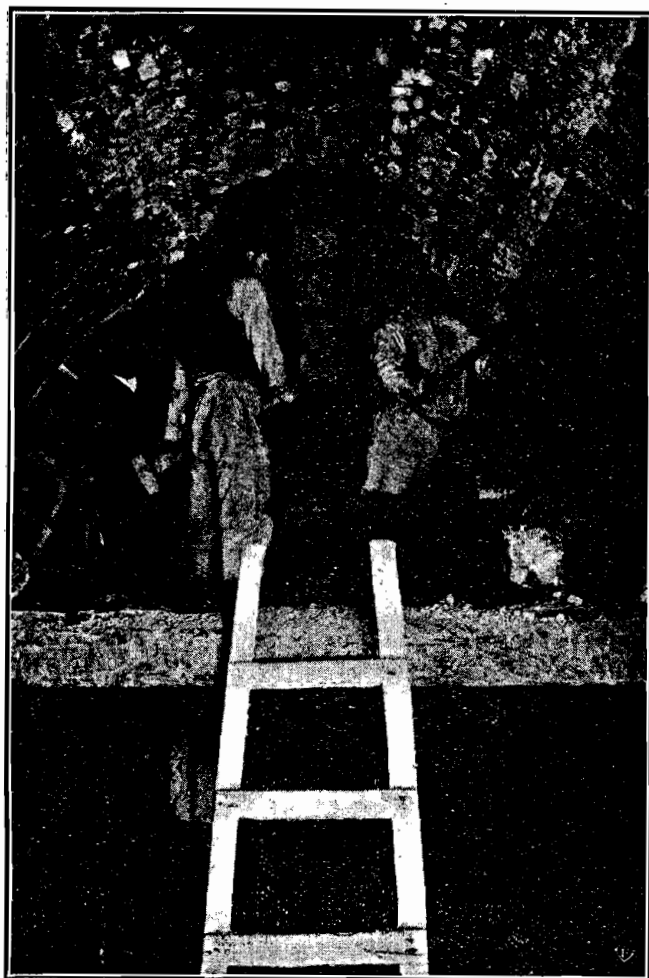


Fig. 28

Galleria dell'Appennino - Coppia di minatori che demoliscono un anello a mattoni dello spessore di m. 0,75. In fondo si vede un anello già rifatto in pietra da taglio.

Notevole è invece il sotterraneo Croce del Monaco (*fig. 29*), per la diversità e la maggiore importanza dei fenomeni da esso presentati. La galleria si inizia, come lor Signori vedranno, presso la Fiumara di Atella, attraversando per circa un Km. un deposito limuo - vulcanico, dovuto all'azione alluvionale della Fiumara sui fanghi e sulle ceneri del vicino vulcano Vulture, ora spento. In seguito taglia per circa 250 metri argille schistose con interposizioni sabbiose del terziario medio e forse del pliocene, e, tranne un tratto di 1400 metri dall'imbocco Venosa, ove si incontrano anche materiali del pliocene, per la parte centrale di circa 4650 metri la galleria è scavata nell'eocene, tagliando stratificazioni rotte ed inflesse di argille scisto - scagliose, alternate con arenarie, marne e calcari marnosi. Le arenarie sono ridotte a sabbie poco consolidate o addirittura sciolte e mobili.

In questo sotterraneo si riscontrano tutti i tipi di dissesti descritti, cui si aggiunge anche il sollevamento e la rottura dell'arco rovescio. Fenomeno ancora più importante, e molto frequente in questo sotterraneo, è quello dei fornelli (di cui alcuni alti 15 metri) producentisi sia nell'ambiente di argille sabbiose plioceniche, sia nell'ambiente eocenico di arenarie incoerenti alternate ad argille schisto - scagliose.

Ancora notevole è l'effetto delle sorgenti minerali abbondantissime in questa galleria e che si immettono nel canale, dando acque batteriologicamente pure. Tali acque variamente mineralizzate (carboniche, solforiche, ferruginose, sodiche) danno luogo alcune a formazione di incrostazione, altre a singolari afflorescenze sull'intonaco, ma soprattutto a decomposizione delle malte delle murature e dello intonaco.

Anche in questa galleria i lavori di riparazione consistono nella rifazione completa del rivestimento in pietra da taglio e con spessori maggiori dei precedenti. Particolarmente gravoso è il riempimento dei fornelli, con pietrame attozzato, importando esso dimensioni notevolissime dell'anello murario.

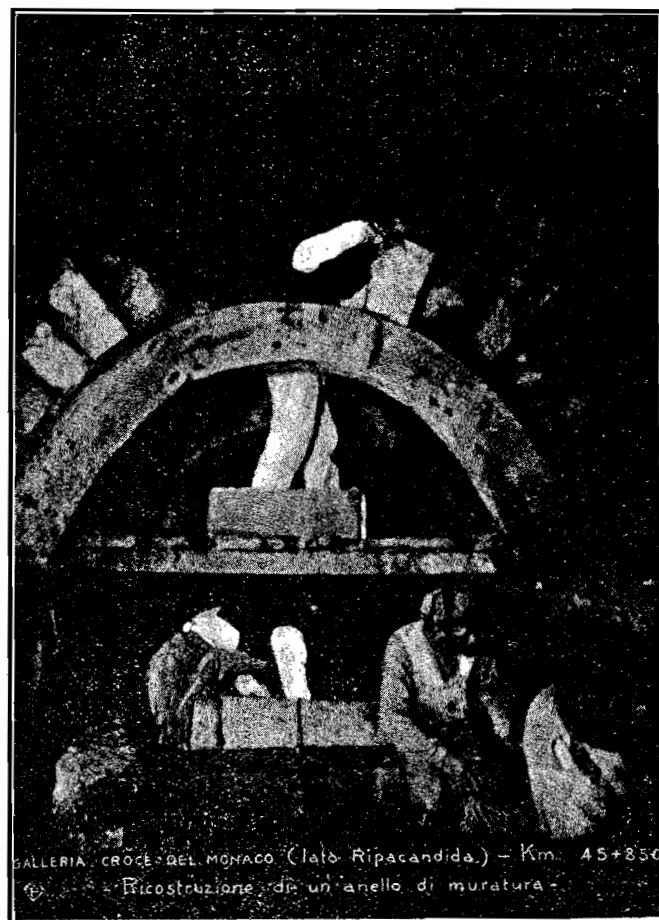


Fig. 29

Sono in istudio i sistemi da adottarsi per la riparazione delle tratte ove si svolge l'azione delle acque sulle malte e sugli intonaci, o con l'impiego di cementi speciali, o con la riduzione al minimo della malta in una muratura accuratissima in pietra da taglio ed eventualmente con la costruzione in laterizi con malte speciali.

Ai lavori di riparazione della Croce del Monaco provvedono i due cantieri di Atella e Ripacandida ai due imbocchi.

I lavori di riparazione delle gallerie del 1° tronco, che lor Signori visiteranno nei prossimi giorni, sono indubbiamente degni della loro maggiore attenzione. Sono impiegati giornalmente in

essi oltre 1400 operai, con produzione annua di oltre 45000 mc. di nuove murature. Maggiormente essi saranno intensificati. Lo sviluppo continuo delle costruzioni dell'Acquedotto crea condizioni di consumo d'acqua sempre maggiore; è urgente pertanto che il Canale Principale sia, anche nella sua prima breve parte, nelle ottime condizioni di tutti gli altri tronchi e dello Acquedotto in genere.

Egregi Colleghi, finisco, augurandomi che la visita che sono per compiere, interessandoli utilmente, valga a fare di loro tutti degli ammiratori convinti di questa superba opera dell'Ingegneria Italiana e della Volontà della Nazione.