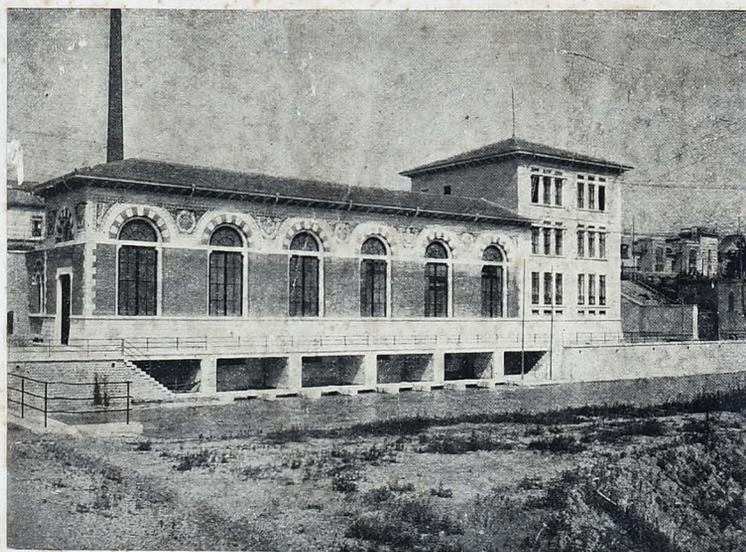




AZIENDA ELETTRICA COMUNALE DI VERONA

\*

# L'AZIENDA ELETTRICA COMUNALE DI VERONA



MONOGRAFIA  
PUBBLICATA A CURA DELLA A.E.C.V. IN OCCASIONE  
DELLA INAUGURAZIONE DELLA  
CENTRALE IDROELETTRICA  
DI TOMBETTA

VERONA

21 APRILE 1925





AZIENDA ELETTRICA COMUNALE DI VERONA

\*

# L'AZIENDA ELETTRICA COMUNALE DI VERONA

MONOGRAFIA PUBBLICATA A CURA DELLA A.E.C.V. IN OCCASIONE  
DELLA INAUGURAZIONE DELLA CENTRALE  
IDROELETTRICA DI TOMBETTA

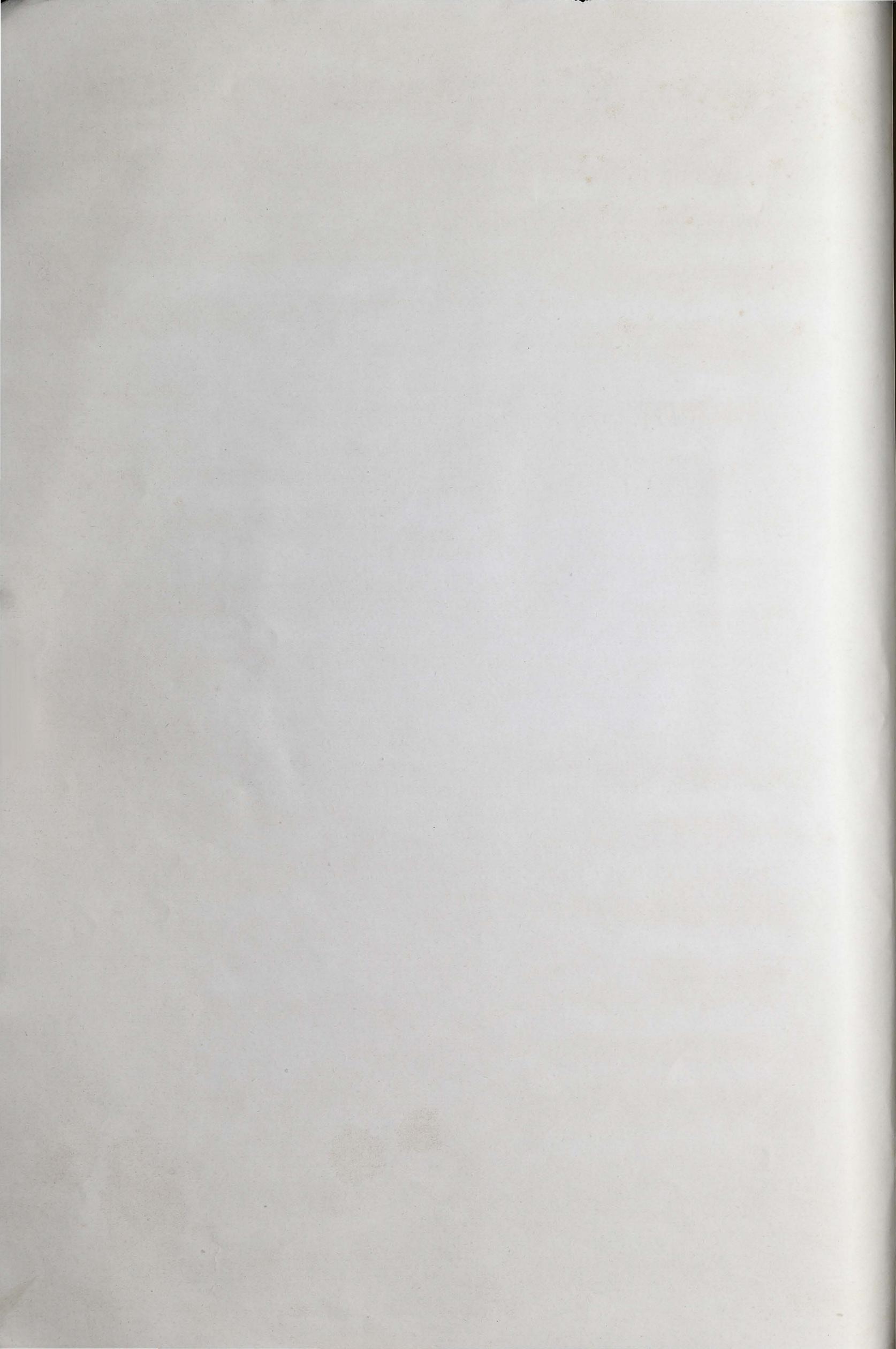
VERONA 21 APRILE 1925

\*



*L'*Azienda Elettrica Comunale di Verona, voluta dagli Amministratori della cosa pubblica per dare alla città il mezzo per sopperire direttamente alle esigenze dei più importanti pubblici servizi e per cedere energia a prezzi convenienti alle piccole industrie locali, pur senza deviare dalla positiva visione dei complessi problemi tecnico-economici attinenti alla distribuzione, è giunta, oggi, ad una solida efficienza, sì da potere pienamente corrispondere — in conformità ai criteri stabiliti dalle Amministrazioni Comunali — alla giusta aspettazione della cittadinanza.

È pertanto, opportuno che, in occasione della inaugurazione della nuova Centrale di Tombetta, una descrizione, anche sintetica, della formazione e del successivo sviluppo degli impianti di produzione e della rete di utilizzazione in rapporto alle sempre nuove condizioni di ambiente, dia una chiara visione non solo della vita di quella che è una delle più fiorenti Aziende industriali del Comune di Verona, ma altresì del laborioso progresso della economia locale.



COMMISSIONE AMMINISTRATRICE

CAV. ING. LUIGI RUFFO -- *Presidente*

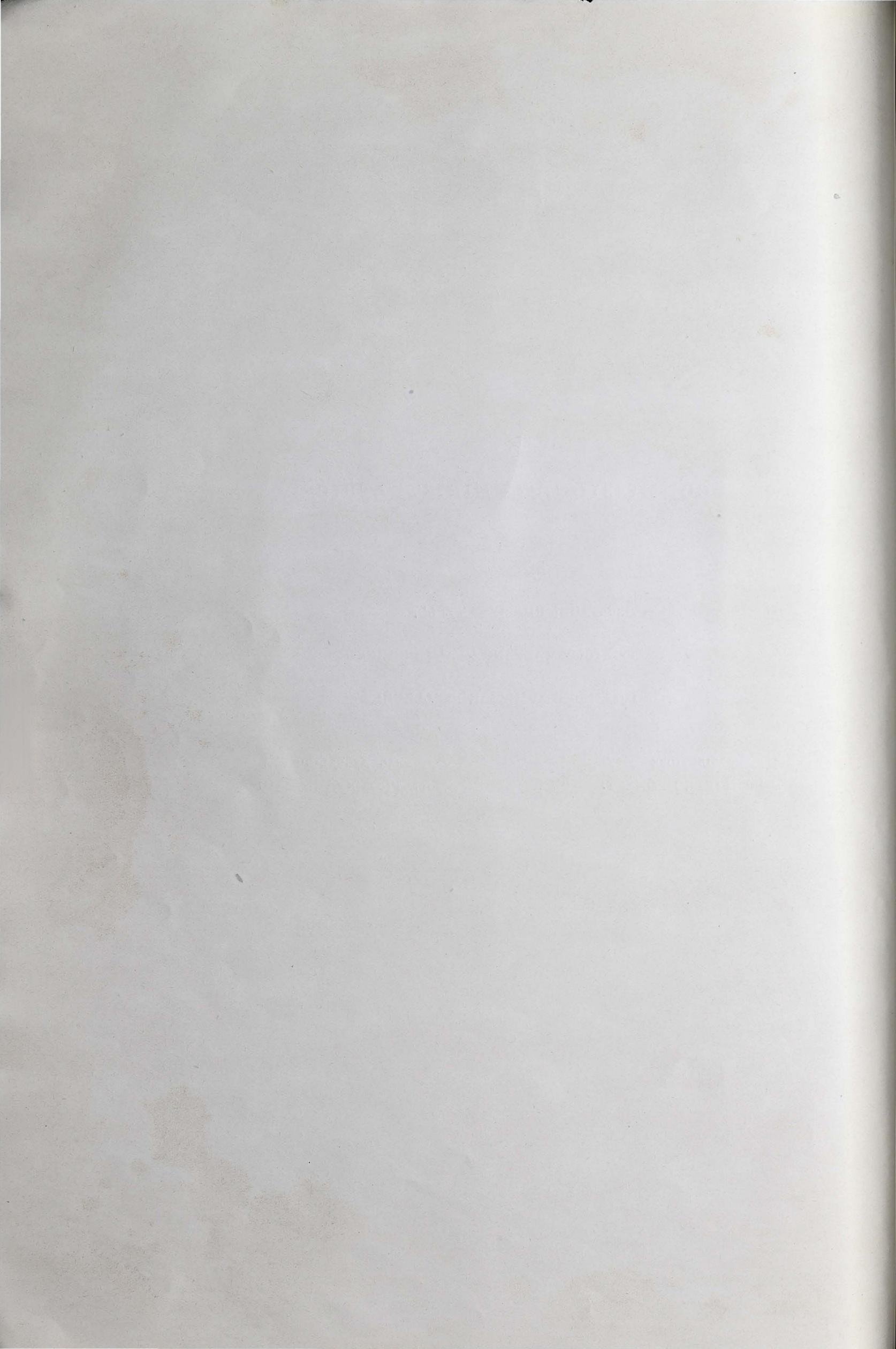
GR. UFF. COMM. GAETANO-CARLO FERRERO

Co. ING. ALBERTO RIZZARDI-ALLEGRI

---

DIRETTORE  
ING. PIETRO BONETTI

RAG. SEGRETARIO  
DOTT. PROSDOCIMO BADIA



## SOMMARIO

### PARTE I.

L'Azienda dalla sua costituzione al 31 dicembre 1922.

CAPO I. - A) Preliminari . . . . .	Pag. 11
B) Costituzione ed avviamento dell'Azienda (agosto 1898 - 30 giugno 1907)	» 11
CAPO II. - A) Primo periodo di sviluppo dell'Azienda (1 luglio 1907 - 31 dicembre 1923)	» 14
B) Notizie sugli impianti . . . . .	» 16

### PARTE II.

L'Azienda dal 1° gennaio 1923 al 31 dicembre 1924.

CAPO I. - Secondo periodo di sviluppo dell'Azienda. I lavori di impianto eseguiti nel 1923	Pag. 23
CAPO II. - Il primo anno di esercizio (1924) del nuovo impianto :	
A) I lavori d'impianto . . . . .	» 48
B) I risultati dell'esercizio . . . . .	» 54

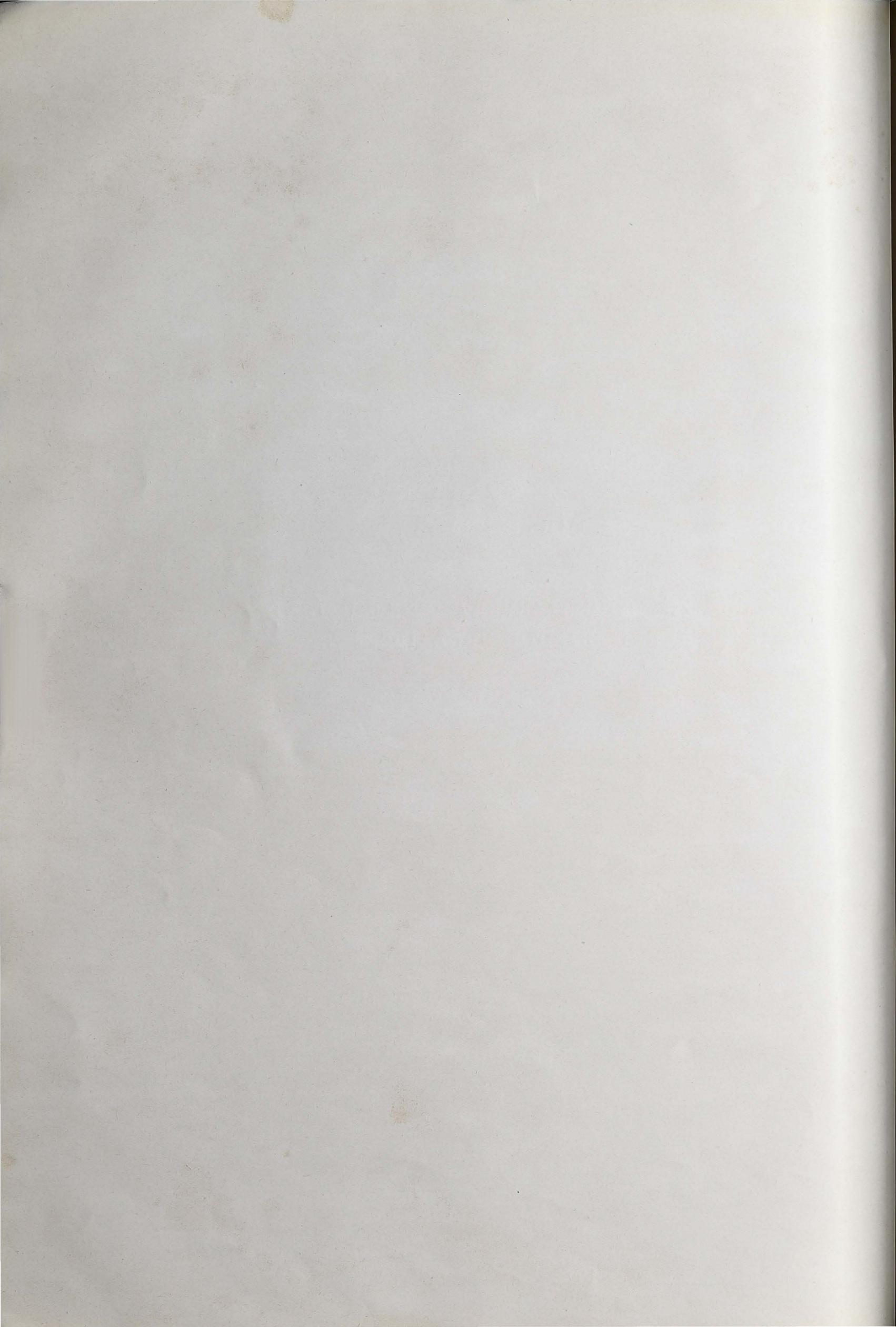
### PARTE III.

Serie cronologica delle Commissioni Amministratrici. . . . .	» 57
--	------



PARTE PRIMA

L'AZIENDA DALLA SUA COSTITUZIONE  
AL 31 DICEMBRE 1922



## CAPO I.

### A) PRELIMINARI

L'idea di derivare un canale dall'Adige per fornire alle industrie locali la potenza necessaria al loro sviluppo sorse nella vasta mente di Scipione Maffei (1675 - 1755) ma non potè essere attuata che oltre un secolo dopo quando, nella sessione straordinaria del 26 - 27 febbraio 1879, il Consiglio Comunale deliberò la costruzione del canale industriale con l'incile al Chievo e con lo scarico presso Tombetta secondo il progetto dell'Ingegnere Enrico Carli.

Al canale venne dato il nome del Sindaco di allora G. Camuzzoni che, con tenace perseveranza e con impareggiabile energia, si adoperò per tradurre il pensiero in realtà.

La concessione fu assentita in data 3 agosto 1882 e il canale stesso fu colaudato il 9 marzo 1887 dal R. Corpo del Genio Civile di Verona.

Il canale aveva la portata di mc. 26,50 per 1" con altezza d'acqua costante di m. 2,45 sul fondo e poteva sviluppare, complessivamente, la potenza di circa tremila cavalli idraulici.

### B) COSTITUZIONE ED AVVIAMENTO DELL'AZIENDA

*(Agosto 1898 - 30 giugno 1907)*

Pochi anni dopo l'Amministrazione Caperle, essendo il Comune utente del Consorzio del Canale Camuzzoni, « iniziò gli studi con un progetto di una rete « di distribuzione di energia elettrica per l'impianto delle tramvie in città e nella « provincia, per l'illuminazione pubblica della città e sobborghi nonchè per som- « ministrazione a vantaggio delle piccole industrie di forza motrice elettrica.»

Ma, in seguito a richieste troppo onerose per il Comune da parte della Società Ferroviaria e dell'Autorità Militare ed altresì per le opposizioni sollevate dalla Società del Gas contro la attuazione del servizio della pubblica illuminazione con corrente elettrica, i successivi studi dovettero essere limitati a considerare la possibilità e la convenienza di costruire una officina idroelettrica avente lo scopo di distribuire a buone condizioni la energia per le piccole industrie cittadine.

L'Amministrazione A. Guglielmi traduceva in atto il progetto e nella seduta del 23 novembre 1897, all'unanimità, approvava il preliminare stipulato con la Ditta Brown-Boveri & C. di Baden e, successivamente aggiudicava, alla Ditta Riva - Monneret di Milano l'appalto dei macchinari dell'impianto idro-elet-

trico ed approvava il progetto di capitolato per la cessione della energia alle utenze industriali.

Il progetto della officina generatrice, una delle prime a corrente alternata trifase, prevedeva di « adoperare 315 cavalli vapore del Canale » che si calcolava rendessero in città la potenza effettiva « di 190 cavalli vapore ».

Le spese d'impianto e di esercizio (ammortamento in 20 anni) erano state calcolate in cifra tonda eguali, rispettivamente, a L. 240.000 ed a L. 35.000.

L'iniziativa del Comune di Verona doveva ritenersi allora una novità sia dal lato tecnico che dal lato economico, poichè attuava, in Italia, il primo impianto elettrico Municipale destinato a favorire lo sviluppo delle private piccole industrie che, nella nostra città, già un tempo fiorenti e promettenti, erano in quell'epoca in sensibile decadimento.

Le previsioni dell'Amministrazione Comunale furono confermate dai fatti: in breve tempo tutta l'energia disponibile in centrale venne collocata presso industriali Veronesi, sì che nella seduta del 6 novembre 1900 l'Amministrazione Comunale si riservava di presentare un progetto di ampliamento dell'officina idroelettrica « per mettere in grado il Comune di venire incontro e soddisfare a « tutte le domande di energia che di giorno in giorno con un crescendo lusinghiero « gli pervenivano e che giacevano forzatamente inevase per un complessivo « numero di cavalli vapore 126. »

« ASSESSORE Franchini Stappo - *Relatore nella seduta del 26 novembre 1900* ».

Nella stessa seduta il Capitale originario veniva aumentato di L. 27.000 sì che il capitale deliberato dall'Amministrazione Comunale saliva complessivamente a L. 268.000. In questa somma era compreso l'ammontare di L. 1000 deliberato nella seduta del 1 dicembre 1898 per modifica al contratto 8 agosto 1898 stipulato con la Ditta Soini Gaetano per la costruzione del fabbricato della stazione generatrice.

Nella seduta del 17 dicembre 1900 venivano approvati ulteriori ampliamenti dell'Officina Elettrica, del macchinario e della rete delle condutture al fine di poter trasportare in città altri 315 HP nominali e di installarne altrettanti di riserva con la spesa prevista di altre L. 300.000.

Come già si è accennato, sino dal 1893 l'Amministrazione Comunale aveva iniziato gli studi per la esecuzione dell'impianto di illuminazione pubblica, di cui vivo era sentito il bisogno, della città e dei sobborghi.

Ma, mentre nei primi anni di esercizio dell'Officina Elettrica non si ebbe a lamentare il congelamento dell'acqua del canale di carico, dal 1904 al 1907 in ogni inverno, per un periodo più o meno lungo, il ghiaccio aveva reso forzatamente inattive le industrie allacciate alla centrale comunale.

La esecuzione del tanto desiderato impianto di illuminazione pubblica — per cui era necessaria l'assoluta garanzia che in ogni stagione e con qualsiasi tempo si potesse disporre di sufficiente energia senza la preoccupazione di possibili interruzioni — veniva, così, necessariamente rinviato.

E per quanto nelle sedute del 18 dicembre 1902 e del 27 gennaio 1903 fosse stato deliberato di provvedere all'illuminazione privata e pubblica nei sobborghi di S. Lucia, Tomba, Tombetta, Porto S. Pancrazio, Borgo Venezia, Viale Porta Nuova, Piazzale e giardino Iolanda, solamente nella seduta del 18 gennaio 1907

veniva deliberato di affidare all'Officina Elettrica Comunale il servizio della illuminazione con sistema più moderno di quello ad olio fino allora usato e di installare una riserva a vapore, prevista, allora, della potenza di 500 HP con conseguente aumento di capitale di complessive L. 267.000 in esse compresa anche la costruzione del fabbricato ad uso di portineria e di magazzino.

I due preventivi presi in esame per dotare l'Officina Elettrica Comunale di una riserva a vapore consideravano, rispettivamente, un turbo-alternatore Parsons della potenza di 400 HP ed un gruppo costituito da una motrice a vapore Lentz e da un alternatore Brown-Boveri.

Per l'illuminazione pubblica, poi, si erano previste N. 1350 lampadine da 16 candele.

Nella stessa seduta del 18 gennaio 1907 veniva approvato il primo capitolato per la concessione di corrente elettrica per illuminazione e la relativa Tariffa.

Nella seduta del 26 febbraio dello stesso anno veniva approvato uno schema di Regolamento Speciale per l'assunzione diretta dell'Officina Elettrica Comunale, relatore per l'apposita Commissione nominata, l'ing. G. Grigolati.

Il Regolamento proposto, salvo lievi varianti apportate nella seduta del 22 giugno 1908, veniva definitivamente approvato nell'adunanza del 23 luglio successivo.

Il Regolamento ebbe, poi, a subire altre modificazioni in rapporto alle particolari esigenze dell'Azienda e perchè avesse a risultare, giusta il concetto informativo della Legge, come la vera integrazione del Regolamento Governativo.

Il Comune poteva in quel tempo disporre della potenza di HP 1012 su 3000 in totale, potenza che, successivamente, fu ridotta a HP 672 in seguito a cessione di carature ad alcuni consortisti.

All'ampliamento del canale Camuzzoni si pensò assai presto.

Vennero, così, posti allo studio i seguenti progetti:

Progetto dell'ingegnere P. Milani che prevedeva di utilizzare la portata di mc. 36,50 per 1'';

Progetto dell'Ingegnere P. Milani che prevedeva di utilizzare la portata di mc. 60 ÷ 70 per 1'';

Progetto dell'Ing. Ettore Marazza che prevedeva di utilizzare la portata di mc. 60 ÷ 70 per 1'';

l'ultimo dei quali potè essere attuato per merito precipuo del concittadino Ing. G. Rubinelli che, come è meglio illustrato nella Parte II della presente monografia, elevò ulteriormente la portata, fermo restando il salto di m. 10.

## CAPO II

### A). PRIMO PERIODO DI SVILUPPO DELL'AZIENDA

(1 luglio 1907 — 31 dicembre 1923)

L'Officina Elettrica Comunale venne retta fino al 30 giugno 1907 in economia.

Il progetto di gestirla con la collaborazione di apposita Commissione e secondo le speciali norme di cui alla Legge 29 marzo 1903 e al Regolamento 10 Marzo 1904, venne approvato a voti unanimi nella seduta consiliare del 13 ottobre 1904.

Si ebbe così, anche nella nostra Verona, come già in altre città d'Italia, una municipalizzazione « avanti lettera »: in vero, in questo caso — come spesso nei fenomeni sociali — la legge era stata precorsa, poichè molti Comuni, d'iniziativa propria, esercivano già servizi pubblici.

Il *referendum*, non trattandosi di assunzione ex novo, ma di continuazione di esercizio, non veniva indetto e la Commissione Reale pronunciava senz'altro parere favorevole.

Col 1° luglio 1907 aveva principio l'esercizio dell'Officina Elettrica come Azienda autonoma.

L'Officina Elettrica Comunale, fermamente diretta ed amministrata con equilibrato criterio, poté gradatamente assurgere a quello sviluppo che era nei voti degli amministratori e della cittadinanza stessa.

Non tutto il capitale deliberato dall'Amministrazione Comunale venne erogato all'Officina Elettrica: al 31 dicembre 1908 esso ammontava a L. 518.398,52 e saliva, poi, a L. 655.280,65 al 31 dicembre 1910.

Ai successivi aumenti dei beni patrimoniali, in questo primo periodo di ampliamento dell'Azienda, l'Officina, senza ricorrere all'aiuto delle Casse Comunali, fece fronte al fabbisogno attingendo, finanziariamente, alle sole proprie entrate di esercizio.

L'Amministrazione Comunale, nel 1908 affidava, alla Commissione Amministratrice dell'Azienda l'incarico di redigere un progetto per l'esecuzione dell'impianto di illuminazione pubblica della città e per il completamento di quello dei sobborghi sostituendo lampade elettriche ai vecchi fanali a gas.

Fuori di Porta Nuova e fuori di Porta Vescovo venivano installate le prime lampade ad arco, mentre nell'interno della città, a cagione della servitù imposta dal vigente contratto con la Società Lionese del Gas, la illuminazione con lampade elettriche si sviluppava con notevole lentezza, tanto che solamente nel 1912 potevano essere illuminati con corrente elettrica il corso Vitt.Em. e il Listone.

La motrice a vapore Lentz, installata in seguito alla deliberazione del 1907, incominciava a funzionare nel 1908, ma alle prove di marcia dava risultati poco soddisfacenti sì che poco dopo, nel 1909, in seguito alla relazione di collaudo redatta dall'Ing. Giacinto Motta, veniva protestata. La Società Svizzera per la costruzione delle macchine Lentz veniva, pertanto, diffidata a ritirare la sua motrice ed a rimborsare all'Officina spese e danni.

Nello stesso anno, in sostituzione del gruppo Lentz, veniva acquistato un gruppo generatore costituito da una motrice Belleville di tipo verticale, della potenza di 300 HP e da un alternatore Brown-Boveri di adeguata potenza; ma le continue richieste di energia rendevano necessario già nel 1911 l'acquisto di un secondo gruppo generatore dello stesso tipo e della stessa potenza e successivamente, nel 1915, veniva acquistato un motore Diesel-Tosi della potenza di 260-300 HP che, per evitare la spesa di acquisto di un apposito alternatore, veniva accoppiato alla generatrice della potenza assorbita di 600 HP rimasta inattiva ed inutilizzata dopo il ritorno alla Ditta fornitrice della motrice Lentz.

Il nuovo gruppo veniva avviato nel 1916 e, poscia, collaudato nel settembre dello stesso anno; un anno dopo, cioè, che la rete di distribuzione era stata estesa anche alla Valpantena.

Durante gli anni della grande guerra l'Azienda segna forzatamente il passo, ma riprende ben tosto il suo ritmo industriale a vittoria conseguita.

Nell'anno 1920, e precisamente nella seduta di Giunta dell'8 gennaio, l'Azienda viene autorizzata a contrarre una operazione di mutuo per l'importo di L. 600.000 con la civica Cassa di Risparmio allo scopo di ampliare e di condurre a termine l'illuminazione pubblica nella città e nei sobborghi.

E mentre i lavori inerenti si svolgono con sistematico sviluppo, proseguono, parallelamente, gli studi per l'ampliamento del canale Camuzzoni e per la costruzione di una nuova Centrale presso Tombetta, studi che vengono, poi, definitivamente approvati nella seduta consiliare del 29 novembre 1921.

Nella stessa seduta l'Amministrazione Comunale, in esecuzione del Decreto di concessione 8 maggio 1921 — in forza del quale il Consorzio del Canale Industriale Camuzzoni poteva derivare acqua dal fiume Adige, in Comune di S. Massimo, nella misura di  $60 \div 70$  mc. al minuto secondo in luogo dei mc. 26,50 di cui alla precedente concessione 3 agosto 1882 — ed in seguito alla espressa rinuncia da parte di alcuni consortisti alle nuove carature disponibili per effetto dell'aumento di portata, delibera di erogare, con l'interposta opera dell'Azienda Elettrica Comunale, la maggiore potenza a vantaggio delle industrie e dei servizi pubblici.

Vengono pertanto, assicurate al Comune carature 3967,35 sulle 6153 totali.

Nella dianzi ricordata seduta viene altresì approvata la stipulazione di una operazione complementare di mutuo per l'importo di L. 12.000.000 con la locale Cassa di Risparmio al fine di provvedere alle spese occorrenti per conseguire il voluto aumento di potenza.

Tali spese erano state preventivate, nella Relazione al progetto, in L. 13.176.000; ma L. 1.176.000 erano già state accantonate con un precedente mutuo (pure contratto con la locale Cassa di Risparmio) approvato dal Consiglio Comunale nelle sedute del 16 agosto e dell'11 settembre 1920.

## B) NOTIZIE SUGLI IMPIANTI

Gli impianti dell'Azienda Elettrica Comunale comprendevano essenzialmente:

1. - I fabbricati della centrale idroelettrica di Basso Acquar;
2. - Il fabbricato della Centrale Termica;
3. - I macchinari di primo impianto della Centrale di Basso Acquar;
4. - I macchinari della Centrale Termica.

### 1. I FABBRICATI DELLA CENTRALE IDROELETTRICA DI BASSO ACQUAR

La vecchia Centrale idroelettrica di Basso Acquar (fig. 1) sorge fra i canali di carico e di scarico presso il gruppo degli altri Stabilimenti che utilizzano l'acqua del Canale G. Camuzzoni.

Essa consta di un fabbricato a due piani, di cui l'inferiore comprende la

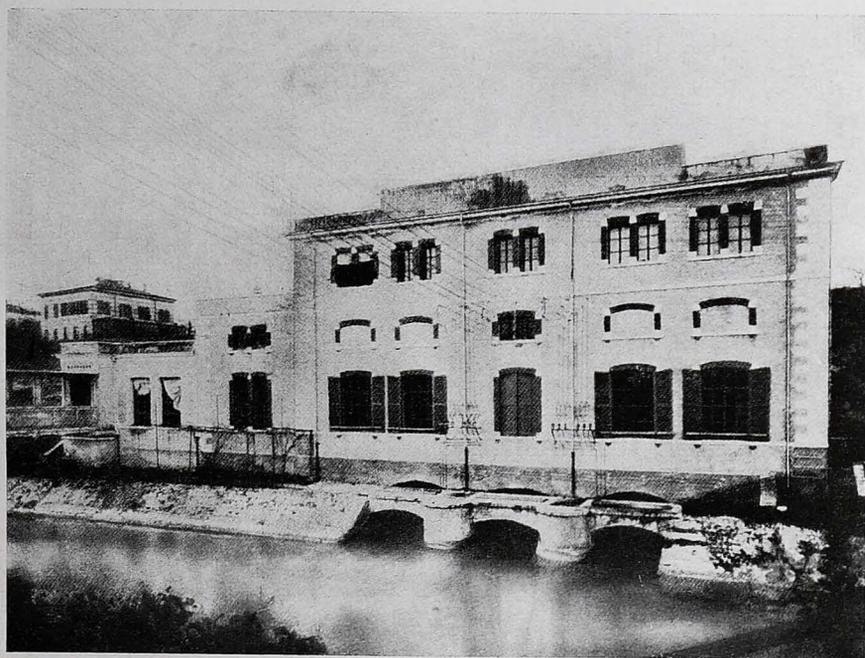


Fig. 1 - OFFICINA IDROELETTRICA DI BASSO ACQUAR  
(prospetto del fabbricato).

sala macchine (fig. 2) ed una officina di riparazione (fig. 3) e nel superiore sono distribuiti gli uffici dell'Azienda.

L'edificio, la cui costruzione venne ultimata nell'anno 1898 dall'impresa G. Bodini, è costruito sopra una robusta platea di calcestruzzo comprendente i cunicoli di scarico delle turbine. I muri di elevazione sono di struttura mista di tufo e di mattoni; i solai e il tetto di calcestruzzo armato.

Si accede alla vecchia centrale Idraulica dal viale di Porta Nuova a mezzo di un Ponte di ferro sul canale di carico.

Il ponte ha la luce di metri 16 e la larghezza di m. 2.50.

## 2. IL FABBRICATO DELLA CENTRALE TERMICA

La Centrale termica è costruita in località « Basso Acquar » presso la sponda sinistra del canale di scarico. Essa comprende:

Il locale delle due caldaie; il locale dei due gruppi generatori azionati da motrici a vapore Belleville; il locale del gruppo generatore Diesel; il Magazzino totalmente sistemato nel 1924, con sottoposto sotterraneo.

Dalla vecchia Officina idroelettrica si accede all'Officina termica a mezzo di una passerella di cemento armato coperta, avente la luce di m. 20 e la larghezza utile di m. 2.

A mattina del fabbricato dell'Officina termica, in apposita fossa di muratura, sono installati due serbatoi di ferro per olio pesante, della capacità di mc. 15 cadauno.

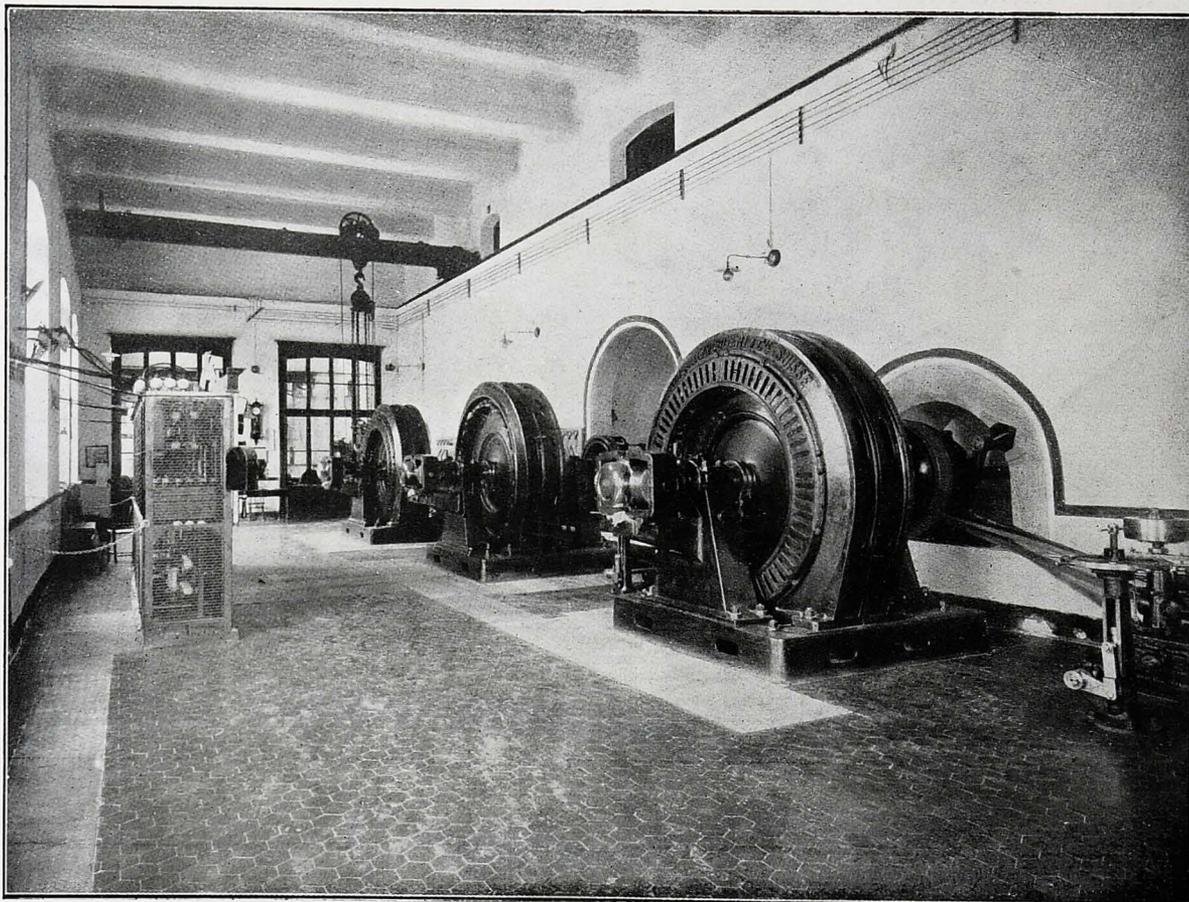


Fig. 2 - OFFICINA ELETRICA DI BASSO ACQUAR  
(Sala delle Macchine - Quadro)

## 3. I MACCHINARI DI PRIMO IMPIANTO DELLA CENTRALE DI BASSO ACQUAR

La turbina che nella vecchia centrale idroelettrica di Basso Acquar cominciò a funzionare per prima (agosto 1898) è di tipo Francis ad asse orizzontale, a camera libera, ad una girante, con distributore a pale mobili a catena interna e con regolatore autonomo a pressione d'olio.

Costruita dalla Ditta Riva-Monneret, sviluppa la potenza HP 250 col salto di m. 10.

La seconda e la terza turbina, installate in seguito a deliberazioni dell'Amministrazione Comunale negli anni 1900-1901 sono simili alla precedente, ma in condotta forzata, con camera e gomiti di ghisa e con tubo di alimentazione del diametro interno di m. 1,30.

Ad ognuna delle tre turbine è accoppiato a mezzo giunto elastico Zedel un alternatore di costruzione Brown-Boveri capace di assorbire la potenza di 250 HP con  $\cos \varphi = 0,80$ .

Gli alternatori sono a indotto fisso e, con la velocità angolare di regime di 250 giri al minuto primo, generano corrente alternata trifase a 3000 Volta, e alla frequenza di 42 periodi.



Fig. 3 - OFFICINA IDROELETTRICA DI BASSO ACQUAR - SALA DELLE RIPARAZIONI

L'energia prodotta giunge al quadro di manovra comprendente *tre scomparti di macchina* (provvisi, ognuno, di reostato di eccitazione, di un interruttore tripolare in olio con comando a mano, di tre valvole a patrona, di voltmetro, di amperometro, di trasformatore di tensione e di lampada di sincronismo) e *tre scomparti per le tre linee partenti* che, sino alla fine del 1 semestre del 1924, alimentavano la rete urbana di distribuzione (comprendenti ciascuno un interruttore tripolare in olio, tre valvole a patrona, tre amperometri) ed in fine *uno scomparto per la linea proveniente dall'officina Termica* (comprendente un amperometro, un wattometro trifase con trasformatori di tensione e di corrente).

L'impianto è completato da una gru a ponte, da un trasformatore per i servizi locali e da un aspiratore per l'aerazione della sala macchine.

L'officina meccanica, (fig. 3) destinata in particolare al montaggio degli strumenti di misura, dei quadri di distribuzione secondaria, delle intelaiature per cabine di trasformazione, ecc. comprende, fra l'altro, un tornio parallelo, un tornio di precisione Adler a pedale, una sega a nastro, una piallatrice, una pulitrice, un trapano a colonna, una trancia, ecc.

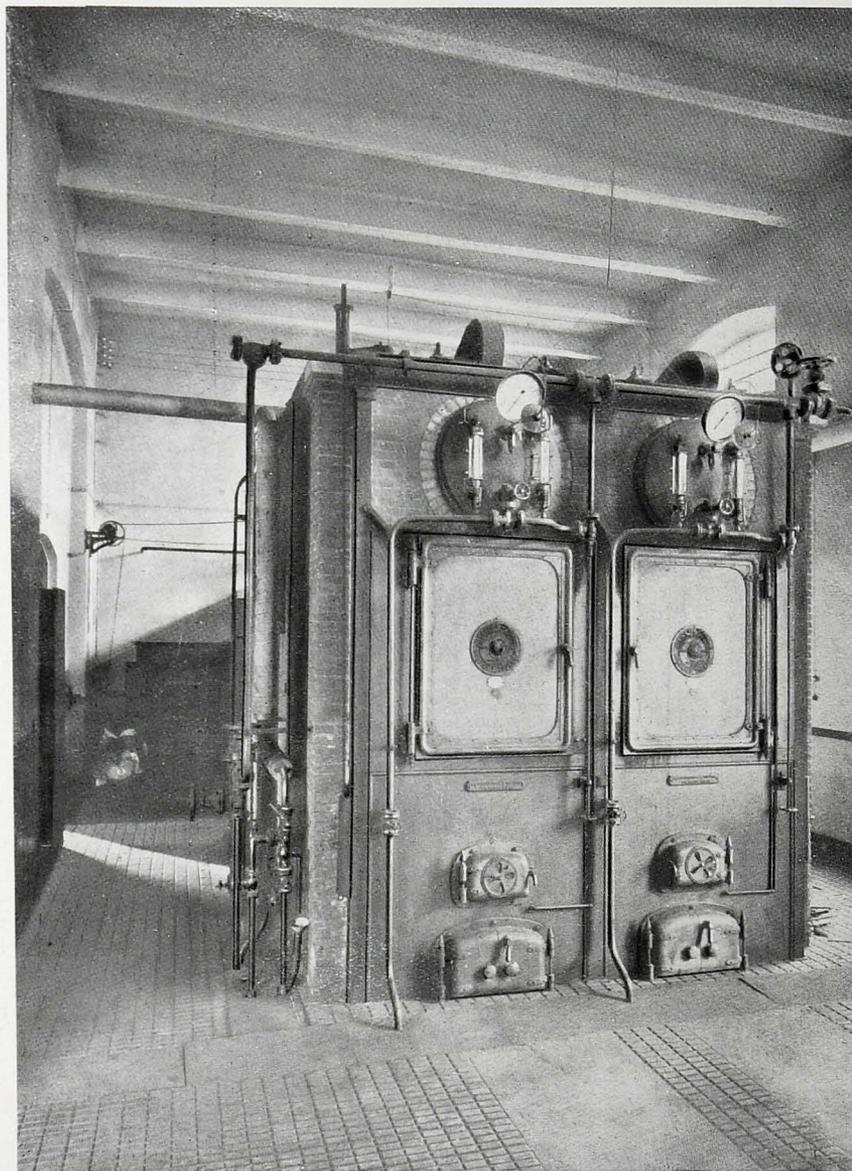


Fig. 4 - RISERVA A VAPORE - LOCALE DELLE CALDAIE

#### 4. I MACCHINARI DELLA CENTRALE TERMICA

L'Officina Termica comprende (fig. 4):

A) — Due caldaie Babcock e Wilcox costruite per pressione di esercizio di 13 atmosfere ed aventi la superficie riscaldata di mq. 102 ciascuna. Sono provviste di economizzatore Green.

B) — Due motrici a vapore verticali (fig. 5) di costruzione Belleville, della potenza di 300 HP, provviste di condensatori a miscela, l'uno dei quali di tipo Koerting con pompa azionata da motore elettrico e l'altro di tipo Westinghouse Leblanc.

Le due motrici sono direttamente accoppiate a due alternatori trifasi Brown-Boveri con eccitatrici coassiali, capaci ciascuno di assorbire 300 HP con  $\cos \varphi = 0,8$  e di generare, alla velocità di regime di 420 giri al minuto primo, corrente alternata trifase alla tensione di 3000 Volta e alla frequenza di 42 periodi.

Un quadro di manovra per detti alternatori, a due scomparti comprendenti ciascuno un reostato per l'eccitatrice, un reostato per l'alternatore, un interruttore tripolare in olio, una terna di valvole a patrona, un amperometro, un voltmetro con trasformatore di tensione.

Un motore Diesel della Ditta Franco Tosi, a tre cilindri, a quattro tempi, della potenza di 260-300 HP che è stato sostituito, nell'ultimo scorcio del 1924 con altro più potente. (Vedasi Parte II, Capo II — A).

Un alternatore Brown-Boveri della potenza assorbita di 600 HP con  $\cos \varphi = 0,80$  (lo stesso che doveva essere azionato dalla motrice Lentz) ed un semplice quadro di manovra completano il gruppo Diesel.

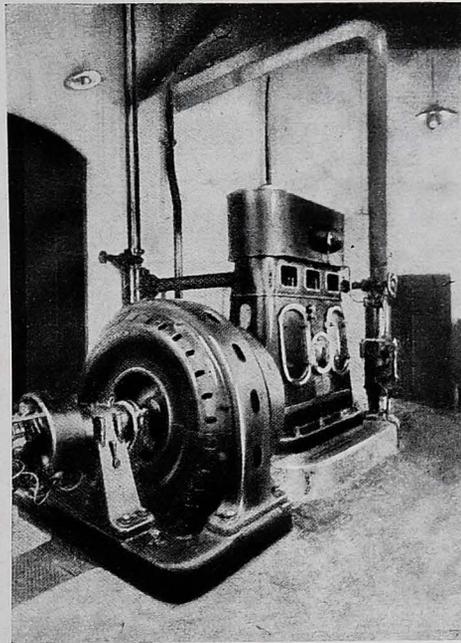
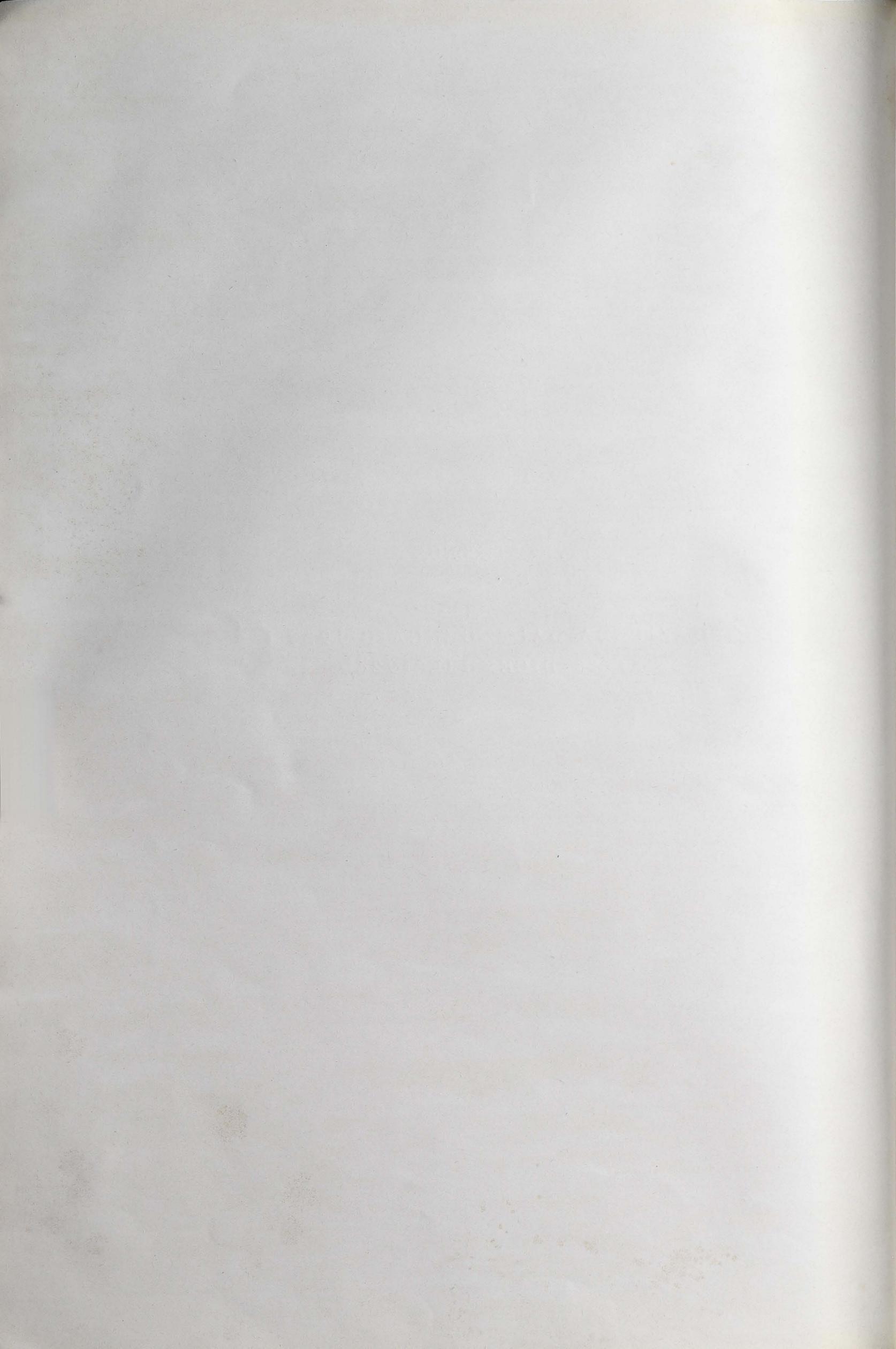


Fig. 5 - UN GRUPPO A VAPORE - 300 HP

PARTE SECONDA

.

L'AZIENDA DAL 1° GENNAIO 1923  
AL 31 DICEMBRE 1924



## CAPO I.

### SECONDO PERIODO DI SVILUPPO DELL'AZIENDA I LAVORI D'IMPIANTO ESEGUITI NEL 1923

#### SBARRAMENTO DEL FIUME ADIGE A CHIEVO ED AMPLIAMENTO DEL CANALE

*N. B. - Le quote citate nelle tavole sono riferite ad un orizzonte di m. 0,46 più alto di quello dell' I. G. M. (orizzonte Progetto Carli).*

*Generalità.* - L'idea di ampliare il canale sorse spontanea, data la quantità di acqua che si trova sempre in Adige (mc. 75 al 1" durante la massima magra) in confronto di quella erogata dal vecchio canale (mc. 26,50); ma solo ultimamente — per l'opera indefessa dell'esimio concittadino Ingegnere Gaetano Rubinelli, progettista e direttore dei lavori — poté essere felicemente tradotta in atto attraverso difficoltà costruttive notevoli, originate dalla natura torrenzialità del fiume.

Prima di descrivere lo sbarramento dell'Adige, è opportuno dare qualche sommaria notizia del vecchio canale ampliato, e della natura del fiume al Chievo.

Il canale si stacca dalla riva destra dell'Adige e, dopo un percorso di 5550 metri, attraversati i giardini della Stazione di Porta Nuova, torna nuovamente nel fiume, a Tombetta (Verona).

Il canale e i relativi manufatti sono di ragione dei seguenti consorziati, che usufruiscono della potenza che ad essi compete per azionare i propri stabilimenti :

Molino Domenico Consolaro.

Ditta Rocco Bonaiti (Fabbrica di punte di Parigi).

Cartoneria Franchini.

Comune di Verona (Azienda Elettrica Comunale-Acquedotto-Fabbrica del ghiaccio).

Cotonificio Veneziano.

Cartiera Fedrigoni.

#### DESCRIZIONE DEL CANALE

Il canale Camuzzoni ampliato segue l'andamento planimetrico del vecchio canale, del quale vengono utilizzate le opere accessorie.

Le varianti apportate al vecchio canale consistono nell'alzamento delle sponde e di alcuni ponti e nell'ampliamento delle bocche del vecchio edificio di presa.

Il Canale ampliato è rivestito di calcestruzzo greggio. Esso ha la lunghezza di m. 5550, la portata massima di mc. 90,00, l'altezza d'acqua costante sul fondo di m. 5,00, il franco di m. 0,20, la sezione trapezia con fondo largo m. 6,00 e le sponde inclinate 1:1. Il fondo e le sponde sono raccordati mediante arco di cerchio di m. 4,225 di raggio. La pendenza chilometrica è di m. 0,31. L'area bagnata è di mq. 54,23, il perimetro bagnato di m. 19,75 e il raggio medio di m. 2,74. Il coefficiente di scabrosità corrisponde, quindi, a quelli della categoria 4 della nuova formula di Bazin e della categoria 10 della formula di Kutter.

L'edificio di presa è costituito da nove bocche a battente completamente rigurgitate, di m. 2,10 di larghezza e di m. 2,00 di altezza. Le bocche sono a contrazione soppressa sul fondo e sui due lati verticali e parzialmente soppressa mediante smusso di m. 0,40  $\times$  0,40 sul lato superiore.

Il dislivello fra i peli d'acqua a monte e a valle dell'edificio di presa è di m. 0,28.

Per avere l'altezza di m. 5,00 sul fondo, tenuto conto della perdita di carico attraverso l'edificio di presa, occorre avere in Adige il pelo d'acqua alla quota 63,00 (pari a metri tre sopra la magra ordinaria invernale, che è a quota 59,50).

Per ottenere tale altezza di acqua in Adige, occorre uno sbarramento completo dell'alveo, che rigurgiti l'acqua della altezza necessaria.

#### DESCRIZIONE DEL FIUME ADIGE

A Chievo (fig. 6), il fiume ha carattere torrentizio e trasporta in morbida ciottoli, ghiaia e sabbia in quantità notevoli che — per la conformazione del-



Fig. 6 - L'ADIGE AL CHIEVO



Fig. 7 - CASSONI DI FONDAZIONE DI CALCESTRUZZO ARMATO PER FONDAZIONI AD ARIA COMPRESSA

l'alveo — tendono a depositarsi sulla sponda convessa (riva sinistra del fiume) mentre il filone si appoggia sulla destra, ove è collocato l'edificio di presa.

La portata del fiume varia da mc. 75 al 1'' in massima magra (quota 59,50) a mc. 3000 pure al 1'', in massima piena (quota 66,00). Ritenuto che per i bisogni igienici e fluviali occorra mantenere nell'alveo del fiume una portata di almeno 15 mc. al 1'', rimangono disponibili in magra 60 mc. al 1'' aumentabili in tempo di morbida in modo da compensare ogni eventuale deficienza di salto.

Il letto stabile del fiume è costituito da un banco impermeabile dello spessore di m. 1,50, composto di ciottoli granitici e porfirici (del diametro di 20-30 cm.) di sabbia e di limo.

Al di sopra di detto banco si trovano depositi mobili di ghiaia e sabbia e al di sotto vi è un banco permeabilissimo di ghiaie moreniche, sul quale appoggiano le fondazioni di tutto il manufatto.

#### DESCRIZIONE GENERALE DELLO SBARRAMENTO

Lo sbarramento comprende sette pile, due spalle e otto luci dell'ampiezza di m. 12,50 provviste di soglia fissa in muratura alla quota 59,00 per le 5 luci di sinistra ed alla quota di 58,00 per le 3 luci di destra che servono pure come scarichi di fondo.

Le pile sono collegate a metà altezza da una passerella di calcestruzzo ar-

mato e alla sommità da una passerella metallica. L'ultima luce a destra è sistemata a conca di navigazione per natanti fino alla lunghezza massima di m. 40.

Le pile, rivestite in parte con pietra da taglio e in parte con mattoni, si elevano a m. 15,50 sopra la soglia (ovvero a quota 74,50) e riposano su fondazioni che si spingono fino alla profondità massima di m. 7 sotto la soglia (ovvero fino alla quota 52,00).

La soglia che, come si è detto, è a quota 59,00 nelle cinque luci di sinistra e in corrispondenza delle tre luci di destra a quota 58,00, è costituita da due taglioni di calcestruzzo, collegati da una platea pure di calcestruzzo, ed è rivestita superiormente con blocchi e lastre di pietra viva.

Il taglione di calcestruzzo a monte ha lo scopo di impedire che l'acqua di invaso, infiltrandosi sotto le fondazioni, possa determinare delle pressioni al di sotto della platea e il taglione a valle ha lo scopo di impedire che eventuali erosioni si estendano sotto il manufatto.

La platea, ha la larghezza di m. 5,50, è inclinata di m. 1 su 5,50, ed è seguita da un tratto orizzontale lungo m. 2,00. Tale profilo ha lo scopo di ridurre la formazione di moti vorticosi a valle dello sbarramento.

Le pile hanno il nucleo interno di calcestruzzo, e sono rivestite di pietra viva fino a 50 centimetri sopra il livello di ritenuta (ovvero fino a quota 64,00) e, superiormente, di mattoni.

Entro le pile sono ricavati due gargami, l'uno di sicurezza, l'altro destinato a ricevere le paratoie.

#### MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

I lavori vennero eseguiti in due periodi, approfittando delle due magre invernali Novembre 1920 — Marzo 1921 e Novembre 1921 — Marzo 1922.

Nel primo periodo vennero eseguite le fondazioni delle 5 luci di sinistra, delle quali tre a cielo scoperto e due con fondazione pneumatica a mezzo di cassoni di calcestruzzo armato, costruiti sul greto del fiume artificialmente ampliato (fig. 7). Detti cassoni avevano le dimensioni di m. 13,00  $\times$  4,00 per le pile, e m. 10,00  $\times$  4,00 per le soglie. Durante la preparazione delle sedi di fondazione si osservò che, appena il coltello arrivava allo strato morenico (dopo aver attraversato il banco impermeabile costituente il letto del fiume) l'acqua scompariva nel sottosuolo, tanto che si rendeva inutile la pressione dell'aria nell'interno.

Di questa osservazione si trasse largo profitto nella costruzione delle fondazioni delle altre luci (secondo periodo di magra invernale) abbandonando il sistema delle fondazioni pneumatiche. A tal fine fu necessario procedere alla deviazione del fiume, con una tura formata da due paratie di tavole di larice dello spessore di cm. 5 appoggiate ad intelaiature metalliche.

Queste intelaiature (fig. 8) erano costituite da tubi d'acciaio senza saldatura del diametro di 100 millimetri infissi nel letto del fiume, distanti m. 1,50, muniti di punta di ghisa, e collegati fra di loro con due filagne, di cui l'una a livello dell'acqua e l'altra sommersa.

Il riempimento interno venne fatto con ghiaia e sabbia.

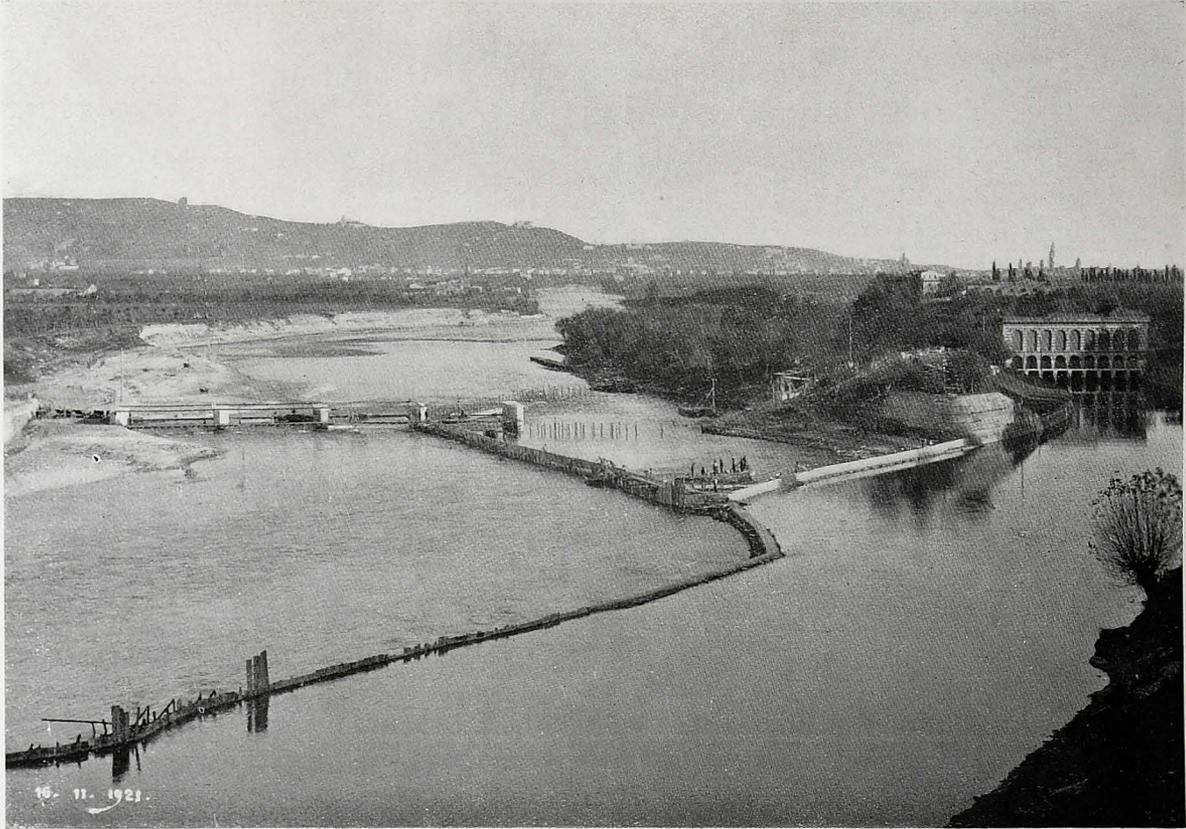


Fig. 8 - TURA DI DEVIAZIONE



Fig. 9 - CANTIERE DI LAVORO

Per attraversare il filone, dove l'acqua aveva il tirante di m. 4,50, si dovette ricorrere alla costruzione di una scogliera artificiale.

Deviato il fiume (facendolo passare nelle quattro luci in sinistra), si procedette alla costruzione di una seconda tura di interclusione del cantiere, con nucleo interno di argilla.

Questa seconda tura, staccandosi dalla destra del fiume (poco a monte dello sbarramento), passava sopra la soglia della quinta luce e terminava alla stessa sponda, racchiudendo anche la zona necessaria per la costruzione della conca di navigazione (fig. 9).



Fig. 10 - FONDAZIONE DELLA VI PILA E GALLERIA DI DRENAGGIO VERSO I POZZI

Mettendo a profitto la osservazione fatta durante la esecuzione delle fondazioni pneumatiche, vennero costruiti, vicinissimi al fiume (ma senza riscontrare travenazioni d'acqua) 4 pozzi.

Il maggiore di essi (Pozzo N. 1), a perfetta tenuta, del diametro di metri 3,40, fu costruito per dar sede e protezione a due gruppi motore-pompa della portata di litri 100 al minuto secondo.

Altri due pozzi (N. 2 e N. 3), spinti fino alla quota 50,50, formavano la camera di pesca delle pompe: in essi veniva incanalata l'acqua del cantiere, raccolta per tracimazione dal pozzo N. 4, il quale veniva abbassato man mano procedeva il lavoro di sterro.

L'acqua di travenazione del cantiere, raccolta in canaletti, veniva portata a stramazzone nel pozzo N. 4 e quindi passava nei pozzi N. 2 e N. 3 donde,

mediante la pompa collocata nel pozzo N. 1, veniva sollevata ed incanalata fuori del cantiere.

In tal modo, il servizio di esaurimento funzionò ottimamente ed i lavori procedettero con la massima celerità, e senza alcuna interruzione (fig. 10).

Durante il primo periodo i lavori durarono complessivamente cinque mesi: un mese e mezzo fu richiesto per la formazione del ghiaietto artificiale e per la successiva costruzione dei cassoni; due mesi per l'affondamento dei cassoni ed un mese e mezzo per la ultimazione fino a quota 63,00 (fig. 11).

Durante il secondo periodo i lavori durarono pure cinque mesi: un mese e mezzo fu impiegato per le opere di deviazione e di interclusione; due mesi per la conca di navigazione ed un mese e mezzo per le altre due luci, portando il lavoro fino a quota 63,00 (fig. 12).

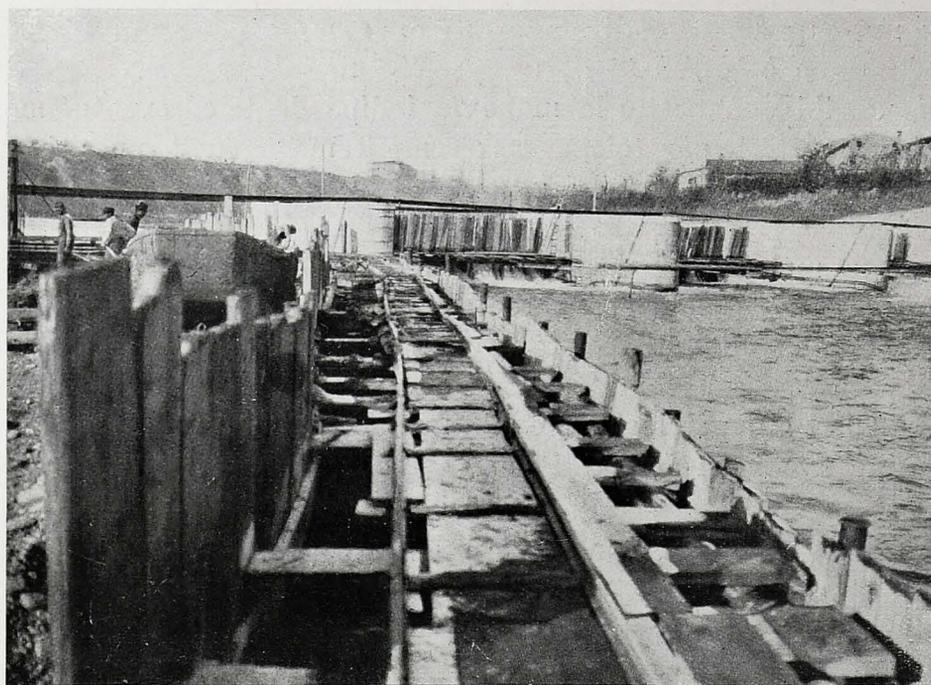


Fig. 11 - PONTE DI SERVIZIO

Nei mesi successivi si lavorò per portare a compimento le rimanenti opere, (figure 13 e 14), che vennero ultimate alla fine dell'anno 1923.

#### PARATOIE

L'ubicazione e la conformazione dello sbarramento doveva soddisfare a speciali esigenze idrauliche. In vero, dovendosi rigurgitare l'acqua ad un metro sopra il pelo di guardia — ad un regime, cioè, in cui l'acqua corre velocissima (m. 3,15 al 1'') portando a deriva travi, zattere e galleggianti diversi — occorreva dare alle paratoie dimensioni non esagerate, tali, cioè, che, in caso di guasto per l'urto di galleggianti, fosse possibile procedere a riparazioni provvisorie con panconature occasionali. Venne, pertanto, adottato il tipo a paratoie piane, già

applicato a Montjovet sulla Dora, a Pont Saint Martin sul Lis, a Stoccolma nell'impianto comunale, ecc., ecc.

Per la fornitura furono interpellate varie Ditte nazionali ed estere, e la scelta definitiva cadde sulle *Officine Elettromeccaniche* di Rivarolo Ligure, associate — per la carpenteria — con la Società *Esercizio Bacini* di Genova, la quale dispone di grandiosi e modernissimi impianti per qualsiasi grande costruzione in ferro.

Le paratoie sono nove, di cui otto per le luci dello sbarramento ed una per la porta a valle della Conca di navigazione. Hanno tutte la larghezza di m. 12,50; le cinque di sinistra sono alte m. 3,70 e le altre quattro m. 4,70 (fig. 15).

La manovra di sollevamento delle paratoie è effettuata mediante nove argani totalmente autonomi, a comando elettrico, alimentati da corrente trifase, 42 periodi, fornita dall'Azienda Elettrica Comunale, provvisti di manovre sussidiarie a mano per il caso di mancanza di corrente.

Ogni organo è corredato di un proprio motore e dei relativi accessori. È, quindi, possibile effettuare la manovra indipendente ed eventualmente contemporanea di tutte le paratoie, agendo semplicemente sugli appositi controllers sistemati nelle rispettive cabine di manovra.

La disposizione delle paratoie è tale che il loro lembo inferiore può essere sollevato ad un metro al di sopra del livello di massima piena (quota 66,00). Le 4 paratoie alte m. 4,70 possono essere abbassate col loro ciglio inferiore fino alla quota di fondo 58,00; le altre fino alla quota 59,00.

La velocità di sollevamento delle due paratoie della conca è di 20 mm. al 1" (m. 1,20 al 1'); per le altre è di 4 mm. al 1" (m. 0,25 al 1'), al fine di eliminare gli inconvenienti derivanti dallo svaso troppo precipitoso del bacino di raccolta.

Le paratoie scorrono, mediante ruote portanti, su rotaie di tipo ferroviario predisposte nei gargami e sono provviste di pattini di guida per impedire gli spostamenti trasversali.

Sopra le pile corre, lungo l'intera opera, la passerella metallica sulla quale sono installati gli argani di sollevamento e le relative cabine di protezione. In queste (fig. 16) sono disposti il quadro con gli strumenti, i controllers, le resistenze non che gli apparecchi per la manovra a mano.

Tale passerella metallica (che è al servizio dei meccanismi) è calcolata in modo che possa reggere il peso della rispettiva paratoia, applicata nel suo punto di mezzo, e ciò per facilitare il montaggio e le eventuali riparazioni.

Allo scopo di permettere il libero passaggio dall'una estremità all'altra dello sbarramento gli argani sono studiati in modo da non ingombrare affatto le cabine al piano della passerella. Per le otto paratoie che si trovano sulla stessa linea i motori ed i relativi apparecchi di controllo sono riuniti due a due in una sola cabina; per la paratoia a valle della conca (fig. 17) è stata prevista una cabina a parte. Il numero delle cabine risulta così ridotto a cinque, delle quali quattro alternativamente in corrispondenza a quattro pile dello sbarramento ed una sul pilone a valle della conca.

Questa disposizione fa sì che da ogni cabina si possa contemporaneamente sorvegliare la manovra delle due paratoie contigue.

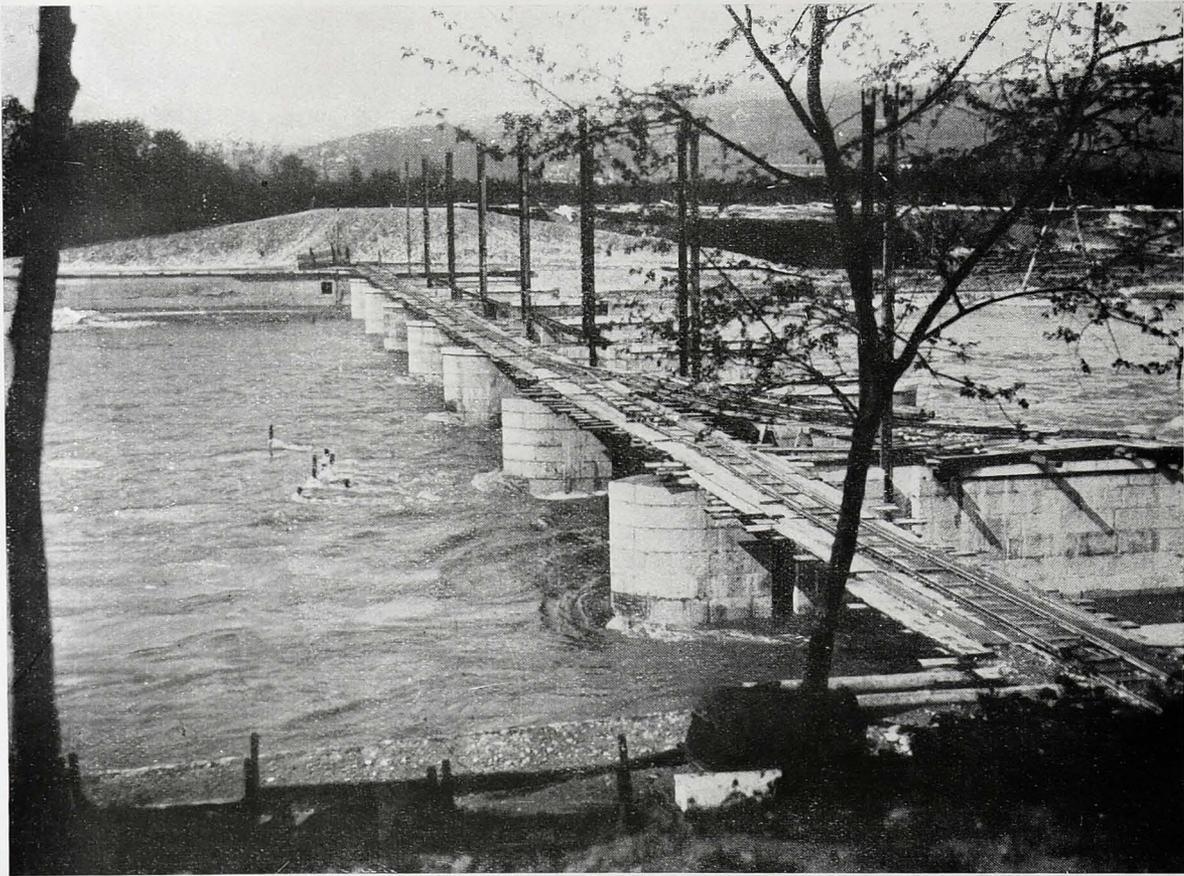


Fig. 12 - IL COLLAUDO DELLA PRIMA PIENA

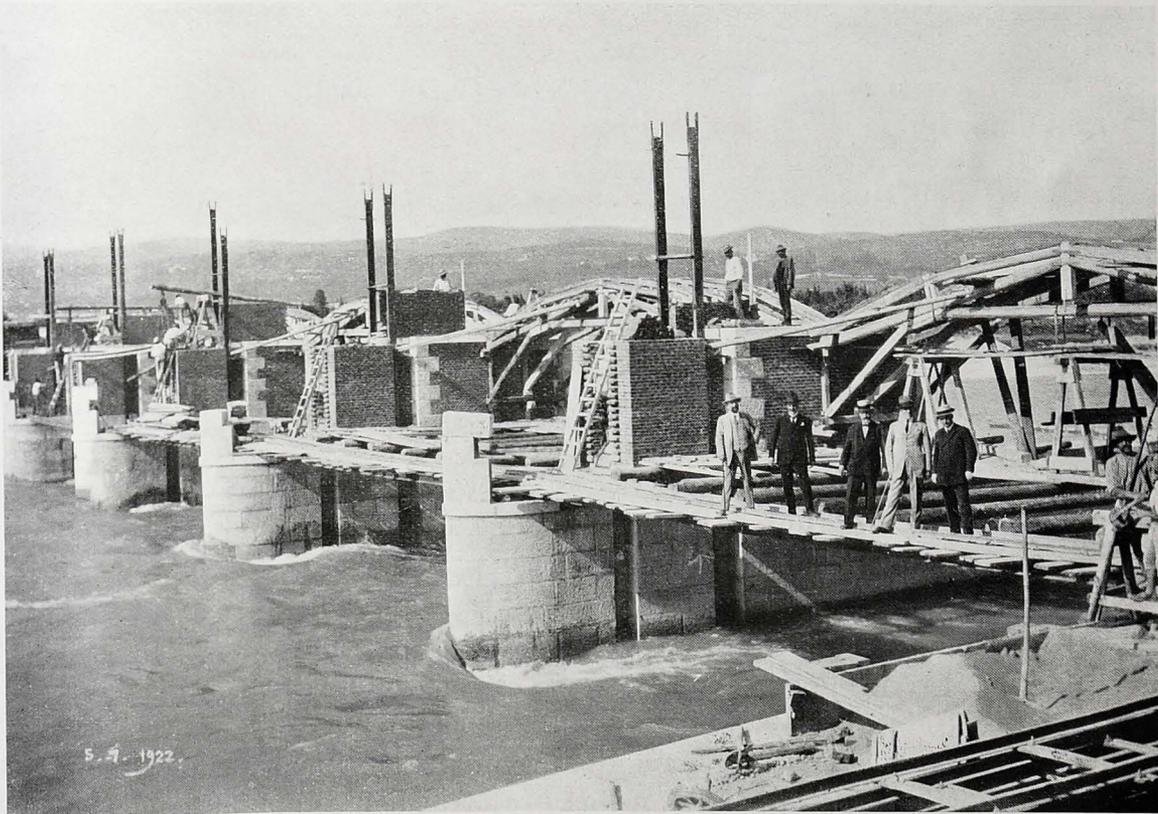


Fig. 13 - SOPRAELEVAZIONE DELLE PILE



Fig. 14 - CENTINE DELLA PASSERELLA

Le paratoie sono costituite da travi orizzontali a traliccio, collegate rigidamente fra di loro e controventate, sopportanti il manto previsto dello spessore di 10 millimetri affinché possa resistere all'azione della ruggine e all'urto dei galleggianti. È da considerare però, che, le acque dell'Adige deteriorano assai poco le parti metalliche e che la sabbia sospesa non corrode la parte muraria.

La ragione di tale fenomeno deve ricercarsi nelle caratteristiche chimiche dell'acqua, ricca di sali calcarei, non che nelle caratteristiche botaniche, per le alghe ed i muschi portati in sospensione, e aderenti alle asperità incontrate dall'acqua.

Le travi orizzontali delle paratoie sono collegate alle due testate, in forma di travi a cassone, composte di profilati e lamiera. Entro le dette testate sono collocate le ruote di scorrimento, d'acciaio, di grande diametro e della sezione, di mm.  $500 \times 80$ . Le ruote e le testate sono disposte in modo da impedire l'incastarsi fra di esse di corpi estranei che potrebbero ostacolare il libero movimento delle paratoie.

Alle estremità superiori ed inferiori delle testate sono pure disposti i pattini di guida trasversali, scorrevoli su appositi ferri murati nei gargami.

La tenuta laterale è effettuata con guarnizioni di cuoio a larga sezione, striscianti sopra superficie metallica e mantenute aderenti dalla pressione dell'acqua.

Le guarnizioni sono opportunamente protette da un profilato fissato con viti e sono disposte in modo da essere facilmente ricambiabili.

La tenuta di fondo è ottenuta mediante travi di legno fissate alle paratoie, e poggianti sul profilo incastrato nella soglia.

Le strutture metalliche costituenti le paratoie sono calcolate per il carico massimo di lavoro di 9 Kg. per mmq. e per i battenti massimi sul fondo rispettivamente di m. 4,20 e m. 5,20 di colonna d'acqua ammettendo, cioè, per la lama stramazante lo spessore di 50 cm.

La sospensione delle paratoie è effettuata mediante staffoni di ferro articolati disposti in corrispondenza alle testate e portanti i rocchetti per catena Galle, guarniti in bronzo e girevoli su perni.

### ARGANI

Ciascuna delle nove paratoie è provvista di un argano indipendente. Questo comprende un motore elettrico di tipo speciale per macchine di sollevamento, a grande coppia di avviamento, sviluppante la potenza di circa 7 cavalli, a mille giri, un giunto elastico ed una riduzione elicoidale composta di vite perpetua di acciaio (provvista di reggispinta a sfere) e di ruota con corona di bronzo racchiusa in scatola a bagno d'olio.

L'asse della ruota elicoidale, corrente lungo la passerella, è sorretto da sopporti guarniti in bronzo e, mediante due gruppi di ingranaggi (disposti a ciascuna delle estremità della passerella) aziona i rocchetti sui quali si avvolgono le catene Galle portanti a doppia sospensione le paratoie.

Il peso di ogni paratoia è di circa 15 Tonn. Tuttavia, al fine di tener conto dei sovraccarichi dovuti al ghiaccio e alle resistenze d'attrito, si è data agli argani una potenzialità doppia di quella strettamente necessaria.

Tale forte margine di potenza ha permesso di non contrappesare le paratoie, con risparmio sensibile nella spesa di primo impianto e senza aggravio nelle spese di esercizio.

Gli argani agiscono sulle due estremità di ciascuna paratoia per evitare che un'occasionale resistenza ad una di esse determini un incastramento per diagonalizzazione della paratoia. Per la stessa ragione gli argani di sollevamento si son fatti rigidi (ossia non allungabili per elasticità), proscrivendo le funi e preferendo le catene Galle alle catene calibrate (fig. 18).

Ogni argano è provvisto: di freno automatico, capace di arrestare e mantenere sospesa la paratoia in qualsiasi posizione ogni qualvolta venga interrotta la corrente; di apparecchio fine corsa, a scatto, che provoca automaticamente l'arresto dell'argano ogni qual volta venga oltrepassato il limite prestabilito, sia nell'un senso che nell'altro; non che di apparecchio ripetitore di corsa, indicante il grado di apertura della paratoia.

In ogni cabina è disposta una manovra a mano, di sicurezza, per due uomini, la quale — mediante apposite trasmissioni ed innesti a denti — può essere inserita sull'argano della rispettiva paratoia.

La catena Galle, recuperata durante la manovra di sollevamento della paratoia, viene allogata in apposito reggicateni.

## SIFONI AUTOLIVELLATORI

La regolazione del Canale è affidata ad una batteria di 6 sifoni autolivellatori progettata per la portata di 70 mc. per 1'' : questa, tuttavia, è risultata molto superiore alla portata prevista.

Il vecchio manufatto regolatore continua ad essere utilizzato come scaricatore di fondo.

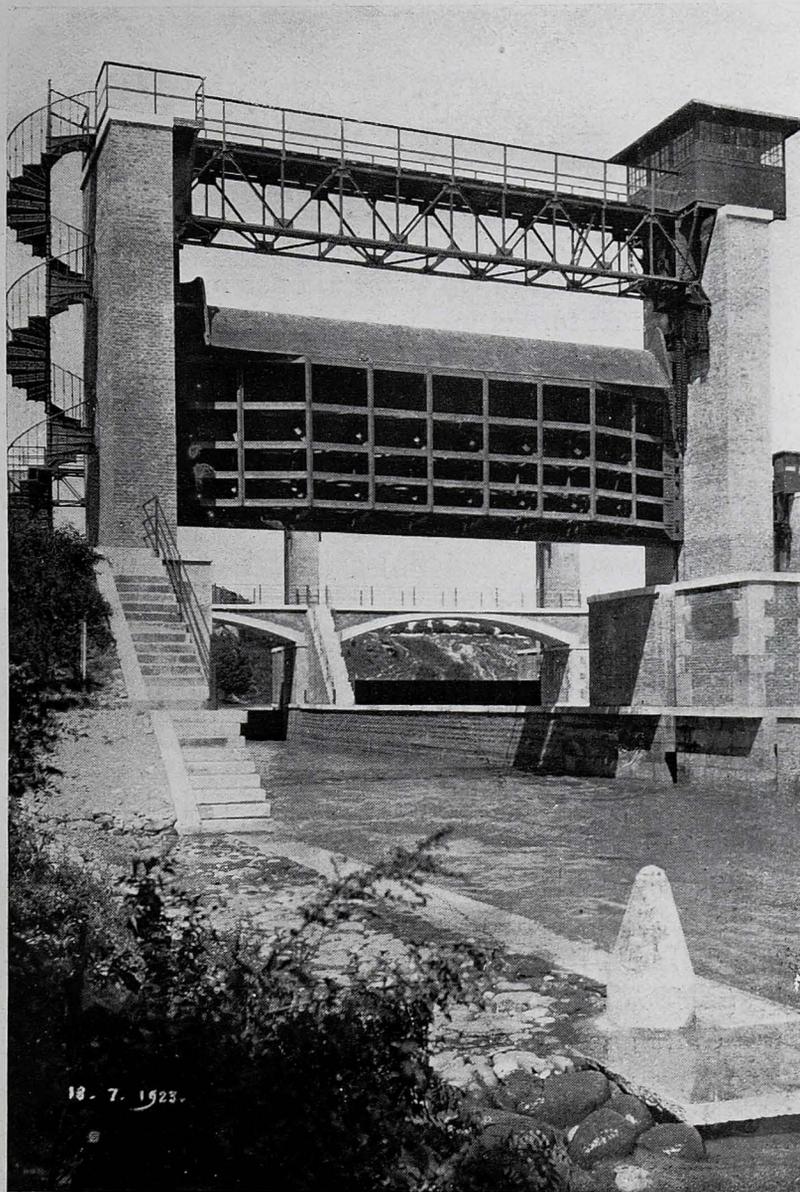


Fig. 15 - PARTICOLARE DELLA CONCA DI NAVIGAZIONE

I sifoni, che sono fra di loro intercomunicanti, funzionano in parallelo con la stessa portata e regolano il Canale di Arrivo a quota praticamente costante.

Essi hanno la portata massima commisurata alla massima del canale, mentre in realtà devono scaricare solo il superfluo: hanno, quindi, funziona-

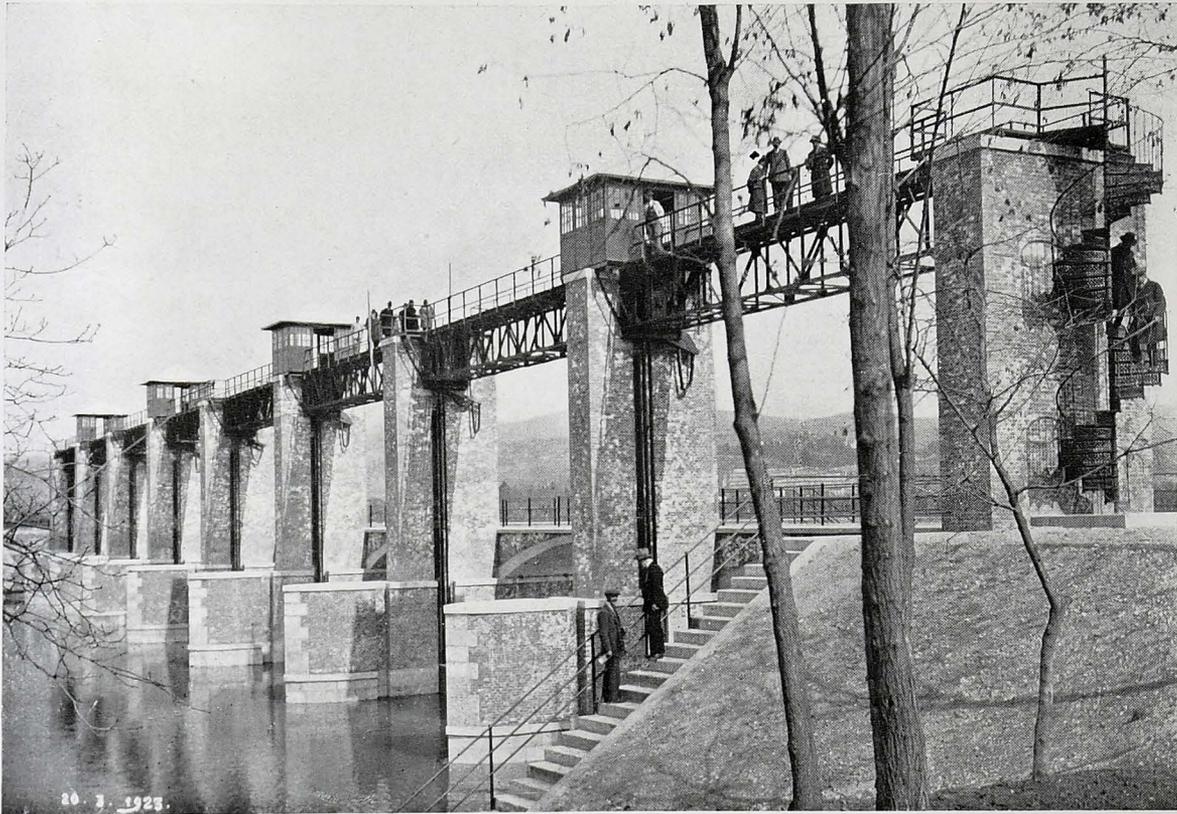


Fig. 16 - VEDUTA D'INSIEME DELLO SBARRAMENTO

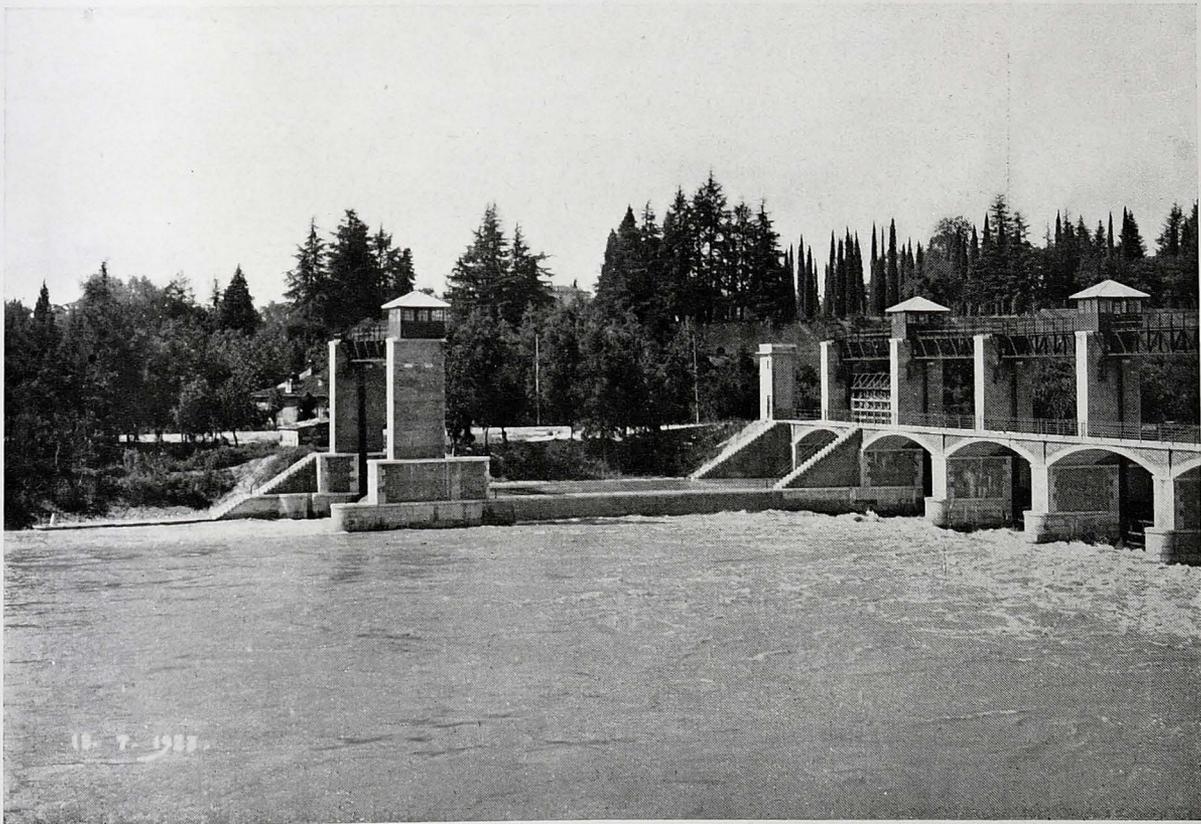


Fig. 17 - VEDUTA D'INSIEME DELLA CONCA

mento quasi sempre molto parzializzato funzionando, così, come uno stramazzo in cui il battente venga formato artificialmente, non dalla sopraelevazione del pelo d'acqua del Canale di Arrivo, che deve essere mantenuto a livello costante, ma dalla depressione che si verifica nell'interno dei sifoni.

La presa d'aria dei sifoni è fatta mediante appositi condotti con aperture a fior d'acqua. La parziale o completa sommersione di dette aperture provoca il parziale o totale adescamento dei sifoni.

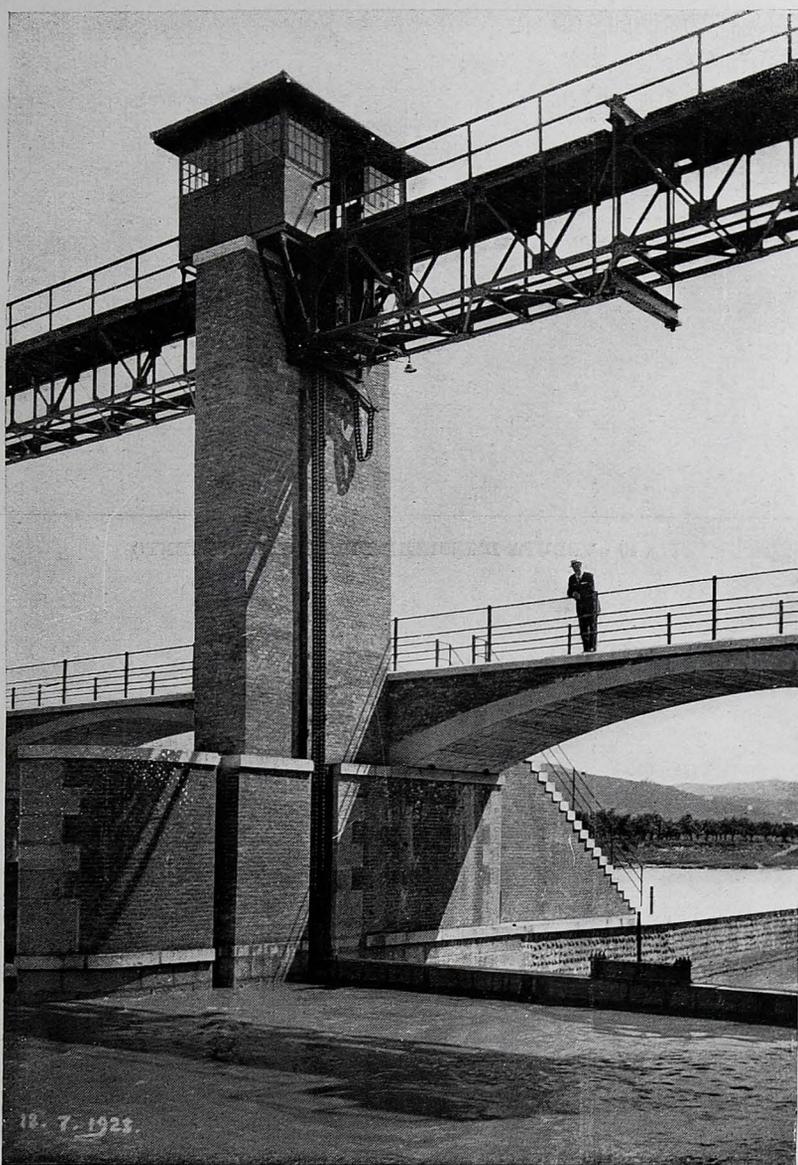


Fig. 18 - PARTICOLARE

L'unico inconveniente che si è verificato consiste nella chiusura di tali aperture (nasi) durante il funzionamento dei sifoni nei periodi di massimo freddo in seguito a congelazione graduale del pulviscolo acqueo nell'interno del naso.

Detto inconveniente, che del resto si è verificato rarissime volte, è stato eliminato con un apparecchio accessorio comandato da un galleggiante avente lo scopo di disinnesare i sifoni quando il pelo d'acqua del Canale si abbassa sotto il livello normale indipendentemente dai nasi.

## CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA

Il Comune di Verona per utilizzare la portata spettantegli e corrispondente a circa  $\frac{2}{3}$  della portata totale del canale e precisamente alla frazione  $\frac{3967,35}{6153}$  ha dovuto costruire una nuova centrale che, per ubicazione e per ampiezza, corrispondesse allo scopo, non potendo usufruire della vecchia centrale di Basso Acquar (dianzi descritta) evidentemente inadatta.

### POTENZA SVILUPPATA

La potenza da svilupparsi nella centrale venne stabilita in base alla portata di mc. 70 per 1" e al salto utile di m. 10.

La portata di mc. 70 per 1" si può ritenere costante per tutto l'anno salvo eccezionali periodi di massima magra; il salto potrà essere aumentato di m. 0,50 quando verrà eseguito l'ampliamento del Canale di scarico.

La portata spettante al Comune risultava, pertanto, di mc. 45,15 per minuto secondo; ma, nella considerazione che l'A. E. C. V. avrebbe potuto assorbire parte delle carature di alcuni consorziati, i macchinari vennero ordinati per la portata di mc. 48 per minuto secondo, con un margine di mc. 6 per 1" essendo circa 3 mc. per 1" la portata pure spettante al Comune, ma utilizzata direttamente dall'Acquedotto e dalla Fabbrica del ghiaccio.

### DESCRIZIONE DELLA CENTRALE

La località prescelta soddisfa ai seguenti requisiti: massima utilizzazione del salto disponibile, tenuto conto della minor pendenza del canale di arrivo in confronto del canale di scarico e facilità di accesso alla centrale mediante una strada sull'argine sinistro del canale di scarico.

La superficie coperta del fabbricato della centrale e del quadro, ha la lunghezza di m. 115 e la larghezza di metri 29,50.

Sono adiacenti al fabbricato due cortili di cui l'anteriore assai ampio e ben soleggiato.

I sifoni autolivellatori, postinella immediata vicinanza, quantunque servono a tutto il canale e siano di proprietà del Consorzio, si fondono in modo organico ed armonico con la centrale di cui sembrano una dipendenza in unione al vecchio fabbricato di scarico (figure 19 e 20).

### SCelta DEL MACCHINARIO - TURBINE ED ALTERNATORI

La erogazione di 48 mc. di acqua per 1" richiedeva la installazione di un conveniente numero di turbine più una turbina di riserva per ogni evenienza.

Praticamente il problema presentava due soluzioni.

O ripartire l'acqua in due turbine ed aggiungerne una terza di riserva, installando macchine per 150/100 dell'energia disponibile, oppure suddividere l'acqua in tre turbine più una di riserva, installando macchine per 133/100 dell'energia disponibile.

Di queste due soluzioni è stata scartata la prima, che avrebbe richiesto turbine quadruple oppure ad asse verticale, per le ragioni più sotto indicate, ed è stata adottata la seconda.

Ogni turbina poteva essere ad asse verticale o ad asse orizzontale, a due ruote o a quattro ruote, con un numero di giri variabile da 180 a 252 - 280 - 315 al minuto primo. Esclusa la soluzione della turbina ad asse verticale per esigenze di accessibilità alla centrale, esclusa l'adozione di turbine quadruple per mancanza di spazio, escluse infine le velocità superiori a 280 e 315 giri perchè raggiungibili solo con turbine a quattro ruote ad asse orizzontale, rimase come soluzione tecnicamente ed economicamente vantaggiosa quella di quattro turbine, delle quali una di riserva, ad asse orizzontale, con giranti doppie, con velocità di 252 giri per 1' e capaci di assorbire 16 mc. d'acqua per 1'' e di sviluppare, ciascuna, con 10 metri di salto la potenza 1750 HP.

La scelta della potenza dei singoli alternatori era subordinata a quella delle turbine e, quindi, occorsero quattro alternatori capaci di assorbire la potenza delle turbine funzionando a pieno carico su un circuito induttivo, con  $\cos \varphi = 0,75$ , ovvero di produrre 1600 KVA ciascuno.

Le caratteristiche elettriche degli alternatori (tensione 3150 Volta, frequenza 42 periodi) erano legate alla destinazione che il Comune intendeva dare all'energia elettrica prodotta e da produrre, ed in modo speciale alle esistenti reti della A. E. C. V. che, per quanto limitate e forse anche deperite, rappresentavano pur sempre un notevole patrimonio che sarebbe andato in parte perduto se si fosse dovuto cambiare la tensione attualmente in uso.

L'Amministrazione Comunale, partendo dal concetto che l'Azienda dovesse in ispecial modo beneficiare della nuova energia la zona cittadina (senza però trascurare almeno in un primo tempo il collocamento di potenza in provincia in modo da rendere possibile fino dall'inizio un buon rendimento economico) scelse, per la distribuzione cittadina, la tensione di 3150 Volta già in uso e, per la trasmissione in provincia, la tensione di 25000 Volta con la quale si può arrivare senza eccessive perdite di linea fino alla distanza di circa 40 Km. dal centro di produzione.

Da ciò la necessità di ordinare gli alternatori a 3150 Volta e di sopraelevare l'energia da distribuirsi in Provincia a 25000 Volta mediante appositi trasformatori survoltori. Calcolato che per la distribuzione in provincia dovesse bastare sull'inizio un solo alternatore, vennero ordinati due trasformatori della potenza apparente di 1700 KVA l'uno dei quali di riserva. Nella costruzione della centrale venne però previsto il posto per un terzo trasformatore per ogni eventualità.

#### QUADRO

Il quadro comprende, oltre i soliti apparecchi di regolazione e per l'accoppiamento in parallelo degli alternatori, gli apparecchi di protezione e di comando delle linee in partenza a 3150 e a 25000 Volta.

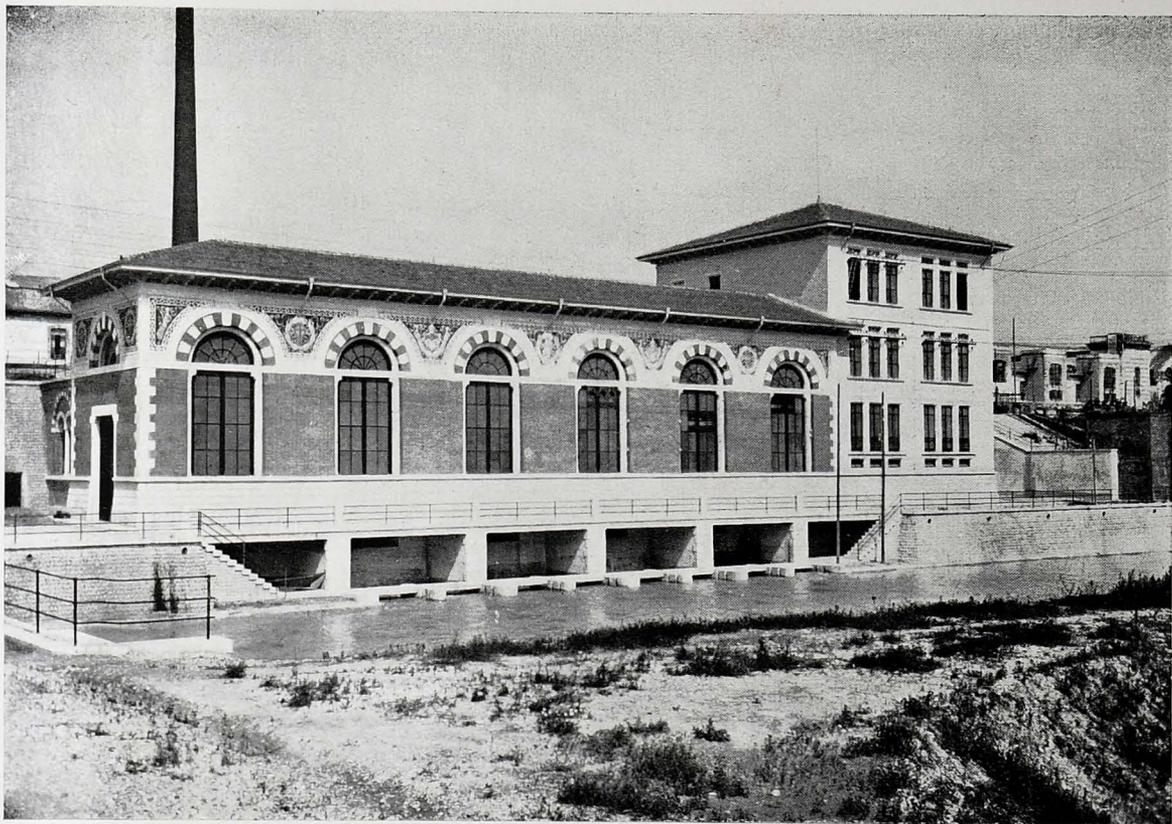


Fig. 19 - VEDUTA D'INSIEME DELLA CENTRALE

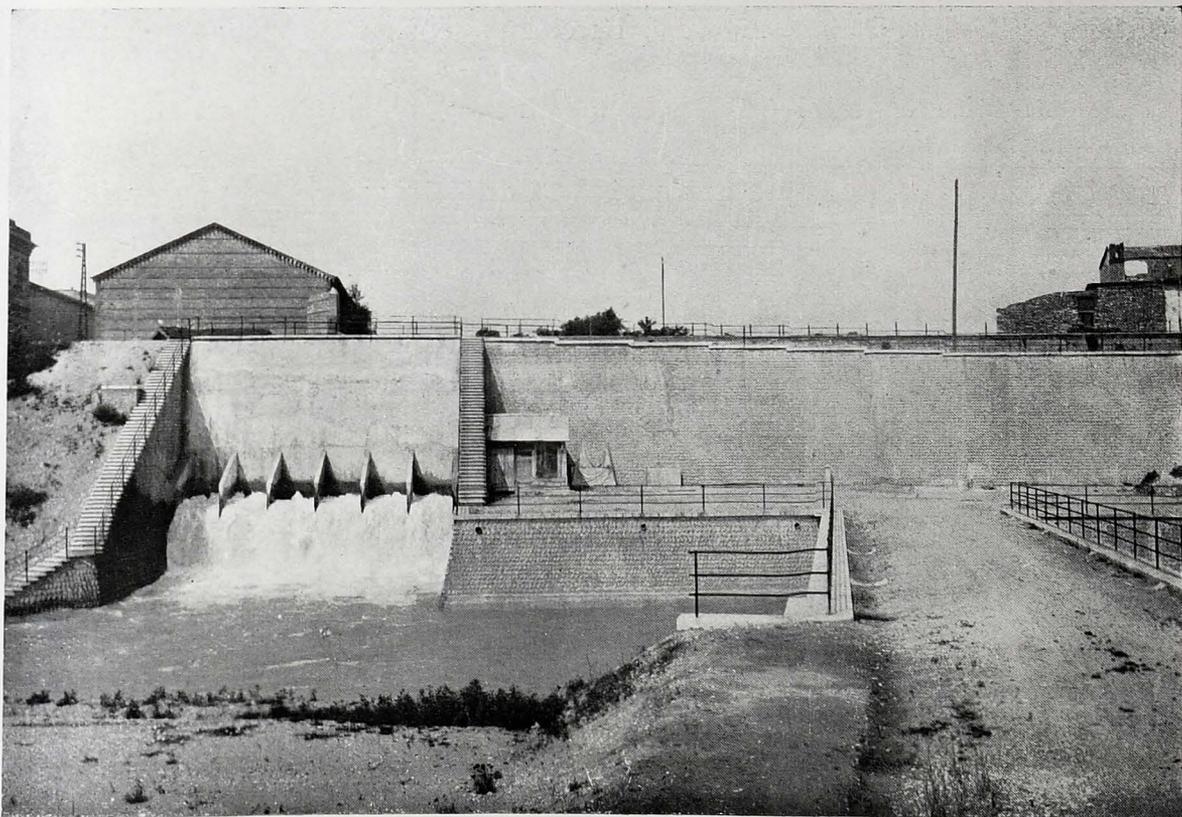


Fig. 20 - VEDUTA A VALLE DEI SIFONI

## FABBRICATI

I fabbricati vennero costruiti cercando di conseguire la massima economia e la maggiore solidità pur senza trascurare le esigenze estetiche cui è stato ottemperato con la opportuna scelta dei materiali di paramento e con l'equilibrio delle masse.

Le maggiori difficoltà derivarono dal fatto di dover costruire la centrale nel piccolo spazio disponibile fra i due canali di arrivo e di scarico senza sospendere il loro funzionamento. A ciò si provvide, per quanto riguarda il canale di scarico, con una deviazione provvisoria che permise di ampliare il bacino, di costruire il ponte di accesso alla centrale, di raccordare lo scarico dei sifoni e di preparare, in fine, quelli delle turbine.

Il canale di carico venne sostenuto mediante nove pozzi del diametro interno di due metri, spinti con la loro fondazione fino al banco in posto sotto il fondo del canale e fra di loro congiunti mediante archi rovesci in cotto e lavorati in sottomurazione.

Questa prima serie di pozzi venne a sua volta rinforzata e sostenuta da una seconda serie di pozzi dello stesso diametro e riempiti di calcestruzzo fino al piano di posa delle camere delle turbine.

Questo accorgimento costruttivo permise di eseguire, senza eccessive preoccupazioni, lo scavo generale di fondazione.

Le annesse fotografie (figure 21 e 22) danno una chiara idea di come sono stati eseguiti i lavori e delle difficoltà che sono state felicemente superate.

Durante l'esecuzione degli scavi, in seguito anche ad una improvvisa piena del fiume, si ebbe un allagamento del cantiere senza alcuna conseguenza nello svolgimento dei lavori stessi che subirono una forzata interruzione di tre giorni.

Costruttivamente si è fatta la massima economia riducendo al minimo il volume dei calcestruzzi.

La Centrale posa sopra una platea di calcestruzzo dello spessore di circa un metro.

Il getto della platea di calcestruzzo riposa sopra la falda acquifera che, durante la esecuzione dei lavori subacquei, venne mantenuta artificialmente depressa di un metro mediante l'azione di pompe centrifughe.

Al fine di evitare che il calcestruzzo venisse dilavato dalle sorgive affioranti su tutta la superficie di escavo, venne predisposta una rete di drenaggio costituita da tegole curve appoggiate su mattoni e facienti capo a pozzi collettori nei quali pescavano i tubi di aspirazione delle pompe.

Alle grandi gettate di calcestruzzo, che di consueto costituiscono i blocchi di fondazione dei macchinari, venne sostituito un solettone di conglomerato cementizio dello spessore di 60 centimetri, opportunamente armato. Con questo accorgimento si poté conseguire una notevole economia nelle masse murarie ed un maggiore spazio disponibile per le connessioni elettriche dagli alternatori al quadro.

I solai vennero calcolati come lastre incastrate sui quattro lati.

Il coperto della Centrale appoggia, mediante tramezze di mattoni forati,

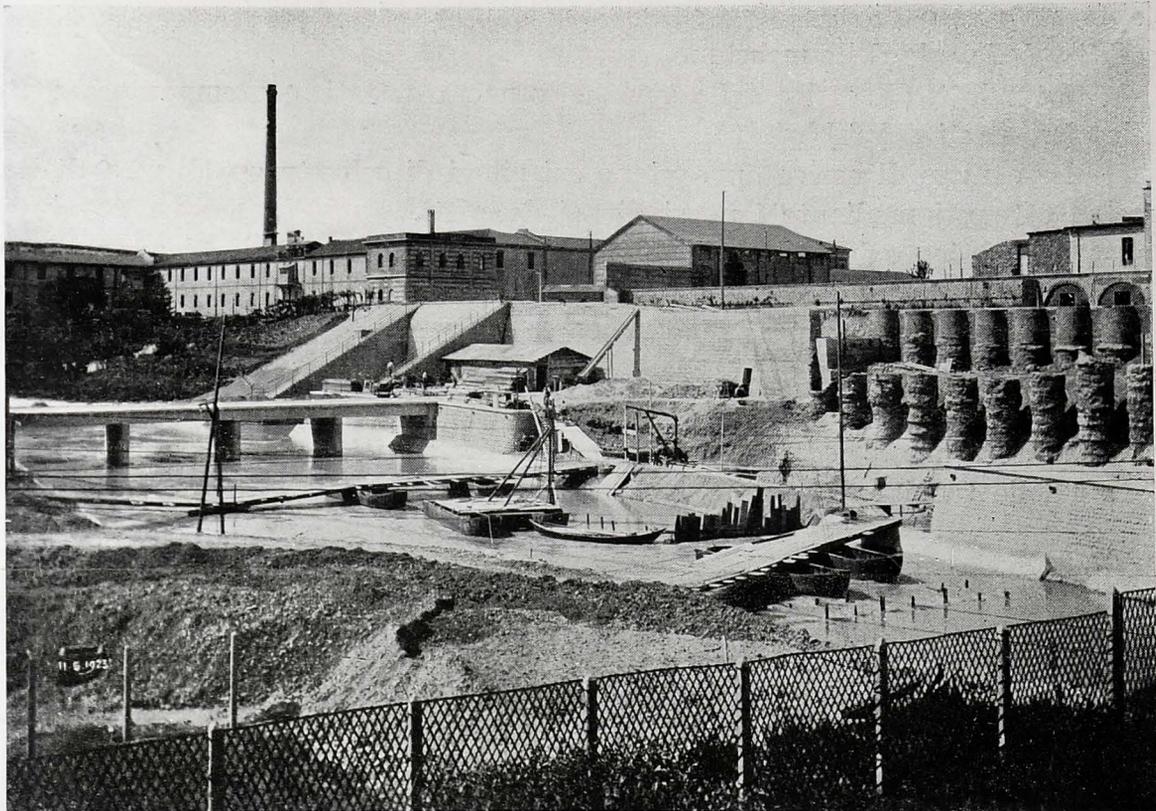


Fig. 21 - CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA - CANTIERE DI LAVORO

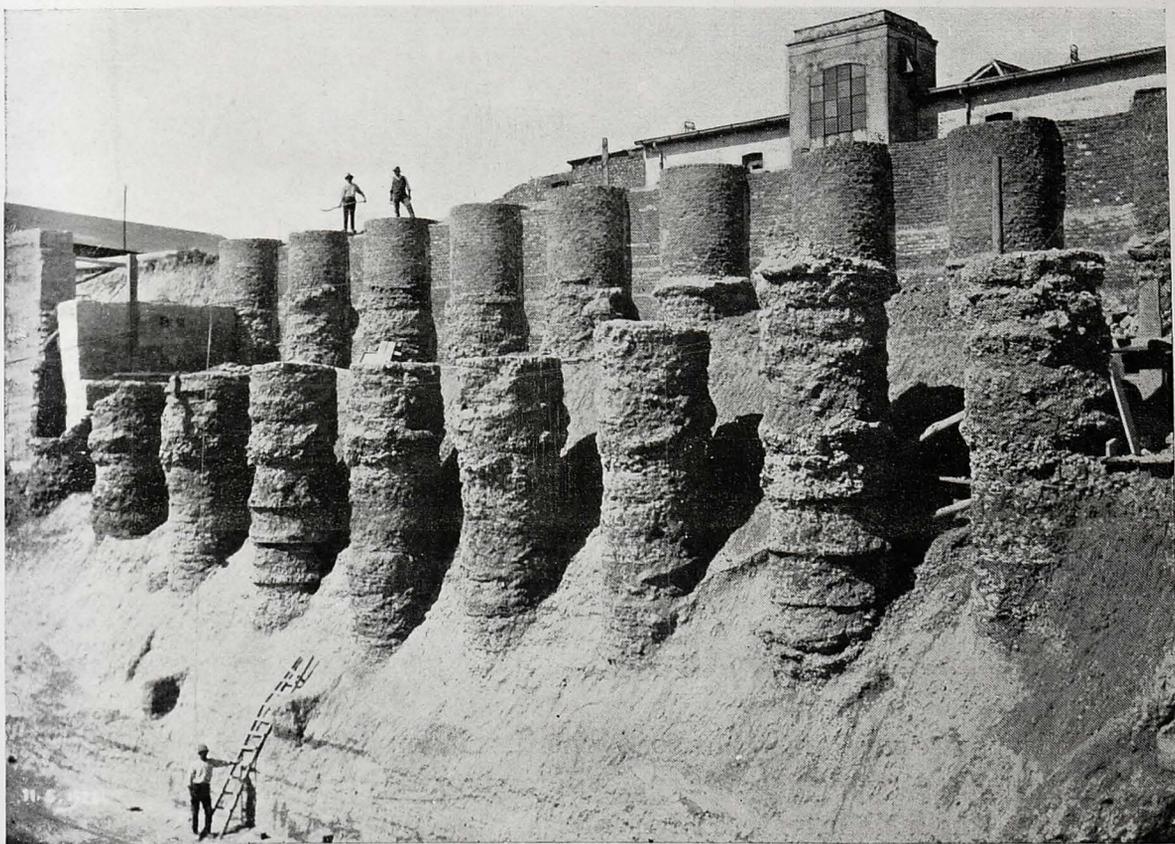


Fig. 22 - SCAVO DI FONDAZIONE DELLA CENTRALE  
E POZZI DI FONDAZIONE DELLE CAMERE DI CARICO DELLE TURBINE

sopra un solaio di tipo Magnani e Rondoni, la cui faccia inferiore forma il soffitto della sala delle macchine.

I condotti di scarico delle turbine vennero gettati contemporaneamente alle altre parti del fabbricato.

Le camere di carico appoggiano sui piloni di calcestruzzo di m. 2 di diametro ottenuti mediante i pozzi dianzi descritti.

Il fabbricato della Centrale è lungo internamente m. 41 ed è largo m. 8,50; la sua struttura architettonica rispecchia la disposizione delle macchine.

Comprende due piani senza contare lo scarico delle turbine; nel locale sotterraneo trovano posto le sbarre e i cavi di collegamento col quadro.

Nel locale superiore, che è un solo ed ampio salone, trovansi i quattro alternatori direttamente accoppiati alle rispettive eccitatrici, non che i quattro regolatori delle turbine.

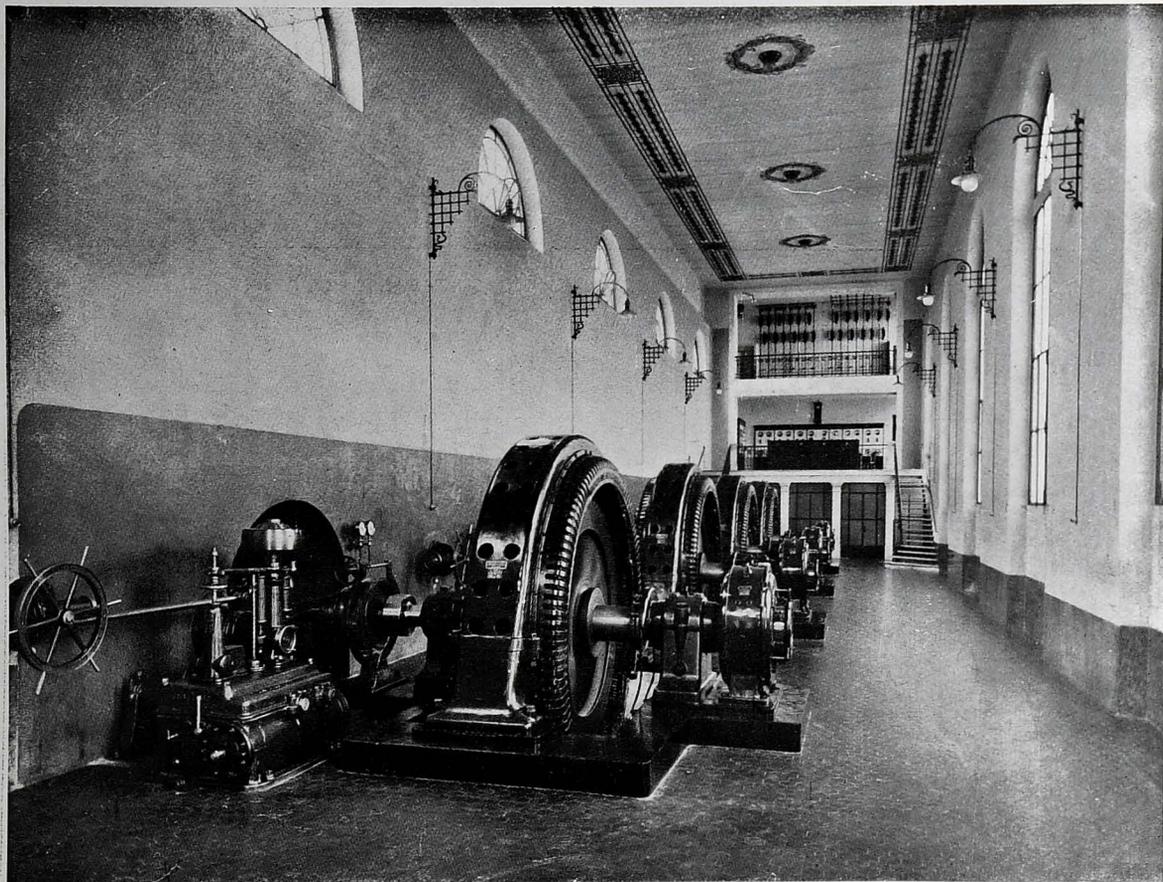


Fig. 22 - INTERNO DELLA CENTRALE

Al di sopra delle finestre scorre una grue a ponte della portata di 15 tonnellate.

Nella parete verso mattina sono aperti sei ampi finestroni e nella parete verso sera, che si appoggia al Canale di arrivo, sei vani semicircolari corrispondenti a quelli della parete di fronte.

Le turbine sono in camera libera, a reazione, con due sopporti, di cui l'uno (anteriore) in Centrale e l'altro (posteriore) in apposito corridoio.

Le camere delle turbine derivano l'acqua dal Canale di arrivo mediante otto luci protette da opportune griglie, paratoie e gargami per panconature di sicurezza.

Sopra le luci di presa una passerella di cemento armato larga m. 3 assicura la continuità del transito sull'argine sinistro del canale di arrivo.

Le luci, a valle della griglia, sono tutte fra di loro intercomunicanti. Al di sopra della griglia vi è un cunicolo per lo scarico automatico dei rifiuti.

#### CAMERE DI CARICO DELLE TURBINE

Le pareti di queste camere sono di calcestruzzo armato; quelle verso la sala macchine sono isolate dal muro d'ambito a mezzo di drenaggi allo scopo di evitare la formazione di umidità per effetto delle infiltrazioni e della condensazione.

I tubi di aspirazione sono costruiti in modo da ridurre al minimo la velocità assoluta di scarico dell'acqua; si sviluppano sotto il fabbricato della Centrale ed immettono direttamente nel canale di scarico.

Allo sbocco nel canale di scarico trovasi una doppia serie di gargami che servono, in caso di riparazione, ad isolare lo scarico delle singole turbine.

Al di sopra di detti scarichi corre una passerella pedonale di pietra viva ed un ponte, largo m. 4,50, di comunicazione fra i due cortili.

#### DECORAZIONE DEI FABBRICATI

La decorazione dell'esterno dei fabbricati è essenzialmente affidata alla distribuzione delle masse e dei materiali di rivestimento.

Lo zoccolo della Centrale è in pietra da taglio e con sopra ricorrenti quattro corsi regolari di bognini di pietra viva con sovrapposta cornice sagomata che corre all'altezza dei bancali delle finestre.

Un'altra fascia di pietra artificiale ricorre all'altezza delle imposte degli archi delle finestre.

La zona intermedia è in cotto con mattoni forti in vista lavorati a mano. La parte compresa fra la cornice e il coperto, che è protetta dalle intemperie da un ampio cornicione, è decorata a graffito. Il volto delle finestre è in pietra artificiale ed in cotto a conci alternati.

Le esigenze dei servizi del quadro importano la suddivisione del relativo fabbricato in quattro piani di altezza limitata: è, quindi, stato necessario adottare un tipo di costruzione del tutto diverso da quello della Centrale.

Nei due piani intermedi sono disposti gli organi di regolazione e di accoppiamento in parallelo degli alternatori e nei piani superiori le protezioni e la partenza delle linee a 3150 e a 25000 Volta.

Al piano terreno nel locale Nord del fabbricato, con accesso dal cortile, trovansi le celle per i trasformatori e, nell'altro locale attiguo, con ingresso pure dal cortile, la officina di riparazione di altezza sufficiente per l'estrazione del nucleo.

I due locali sono fra di loro raccordati con corsie metalliche per il trasporto dei trasformatori.

Nel pavimento delle celle sono aperti fori di aereazione e si sono predisposti appositi cunicoli, destinati a raccogliere e addurre l'olio in un'unica vasca sotterranea.

I diversi piani di questo fabbricato sono fra di loro collegati mediante una scala interna alla quale si accede tanto dalla sala delle macchine quanto dal piano dell'argine del Canale di arrivo e sulla quale si aprono i locali destinati ad uso spogliatoio, lavabo ecc.

Nel fabbricato del quadro, all'ultimo piano, trovasi l'alloggio del Capo Centrale.

#### PIAZZALE

Il piazzale è limitato da un muraglione lavorato in rustico e da un parapetto di ferro verso il canale di scarico.

#### CONDUZIONE DEI LAVORI DELLA CENTRALE

I lavori furono condotti a termine con alacrità superiore a qualsiasi ottimistica previsione.

Di ciò deve essere data somma lode agli Ingegneri Progettisti e Direttori dei Lavori che, con opportuna graduazione e distribuzione del lavoro e con la continua sorveglianza, riuscirono a dare la centrale funzionante nel brevissimo termine di soli dodici mesi.

In vero, la consegna dei lavori per la deviazione del Canale di Scarico alla Società Veneta delle Cooperative e per la costruzione del ponte sul Canale di Scarico alla Ditta F.lli Girelli ebbe luogo il 15 Dicembre 1923.

Ricordiamo sommariamente i principali contratti che hanno stretta attinenza con i lavori della Centrale:

1. — Il Contratto per la fornitura delle turbine stipulato con la Ditta Riva il 2 - 2 - 1923.

2. — Il Contratto per la fornitura degli alternatori stipulato con la Ditta Tecnomasio Italiano Brown-Boveri il 2 - 3 - 1923.

3. — Il Contratto per la costruzione del fabbricato della Centrale stipulato con la Ditta Tosadori il 19 Maggio 1923.

4. — Il Contratto per la fornitura di Kwo 9.200.000 annui alla Società Italiana per lo Zucchero Indigeno stipulato per conto dell'A. E. C. V. il 19 Giugno 1923.

5. — Il Contratto di fornitura delle paratoie per la Centrale stipulato con la Ditta Galizzi e Cervini il 6 Agosto 1923.

6. — Il Contratto di fornitura di 150 - 350 Kw continui allo stabilimento di Tregnago della Società Calci e Cementi di Bergamo stipulato per conto dell'A. E. C. V. il 16 Agosto 1923.

7. — Il Contratto di fornitura di 200 - 300 Kw continui alla Ditta F.lli Galtarossa stipulato pure per conto della A. E. C. V. il 25 Settembre 1923.

8. — Il Contratto per la fornitura della Grue a ponte stipulato con le Officine Battaglia il 2 Ottobre 1923.

9. — Il Contratto per la fornitura dei trasformatori e del quadro stipulato con la Ditta Tecnomasio Italiano Brown-Boveri il 19 Ottobre 1923.

La Centrale iniziò il suo parziale, provvisorio esercizio il 1 Gennaio 1924.

Dopo tale data cominciarono i lavori di finimento e di montaggio del quadro definitivo che occuparono buona parte dell'anno 1924.

Durante questo tempo non venne mai interrotto il servizio della Centrale.

#### RENDIMENTO DEI MACCHINARI

Le turbine vennero fornite dalla Ditta Costruzioni Meccaniche Riva, gli alternatori e il quadro dalla Ditta Tecnomasio Italiano Brown-Boveri.

Entrambe le forniture vennero assegnate in seguito ad una gara indetta fra le più importanti case costruttrici.

I risultati del collaudo, che fu affidato all'alta competenza del Prof. On. Ing. Giuseppe Belluzzo del Politecnico di Milano assistito dall'Ing. Giuseppe Gorla, sono i seguenti:

Rendimento delle turbine ai diversi gradi di apertura.

Grado di Apertura		Rendimento
0,4		0,57
0,6		0,77
0,7		0,82
0,8		0,85
0,9		0,82
0,10		0,77
Rendimento degli alternatori	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0,75$
A pieno carico 1600 KW	0,94	0,92
1400	0,94	0,92
1200	0,93	0,92
1000	0,93	0,92
800	0,92	0,91
600	0,90	0,89
400	0,85	0,84

Tutte le forniture risultarono pienamente collaudabili.

#### COSTO DEI LAVORI

Le spese occorse per la costruzione della Centrale Idroelettrica di Tombeta sono state sostenute dal Comune di Verona; quelle, invece, di ampliamento del Canale, dal Comune per 95/100, e per i rimanenti 5/100 sono state ripartite fra le Ditte Domenico Consolaro e Rocco Bonaiti nelle proporzioni rispettive di 2/3 e di 1/3.

Il costo integrale delle opere comprende:

a) AMPLIAMENTO DEL CANALE

*Sbarramento del Fiume Adige al Chievo:*

Parte muraria, comprese le opere accessorie di deviazione d'Adige e di agottamento .....	L.	4.035.314,16
Parte metallica, compresa la fornitura di alcuni pezzi di ricambio .....	»	1.019.401,70
Sistemazione del vecchio edificio di presa, alzamento delle sponde, sistemazione dei ponti e delle strade di accesso ..	»	859.436,29
Sifoni autolivellatori .....	»	340.284,03
Spese di primo impianto (progetti e studi preparatori) .....	»	89.321,68
Acquisto di beni stabili .....	»	43.800,00
Diritti acquisiti e indennità a terzi .....	»	238.150,66
Depositi a garanzia .....	»	31.956,00
<i>Spese generali :</i>		
Assistenza ai lavori .....	»	129.489,18
Varie .....	»	52.846,30
		Totale L. 6.840.000,00

b) COSTRUZIONE DELLA CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA

Deviazione ed ampliamento del Canale di Scarico .....	L.	167.412,00
Ponte in cemento armato e formazione dei cortili .....	»	281.627,51
Fabbricato della Centrale .....	»	1.726.414,37
Alternatori .....	»	1.120.960,40
Turbine .....	»	573.332,40
Trasformatori, quadro provvisorio e quadro definitivo ....	»	517.043,00
Grue a ponte .....	»	24.999,00
Paratoie per la Centrale .....	»	62.708,00
Acquisto di terreno in Basso Acquar per la costr. della Centrale »		39.640,00
<i>Spese generali :</i>		
Assistenza ai lavori .....	»	64.200,00
Forniture varie .....	»	70.460,00
Spese legali tasse registro ed ipotecarie .....	»	609.739,65
Interessi passivi sulle somme prelevate durante l'esecuzione dei lavori .....	»	800.000,00
		Totale L. 6.058.536,93

La spesa a carico del Comune — per i titoli sopraesposti — risulta di  
95/100 di 6.840.000 + 100/100 di L. 6.058.536,93 =  
L. 6.498.000,00  
» 6.058.536,93  
L. 12.556.536,93

Rip. L. 12.556.536,93

Per far fronte alla complessiva spesa, la Civica Cassa di Risparmio, fin dall'inizio dei lavori, mutuò al Comune la somma di Lire 13.176.000. Rimangono, pertanto, a disposizione per spese non ancora liquidate (alcune indennità a terzi, competenze per direzione lavori, per collaudo e varie eventuali) la somma di ..... » 619.463,07

Totale L. 13.176.000,00

#### DITTE ESECUTRICI DEI LAVORI

I lavori furono eseguiti dalle seguenti Ditte:

- Sbarramento del fiume Adige al Chievo*: Ditta Fratelli Tosadori di Verona associata alla Ditta F.lli Borini di Torino.
- Fornitura delle pietre*: Ditta Umberto Bottacini di Chievo.
- Fondazioni pneumatiche*, in quanto occorsero: Ditta Travetti e Gianfranceschi di Este.
- Alzamento delle sponde, dei ponti e delle strade di accesso*: Ditte Fratelli Tosadori, Recchia Massimiliano, Fratelli Girelli.
- Sifoni autolivellatori*: sono stati eseguiti in economia su progetto degli Ingegneri Cavacini & Masini di Milano.
- Deviazione del Canale di Scarico*: Associazione Veneta delle Cooperative.
- Ponte in cemento armato sul Canale di Scarico*: Ditta F.lli Girelli.
- Fabbricato della Centrale ed annessi*: Ditta F.lli Tosadori.
- Parte metallica dello sbarramento al Chievo*: Officine Elettromeccaniche di Rivarolo Ligure associate alla Società Esercizio Bacini di Genova.
- Turbine*: Ditta Costruzioni Meccaniche Riva.
- Alternatori, trasformatori e quadro*: Ditta Tecnomasio Italiano Brown-Boveri Milano.
- Grue a ponte*: Ditta Officine Battaglia di Padova.
- Paratoie di immissione dell'acqua nella Centrale*: Ditta Galizzi & Cervini Verona.
- Griglie, cabine dello sbarramento, lampadari della Centrale, ferramenta in sorte*: Ditta Franchini Antonio di Verona.
- Solai e plafoni sopra la sala delle macchine*: Ditta Magnani Rondoni e Castori di Milano.
- Falegnameria e arredamenti interni*: F.lli Dall'Ora di Avesa.
- Pavimenti di piastrelle esagonali* di Viappiani Treviso: Ditta Biondani Natale.
- Decorazioni e graffiti*: Ditta Bragantini Giovanni Verona.
- Tappeti di linoleum*: Fratelli Bozzi Verona.
- Asfalti*: Ditta Bernasconi Augusto Verona.
- Vetri*: Ditta Ernesto Giuliani Verona.
- Apparecchi sanitari*: Ditta Carlo Turra Verona.

## CAPO II

### IL PRIMO ANNO DI ESERCIZIO (1924) DEL NUOVO IMPIANTO

#### A) I LAVORI D'IMPIANTO

Gli oneri — segnatamente economici — relativi al nuovo capitale dell'Azienda hanno posto questa nella necessità di intensificare nel minor tempo possibile ed al più alto grado il collocamento della energia producibile con la Centrale di Tombetta.

#### RETI PRIMARIE

L'Azienda ha, pertanto, curato in particolar modo la pronta esecuzione dei lavori relativi alle linee di trasmissione a 25.000 Volta (conseguenti a contratti di grandi forniture stipulati durante il breve periodo di costruzione del nuovo sbarramento d'Adige al Chievo e della nuova Centrale) e, quindi, il sistematico sviluppo della rete di distribuzione sia primaria (3000 Volta) che secondaria (220/125 Volta) (fig. 24).

È stato, così, iniziato l'esercizio di una nuova rete di trasmissione — alimentata da due feeders — che per metri 36.798 appartiene ad utenti privati e per metri 20.422 all'Azienda.

La rete aerea di distribuzione primaria è stata aumentata di m. 10.505 e diminuita di m. 705 per ricupero dovuto a rettifica di tracciato.

La rete dei cavi primari ha subito lievissime varianti: m. 432 di nuovi stendimenti e m. 28 di ricupero.

Nelle linee di distribuzione primaria sono compresi i quattro nuovi tronchi che, unitamente ai tre esistenti, alimentano la rete del territorio del Comune di Verona (compresi i sobborghi) e della Valpantena, non che la linea di collegamento fra la Centrale idroelettrica di Tombetta e le Centrali (di riserva) idraulica e termica di Basso Acquar.

Questa sistemazione delle linee principali di distribuzione si era dimostrata (e con le forti perdite di linea che, all'inizio del 1924, si mantenevano attorno al 35% complessivamente fra perdite primarie e perdite secondarie, e con le frequenti interruzioni dovute sia all'eccessivo carico, sia all'inadeguata manutenzione) assolutamente indifferibili. Tanto più che, se da l'un lato non sarebbe stato lecito non prendere in seria considerazione le giuste lagnanze degli Utenti colpiti dalle non infrequenti sospensioni del servizio nei loro più vitali interessi, dall'altro non sarebbe stato possibile attuare entro l'anno (e cioè praticamente

# COROGRAFIA DELLA RETE

Scala 1:100.000

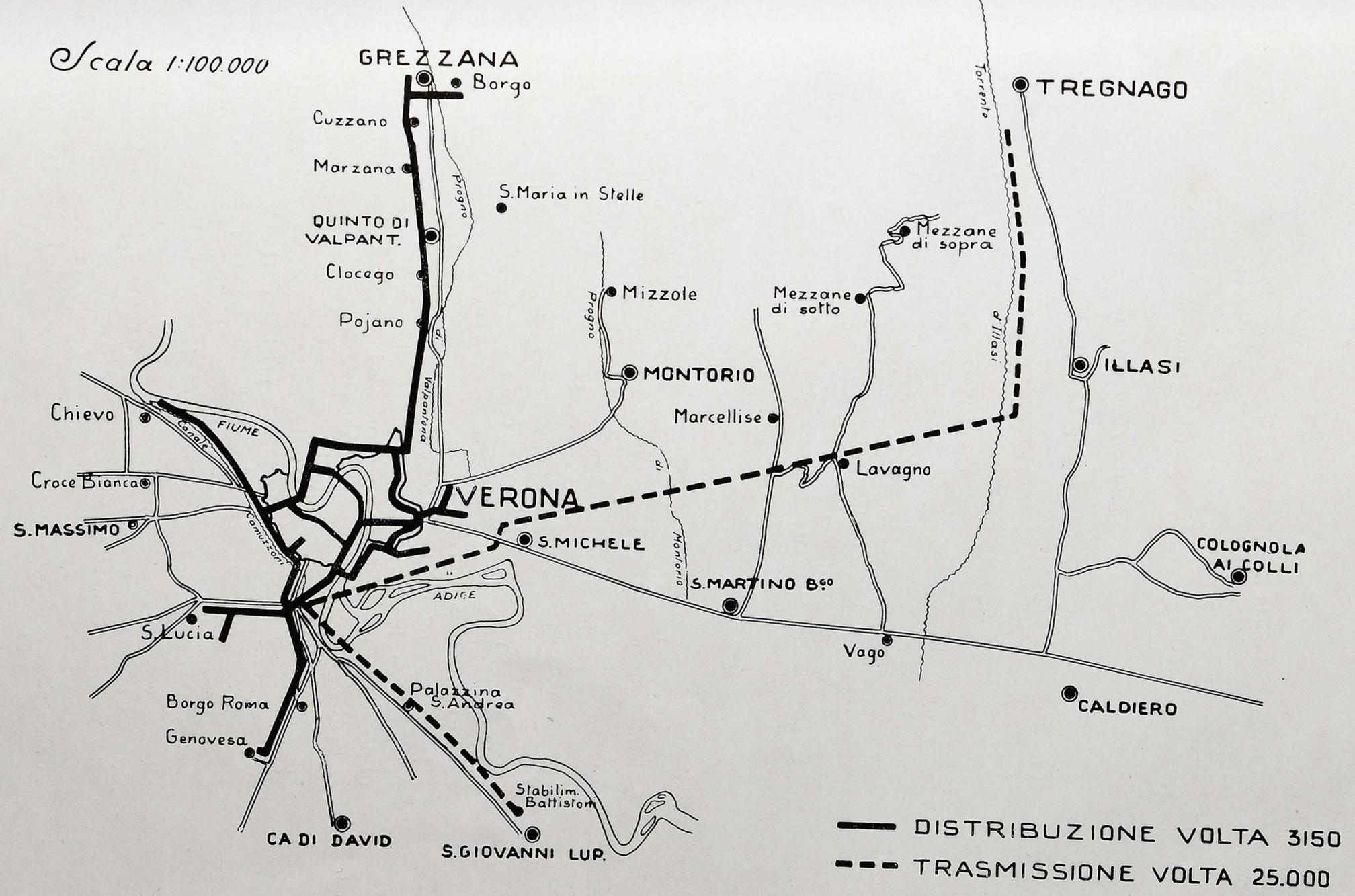


Fig. 24

nel termine di pochi mesi) quell'ampio collocamento di energia che era implicitamente imposto dalle esigenze del bilancio di previsione e si sarebbe, in vece, seriamente scossa la fiducia degli Utenti nella efficienza del nuovo impianto. E ciò con evidenti conseguenze economiche e morali.

#### RETI SECONDARIE

La rete di distribuzione secondaria delle utenze private è stata aumentata di m. 10.266 di nuove linee.

La rete di distribuzione secondaria della pubblica illuminazione è stata particolarmente sviluppata secondo il progetto già approvato dal Consiglio Comunale nella seduta dell'8 gennaio 1920 nell'interno della città con la costruzione di metri 16.621 di nuove linee al fine di poter eliminare, almeno entro il limite dei bastioni l'indecoso impianto di illuminazione provvisoriamente predisposto — durante i primi anni di guerra — in derivazione sulla rete delle private utenze di una locale Società distributrice.

La potenza installata per illuminazione pubblica è salita nel 1924 da Kw 150,00 a Kw 193,280 con aumento di 368 lampade per la potenza complessiva di Kw 43,280.

#### CABINE DI TRASFORMAZIONE

L'ampliamento delle reti secondarie di distribuzione si è potuto effettuare solamente in parte sulla base delle esistenti cabine di trasformazione. Il numero di queste è complessivamente salito da 47 a 62 e ciò senza tener conto del fatto che alcune vecchie cabine sono state soppresse o radicalmente modificate e rese atte al nuovo servizio e alle esigenze della tecnica moderna.

La potenza apparente installata nelle cabine di trasformazione è salita sulla rete di trasmissione da K.V.A. zero a K.V.A. 2730 e, sulla rete di distribuzione, da K.V.A. 2806 a K.V.A. 4140 con aumento di K.V.A. 1334.

L'iniziata sistemazione delle cabine di trasformazione dovrà proseguire nei prossimi anni, poichè lo smistamento al quadro di centrale della energia prodotta, sebbene le riduca in modo molto sensibile, tuttavia non riesce a contenere di per sè entro piccolissima percentuale le interruzioni che costituiscono — purtroppo! — il lato meno roseo dell'esercizio delle Aziende Elettriche in genere.

Tale fine può essere, tuttavia, conseguito con la attuazione di un organismo che permetta di trasferire rapidamente il carico o parte del carico assorbito da un feeder su di un altro o su altri feeders. E poichè la città di Verona, specie per l'importanza delle sue sempre più rigogliose industrie, non può essere privata di una tale garanzia, l'Azienda sta continuando la già iniziata trasformazione delle esistenti cabine-parallelo in cabine-serie non che la costruzione di una linea d'anello alla quale convergeranno le tre dorsali primarie che alimentano la zona urbana della città: lo smistamento di queste avverrà in una apposita cabina che entro il 1925 sorgerà nel nuovo quartiere di Borgo Trento.

Un altro, non ultimo vantaggio che questo complesso organismo in corso di attuazione sarà per arrecare all'Azienda, consisterà nella possibilità di soste-

tuire gli attuali sostegni di legno delle linee primarie — ormai giunti all'estremo limite di sicurezza — con tralicci e con paline di ferro, ecc. — senza arrecare il minimo disturbo agli utenti con moleste interruzioni.

### RISERVE DI PRODUZIONE

Quasi contemporaneamente allo sviluppo delle linee si è posto mano ad un primo miglioramento della riserva termica installando in luogo del vecchio Diesel-Tosi, tre cilindri, della potenza di 260 cavalli effettivi accoppiato ad un



Fig. 25 - DIREZIONE E UFFICI DELL'AZIENDA ELETTRICA COMUNALE

alternatore Brown - Boveri della potenza di 400 Kw ai morsetti (1) un nuovo Diesel-Tosi tipo L. 6, a sei cilindri, a quattro tempi, di potenza adeguata (600-690 HP effettivi) alla potenza generatrice esistente.

Questo nuovo gruppo, funzionando in parallelo con i due alternatori azionati dalle due motrici a vapore Belleville, potrebbe assicurare il funzionamento dei soli pubblici servizi. Si pensa già, pertanto, alla sostituzione dei due gruppi Belleville con altro Diesel della potenza di 1000 Kw onde meglio proporzionare l'efficienza della riserva termica alla capacità di produzione della Centrale idraulica di Tombetta.

(1) Accoppiato nel 1908 alla motrice Lentz che - come si è accennato nel Capo II - alle prove di avviamento dovette essere protestata.

La centrale idroelettrica di Basso Acquar, che unitamente ai tre gruppi termici esistenti fino alla fine del I semestre 1924, ha sostenuto tutto il carico del gravoso servizio dell'ultimo scorcio del 1923, dovrà pure essere sistemata, sia nella parte idraulica che nella parte elettrica (quadro) sì da divenire atta a funzionare in modo semi-automatico in parallelo, sia con la centrale di Tombetta che con la riserva Termica.

Scopo precipuo di questa trasformazione è di sostituire durante i mesi di magra ad un gruppo a forte consumo d'acqua (della centrale di Tombetta) uno o più gruppi a piccolo consumo d'acqua (della Centrale di Basso Acquar).



Fig. 26 - INTERNO DEL MAGAZZINO

#### SERVIZI GENERALI

La crescente attività che nel corso di pochi mesi ha trasformato l'Azienda distributrice di alcune centinaia di Kw in una sana formazione industriale di importanza dieci volte maggiore, non poteva lasciare immutata la sua struttura tecnica ed amministrativa chiamata ad una più vasta e più alta funzione. Sono stati, quindi, aumentati di numero i funzionari, gli impiegati e gli operai suddividendone e coordinandone le mansioni in modo da contemperare le esigenze

di una razionale, snella ripartizione del lavoro con le necessità del controllo amministrativo e delle sistematiche registrazioni statistiche.

I vecchi locali per gli uffici sono stati modificati ed ampliati (fig. 25) e al deposito del materiale si è data una adatta, decorosa sede (fig. 26) presso la centrale Termica di Riserva, completandola con la costruzione di ampie tettoie in parte aperte (fig. 27) ed in parte chiuse per il ricovero del carreggio, delle scale, dei pali e delle antenne, della ferramenta, dei lubrificanti, del carbone, ecc.

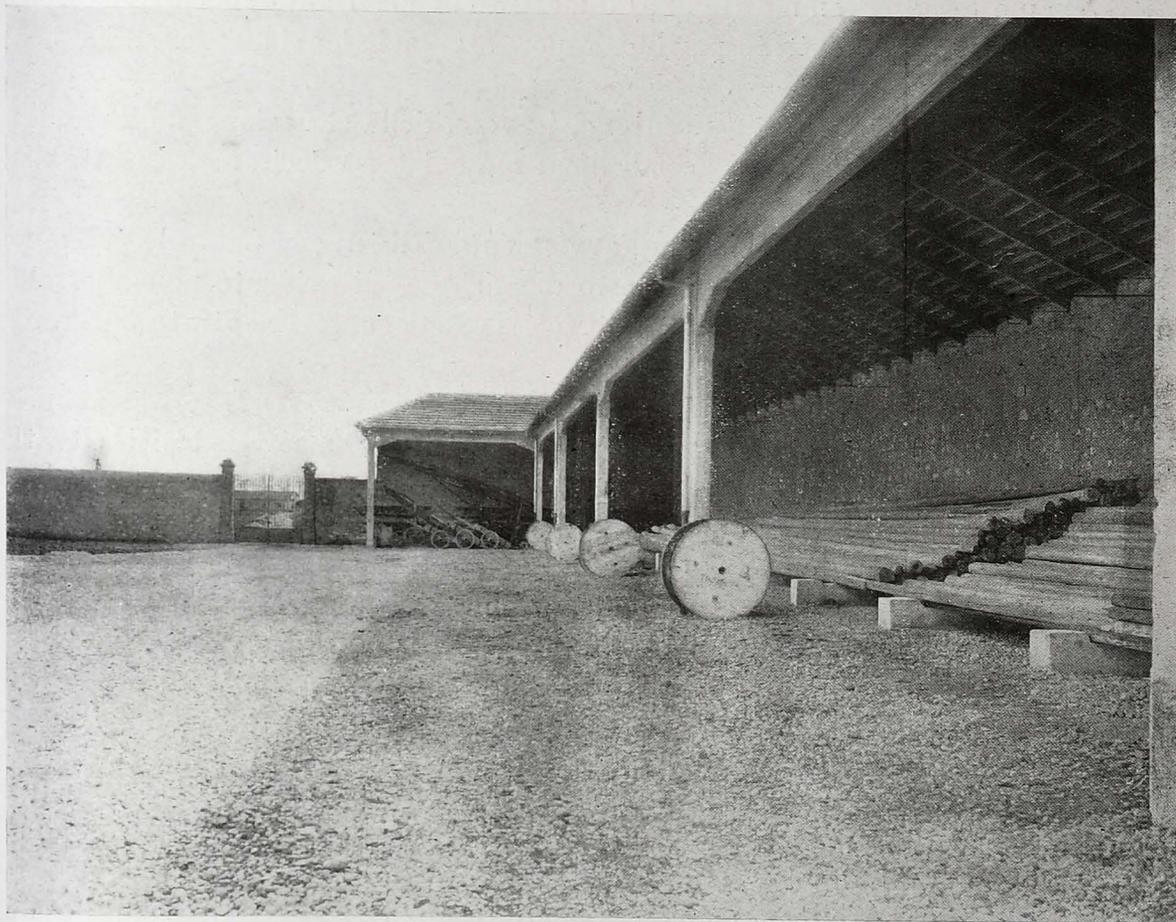


Fig. 27 - TETTOIA

## B) I RISULTATI DELL'ESERCIZIO

L'esercizio dell'Azienda, iniziato il 1. Luglio 1907 con la potenza di circa 160 HP distribuiti in 17 stabilimenti in città, con pochi allacciamenti di luce privata, e con una assai limitata rete di illuminazione pubblica fuori delle mura, dava alla chiusura del 31 dicembre 1907, i seguenti risultati che si riportano a ricordo del suo modestissimo inizio e a titolo di confronto con i risultati conseguiti nell'esercizio 1924:

a) Introiti Utenti Privati .....	L. 50.181,13
b) Utile netto dell'Esercizio .....	» 14.170,78

L'esame del diagramma (fig. 28) dimostra che negli anni successivi e fino al 1916 il gettito delle entrate per luce e per forza motrice si mantenne in progressivo aumento.

Gli esercizi 1917 - 18 - 19 risentono, in vece, della situazione militare del nostro Paese e della situazione post-bellica; ma col 1920 decisamente e stabilmente si riprendono.

L'esercizio 1924 incomincia con l'avviamento della nuova Centrale di Tombeta. Il preventivo economico di questo esercizio — di evidente non agevole compilazione — impone uno sforzo notevole per adeguare le entrate agli aumentati oneri patrimoniali e di esercizio.

L'utile netto, superiore alle previsioni, viene accertato in Lire 677.192,34 sul bilancio di L. 3.142.552,45 di cui: L. 2.641.047,90 per Introiti Utenti privati.

Gli elementi principali che caratterizzano il funzionamento tecnico dell'Azienda possono riassumersi come segue:

Le centrali hanno prodotto complessivamente Kwore 17.537.198 (di cui solamente Kwore 1400 con la centrale termica) dei quali Kwore 7.863.547 sono stati assorbiti dalla rete di distribuzione e Kwore 9.673.651 dalla rete di trasmissione.

Il rendimento della rete di distribuzione, per effetto dell'aumentato numero delle linee dorsali ed in conseguenza della sostituzione di parecchi tronchi di queste con altri di maggiore sezione, è salito dal 0,65 al gennaio 1924 al 0,88 al dicembre dello stesso anno.

Il rendimento medio annuo è stato del 0,80 sulla rete di distribuzione e del 0,94 sulla rete di trasmissione e, globalmente, del 0,88.

La potenza media di produzione durante l'anno è stata di Kw 2000 con fattore medio di carico eguale a 0,47.

Da quando è entrata in piena attività la nuova Centrale nessuna interruzione accidentale di linea, degna di nota, si è verificata. Si sono effettuate, invece, periodiche interruzioni volontarie e preavvisate, in opportune ore di giorni festivi, allo scopo di eseguire sulle linee primarie indilazionabili lavori di manutenzione e di sistemazione.

# INTROITI UTENTI PRIVATI

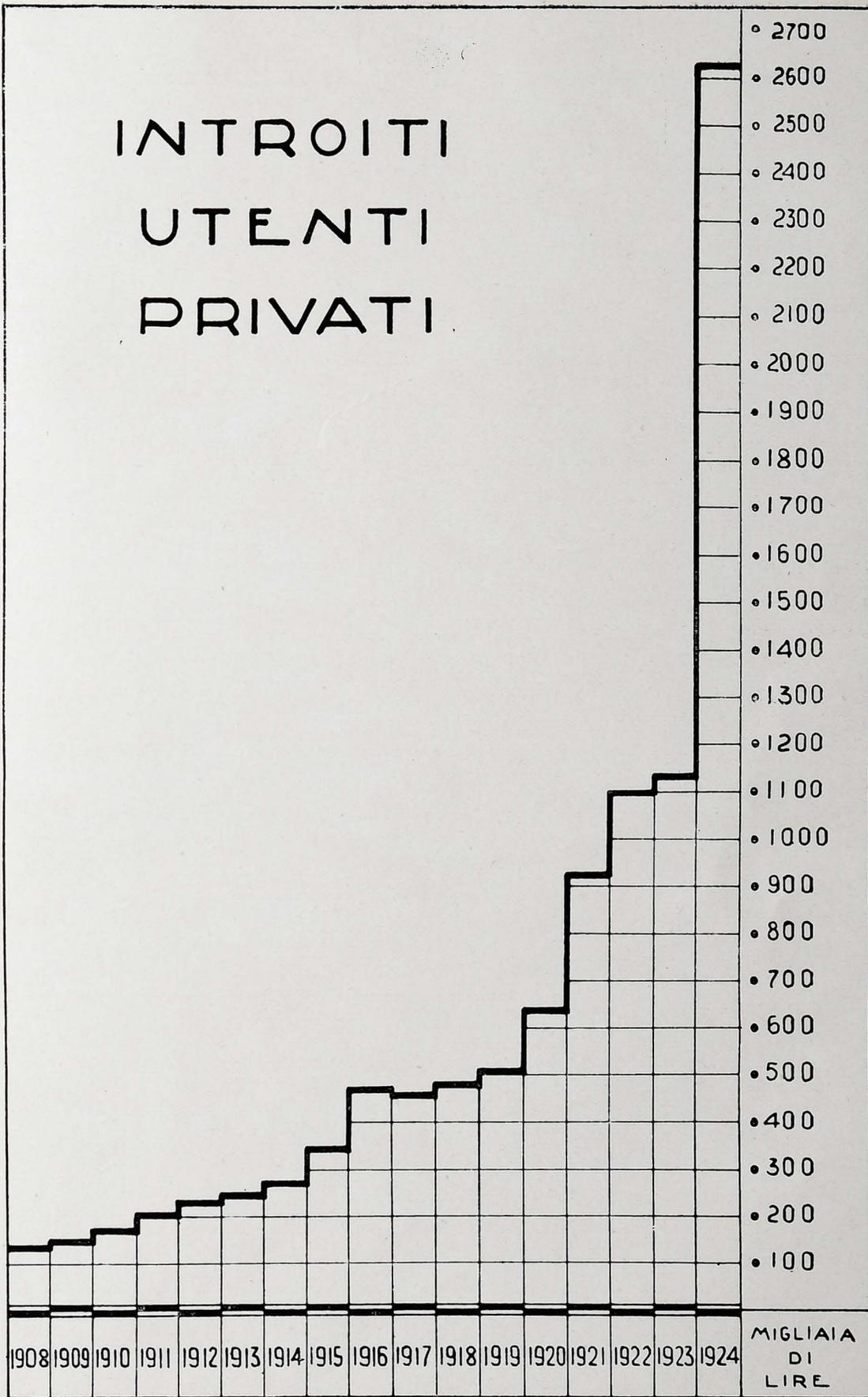


Fig. 28



PARTE TERZA

SERIE CRONOLOGICA DELLE COMMISSIONI  
AMMINISTRATICI



## SERIE CRONOLOGICA DELLE COMMISSIONI AMMINISTRATICI

*Luglio 1907 — Settembre 1907*

GINI ing. VITTORIO — <i>Presidente</i>	CERÙ ing. FLAMINIO
DE-STEFANI ing. STEFANO	BERNARDINELLI BATTISTA
BRENA rag. CIRO	CERETA EMILIO
SAGRAMOSO avv. conte GUGLIELMO	

La prima Commissione Amministratrice per la gestione autonoma dell'Officina Elettrica venne nominata il 25 Giugno 1907.

La prima seduta ebbe luogo il 5 Luglio e la Presidenza venne assunta dal Commissario anziano Gini Ing. V. in luogo dell'Avv. Conte Sagramoso G. rinunciante, per motivi di salute, alla Presidenza.

*Settembre 1907 — Marzo 1908*

PRETO cav. avv. VITTORIO — <i>Presidente</i>	RUFFO ing. LUIGI
GINI ing. VITTORIO	MOLINI ADONE
FUSARINI ing. ARTURO	GUARDINI rag. FERRUCCIO
ZANNONI UGO	

*Marzo 1908 — Gennaio 1911*

GINI ing. VITTORIO — <i>Presidente</i>	GRASSETTI avv. VITTORIO
FUSARINI ing. ARTURO	ZANNONI UGO
RUFFO ing. LUIGI	GUARDINI rag. FERRUCCIO
MOLINI ADONE	

*Gennaio 1911 — Gennaio 1912*

GINI ing. VITTORIO — <i>Presidente</i>	GRASSETTI avv. VITTORIO
TOBANELLI ing. GIO. BATTA	ZANNONI UGO
MURRI MARIO	GUARDINI rag. FERRUCCIO
MOLINI ADONE	

*Gennaio 1912 — Febbraio 1914*

GINI ing. VITTORIO — <i>Presidente</i>	ZACCARIA avv. GIULIO
TOBANELLI ing. GIO. BATTA	GUARDINI rag. FERRUCCIO
MURRI MARIO	MURARO rag. GIACOMO
ZANNONI UGO	

*Febbraio 1914 — Settembre 1914*

GINI ing. VITTORIO — <i>Presidente</i>	MURRI MARIO
ZANNONI UGO	MANGANOTTI rag. LUCILLO
ZACCARIA avv. GIULIO	ANGHEBEN ing. RODOLFO
TEDESCHI ATTILIO	

*Settembre 1914 — Novembre 1914*

SCARABELLO POLICARPO — <i>Presidente</i>	TRAVAGLIATI EDGARDO
DOLCI rag. ARTURO	PERETTI OTTORINO
TERNI BENEDETTO	GRASSETTI avv. VITTORIO
BARLOTTINI OTTORINO	

*Novembre 1915 — Dicembre 1916*

SCARABELLO POLICARPO — <i>Presidente</i>	ZANNONI UGO
BARLOTTINI OTTORINO	PERETTI OTTORINO
TERNI BENEDETTO	GRASSETTI avv. VITTORIO
STAGNI UMBERTO	

*Dicembre 1916 — Marzo 1917*

SCARABELLO POLICARPO — <i>Presidente</i>	ZANNONI UGO
BARLOTTINI OTTORINO	PERETTI OTTORINO
TERNI BENEDETTO	GRASSETTI avv. VITTORIO
STAGNI UMBERTO	

*Marzo 1917 — Giugno 1917*

SCARABELLO POLICARPO — <i>Presidente</i>	VIVIANI ANTONIO
TERNI BENEDETTO	OTTOLENGHI GIULIO
BARLOTTINI OTTORINO	ZANNONI UGO
PERETTI OTTORINO	

*Giugno 1917 — Gennaio 1921*

ZANNONI UGO — *Presidente*

BARLOTTINI OTTORINO

OTTOLENGHI GIULIO

TERNI BENEDETTO

ROTA ROMANO

BIAGINI ACHILLE

VIVIANI ANTONIO

*Gennaio 1921 — Dicembre 1922*

TERNI BENEDETTO — *Presidente*

ABRESCIA FILIPPO

TORMENE ANTONIO

TURRI NESTORE

PIVETTA OTTORINO

AMBROGI PRIMO

*Dicembre 1922 — Marzo 1923*

CRISTANI ing. cav. CARLO — *Presidente*

VIVIANI ANTONIO

AMBROGI PRIMO

TORMENE ERNESTO

ABRESCIA FILIPPO

PIVETTA OTTORINO

TURRI NESTORE

*Marzo 1923 — Settembre 1923*

CRISTANI ing. cav. CARLO — *Presidente*

ABRESCIA FILIPPO

RIDOLFI ing. BRUNO

PEREZ rag. ONOFRIO

ARNIER ADOLFO

PAVAN ALESSANDRO

CAVANNA ATTILIO

*Settembre 1923 — Febbraio 1924*

STROLINI ing. VITTORIO — *Presidente*

ARNIER ing. ADOLFO

CAVANNA ATTILIO

MURARO rag. FRANCESCO

PEREZ rag. ONOFRIO

ZONI ing. ENZO

PAVAN ALESSANDRO

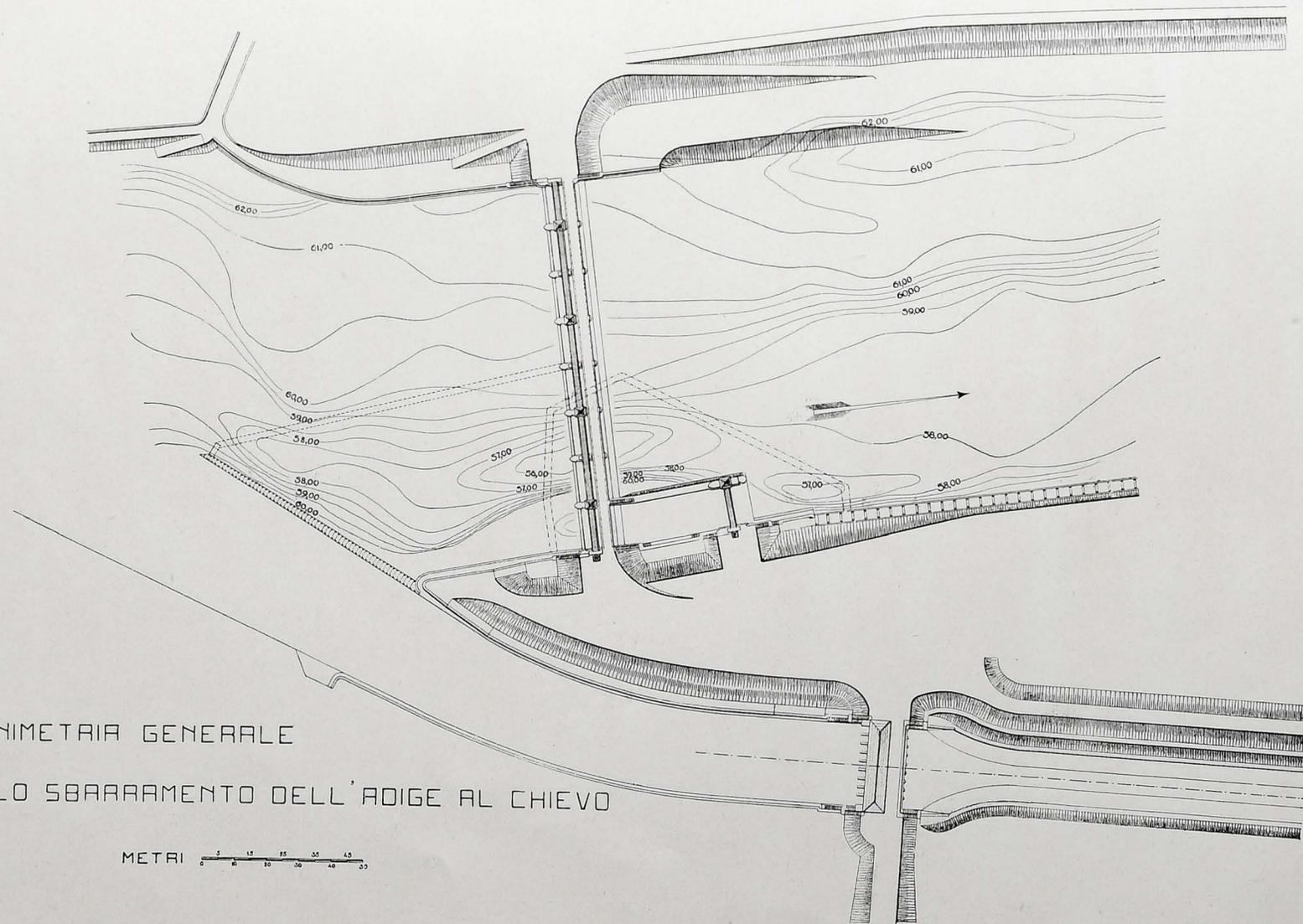


**TAVOLE**

**SBARRAMENTO D'ADIGE AL CHIEVO**

**CENTRALE IDROELETTRICA  
DI TOMBETTA**



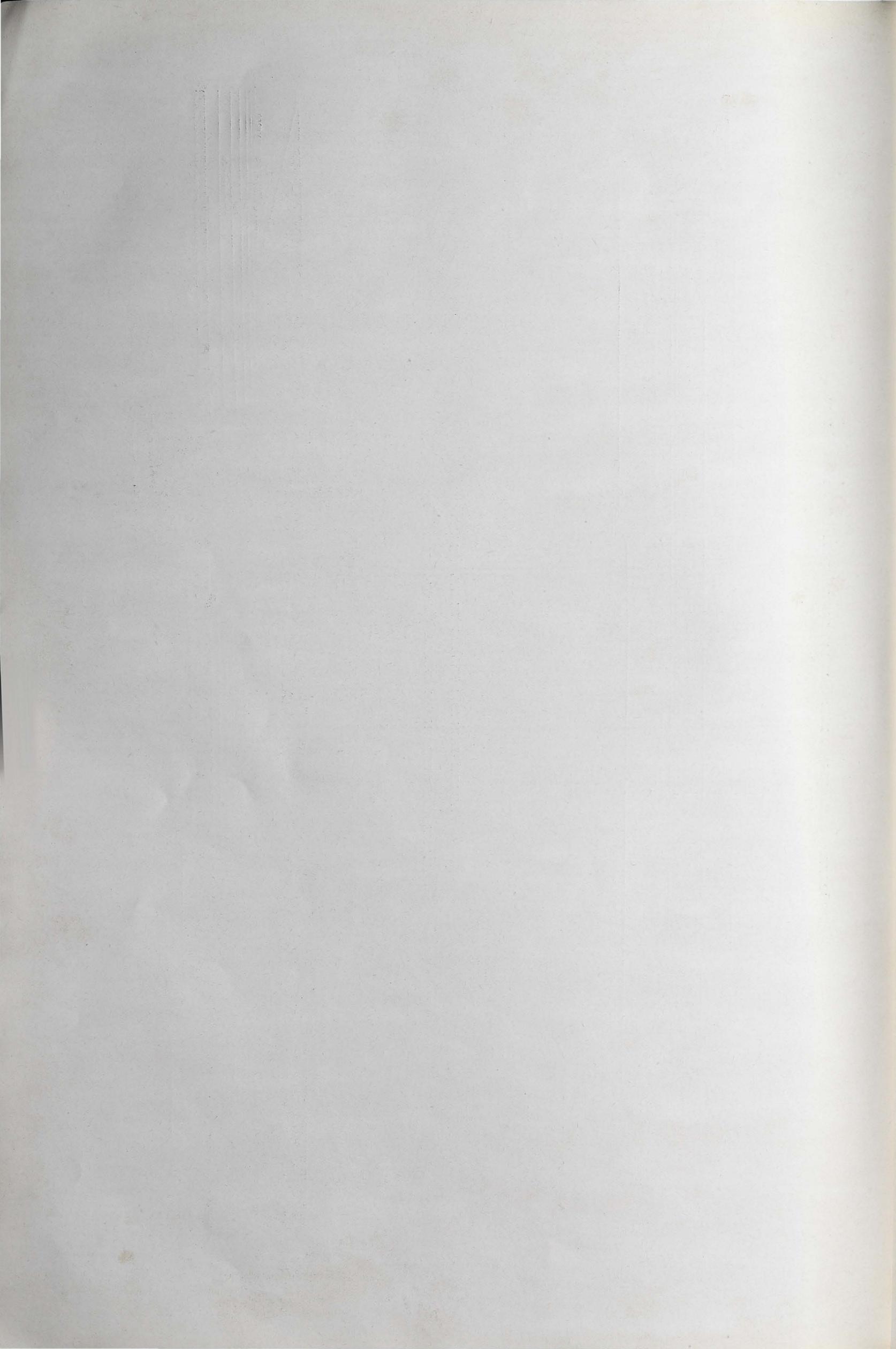


PLANIMETRIA GENERALE  
DELLO SBARRAMENTO DELL'ADIGE AL CHIEVO

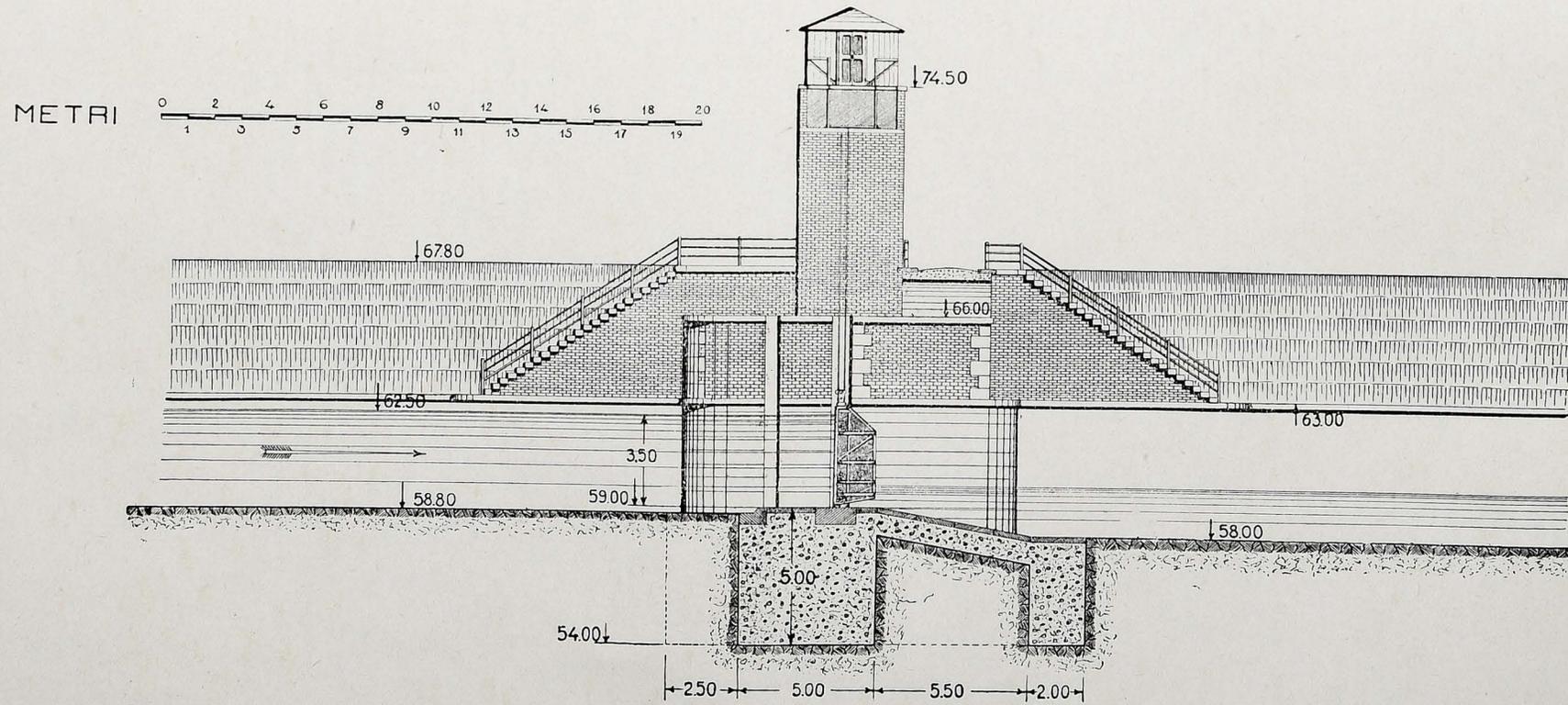
METRI 





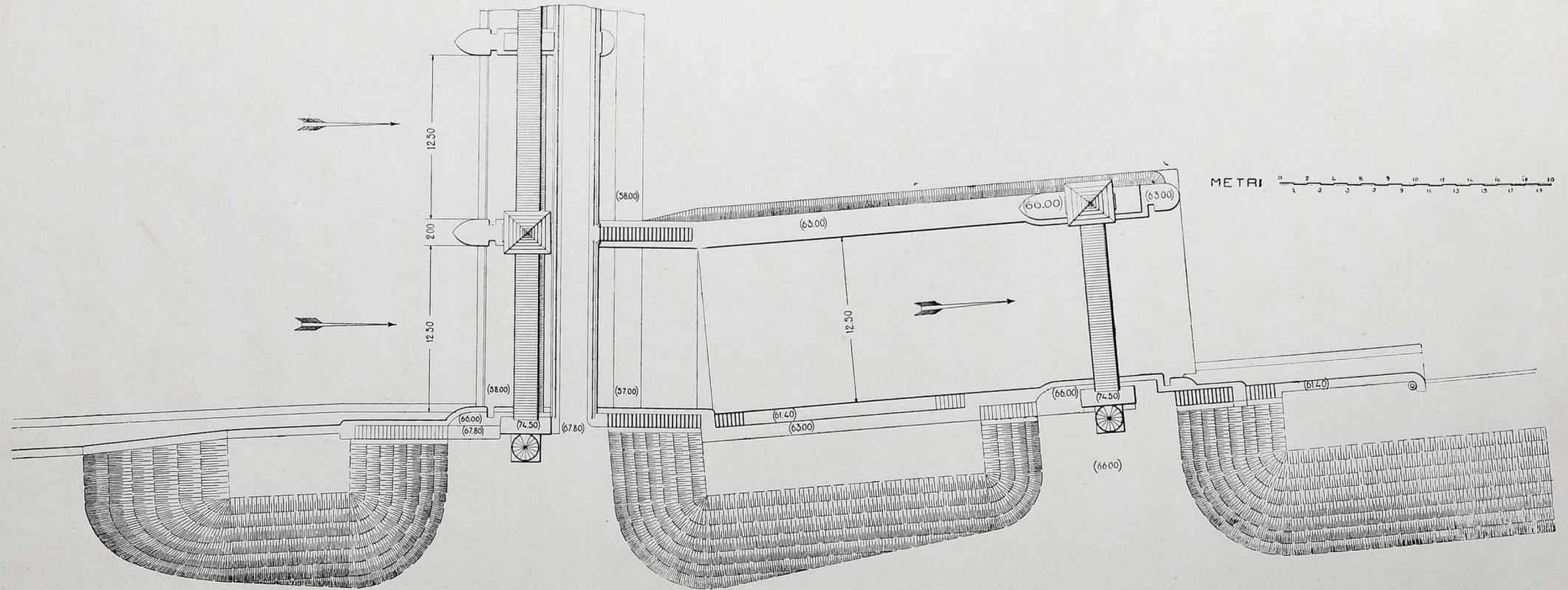


SBARRAMENTO DELL'ADIGE AL CHIEVO  
SEZIONE TRASVERSALE DELLO SBARRAMENTO



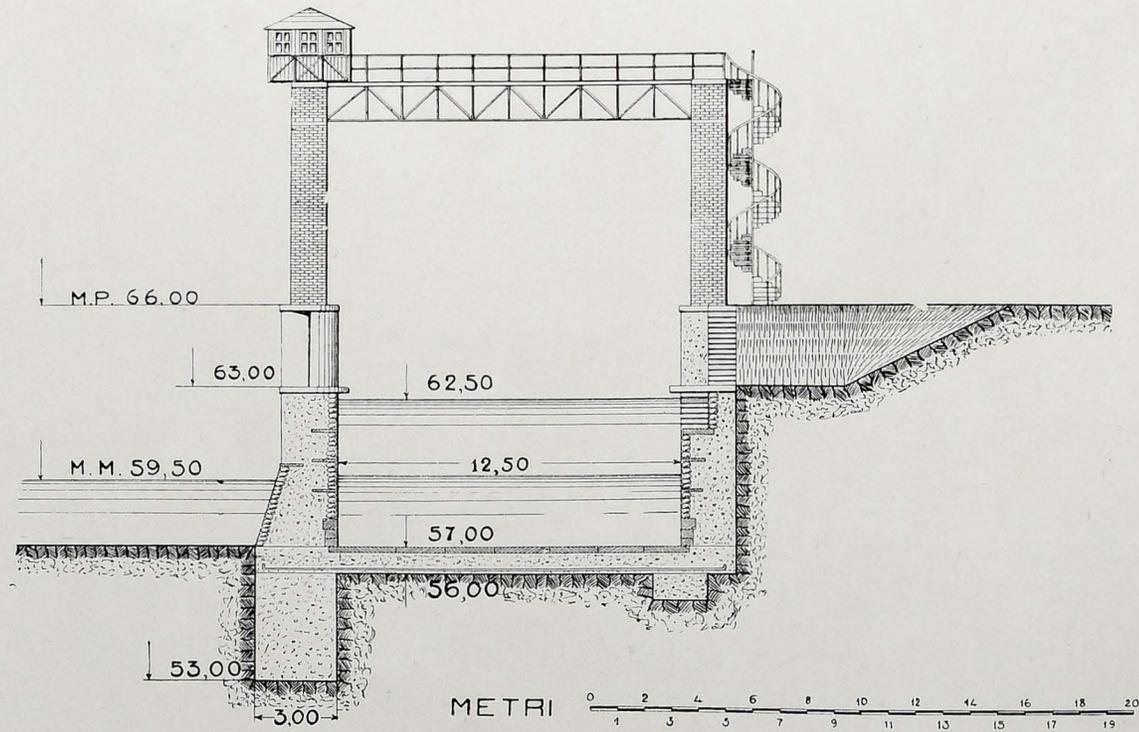


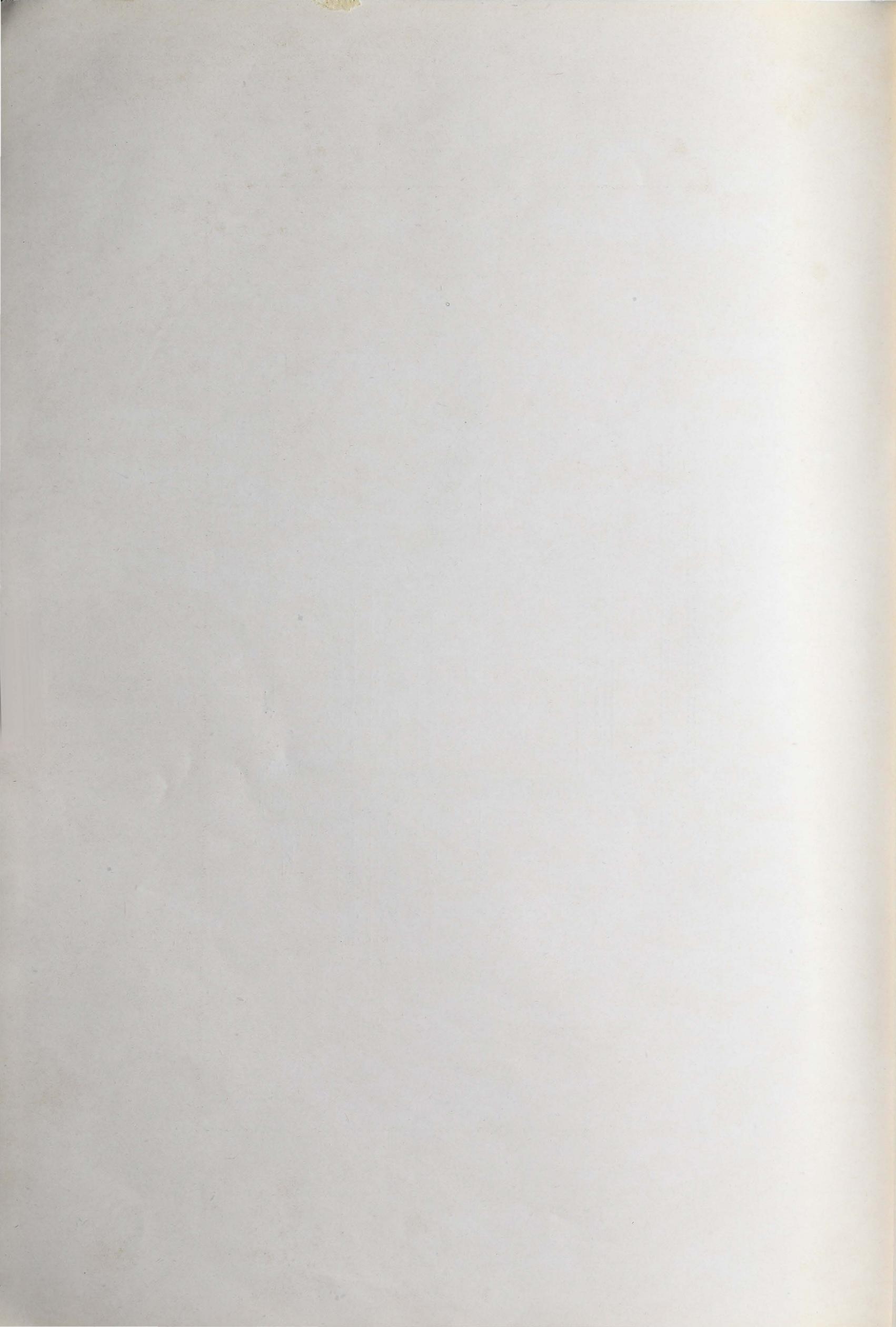
SBARRAMENTO DELL'ADIGE AL CHIEVO  
PLANIMETRIA DELLA CONCA DI NAVIGAZIONE E DELLE LUCI VII E VIII





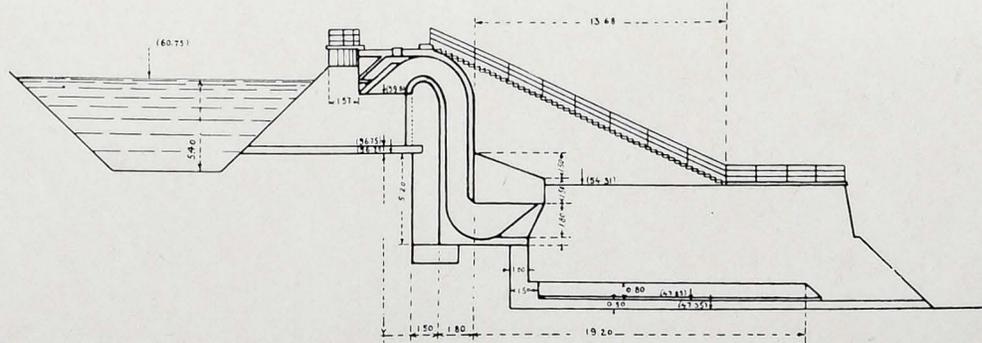
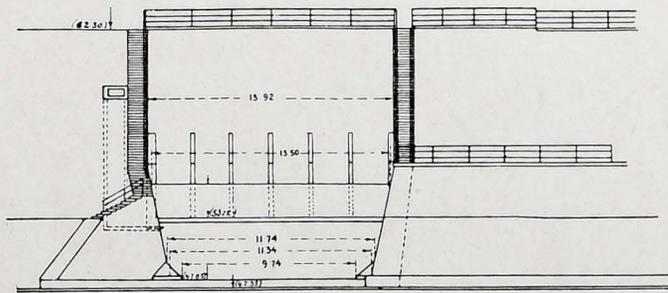
SBARRAMENTO DELL'ADIGE AL CHIEVO  
SEZIONE TRASVERSALE DELLA CONCA DI NAVIGAZIONE





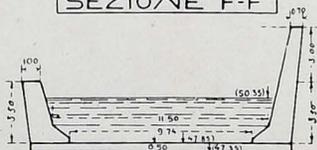
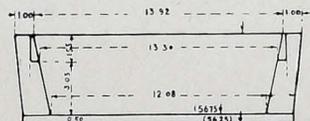
CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA

BATTERIA DI SIFONI AUTOLIVELLATORI GREGOTTI PER Q - 70 M. O.



SEZIONE A-A

SEZIONE F-F

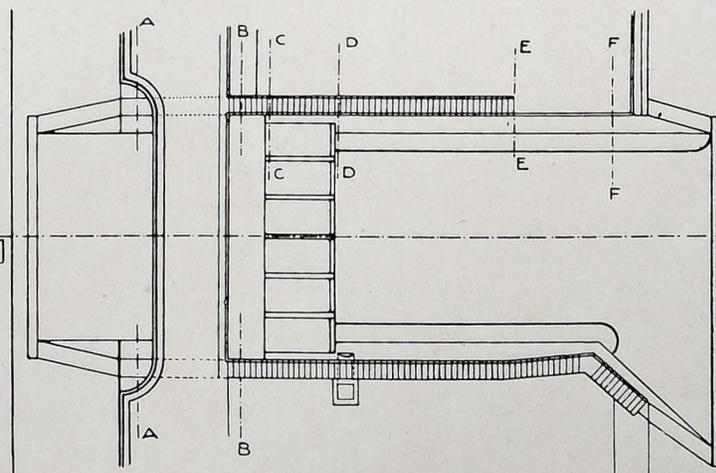
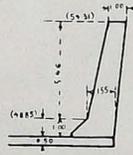
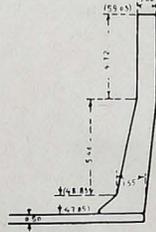
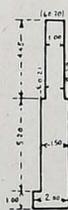
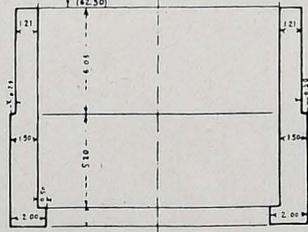


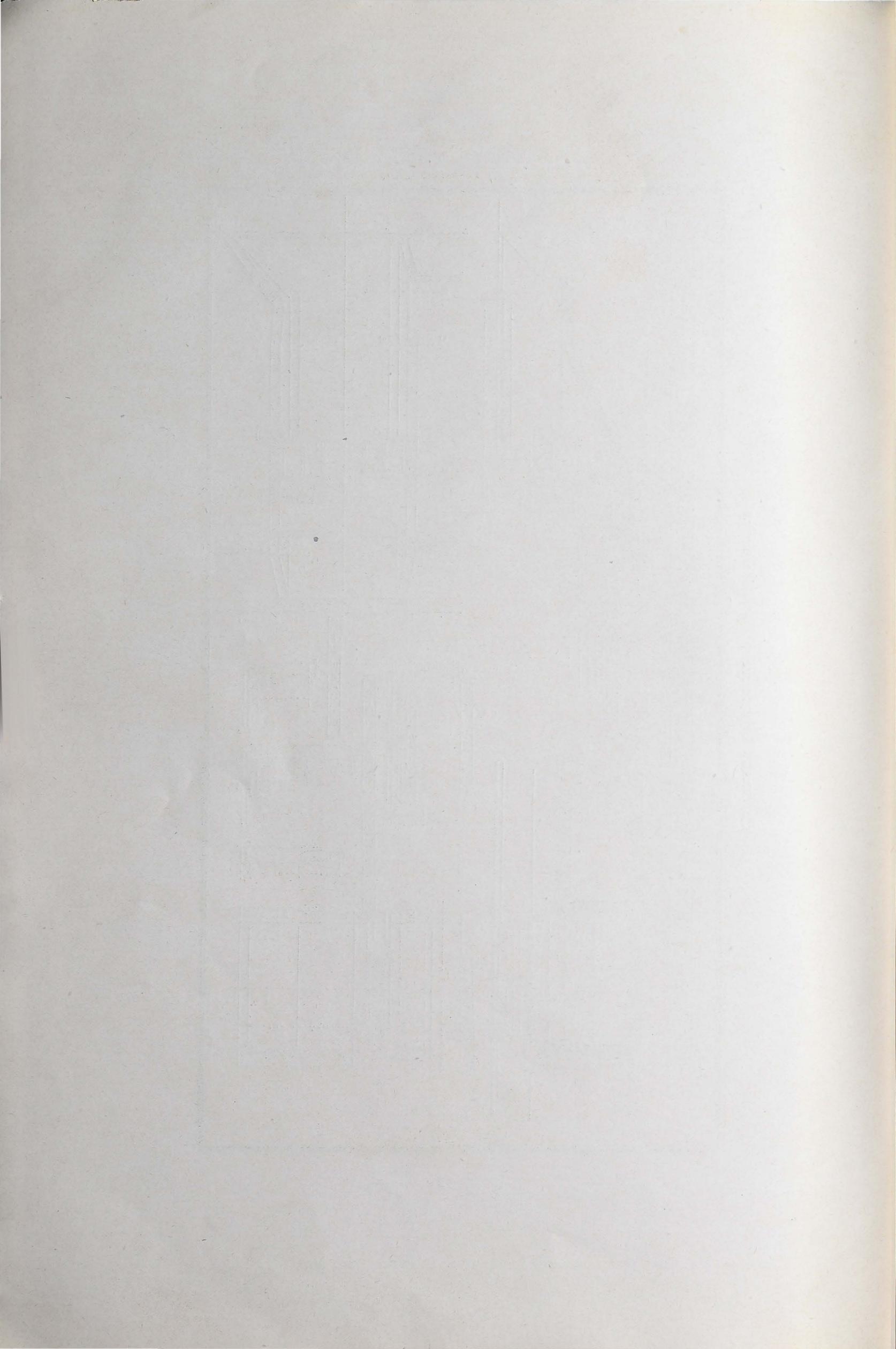
SEZIONE B-B

SEZIONE C-C

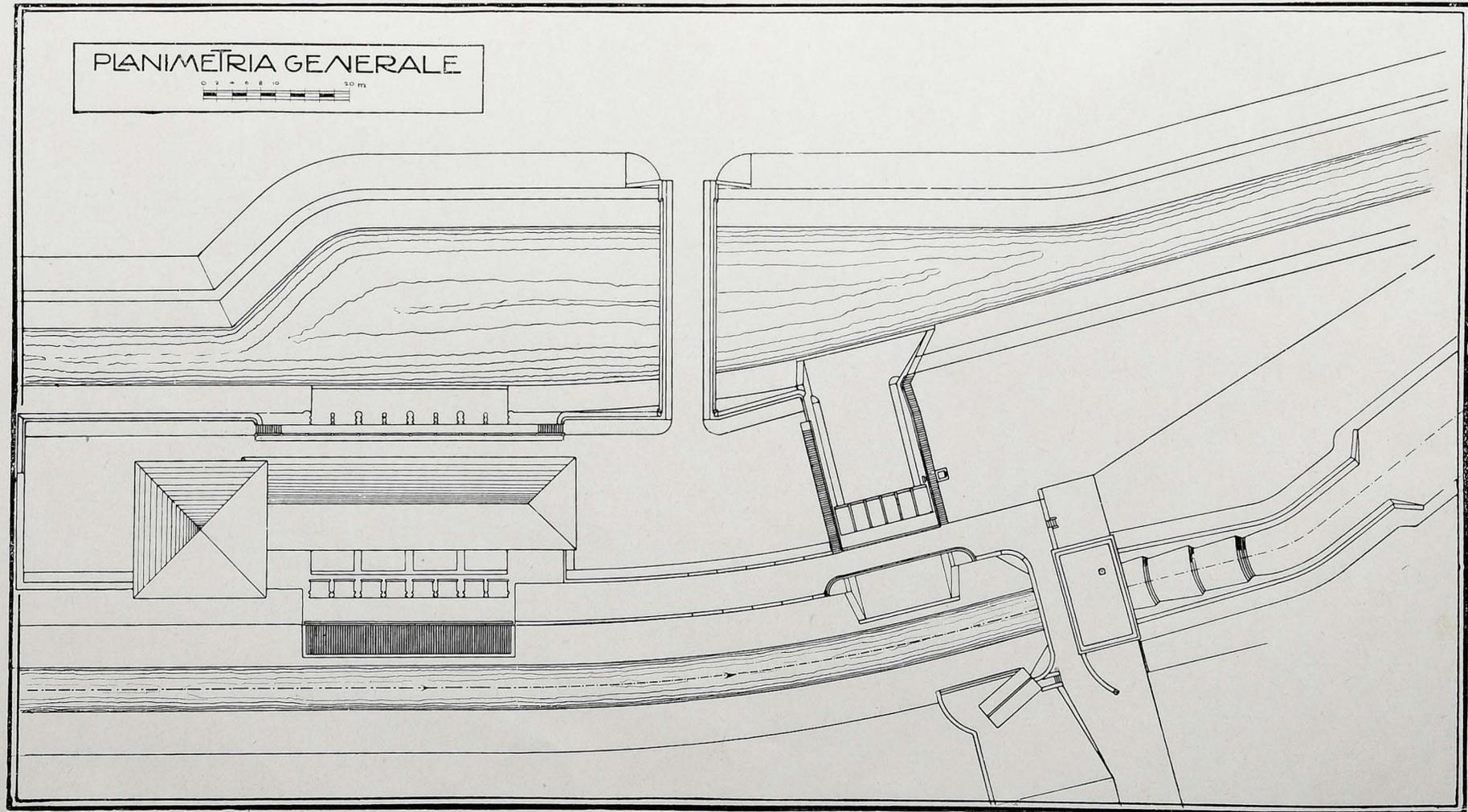
SEZIONE D-D

SEZIONE E-E





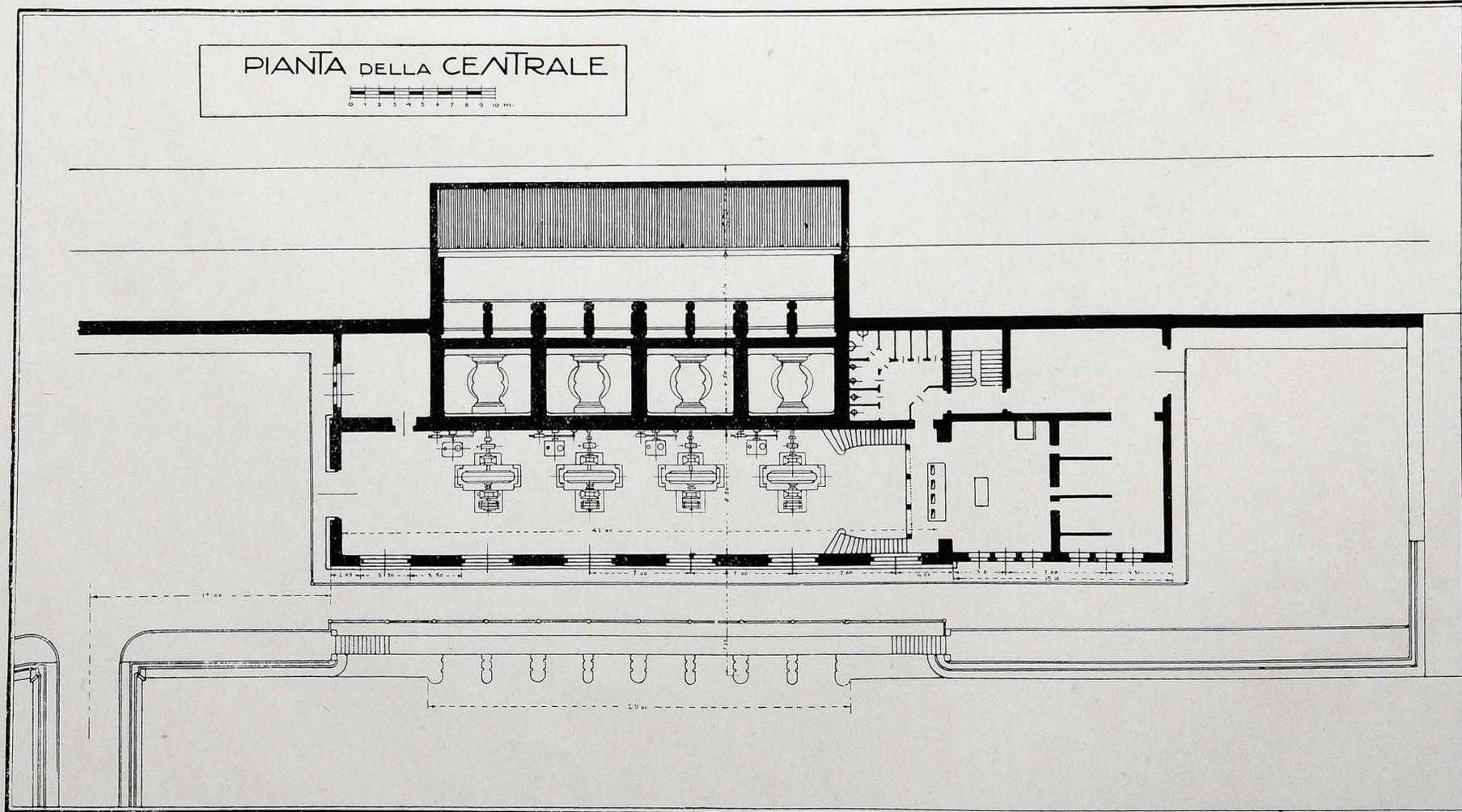
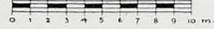
CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA





CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA

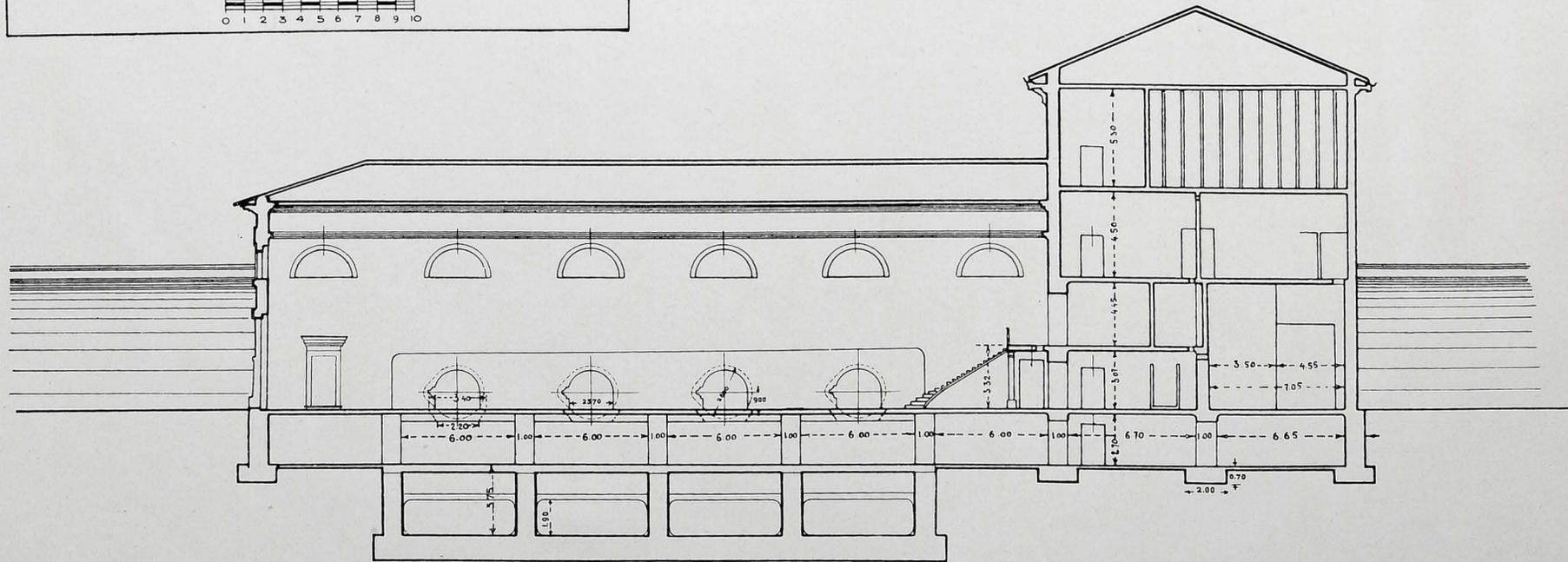
PIANTA DELLA CENTRALE

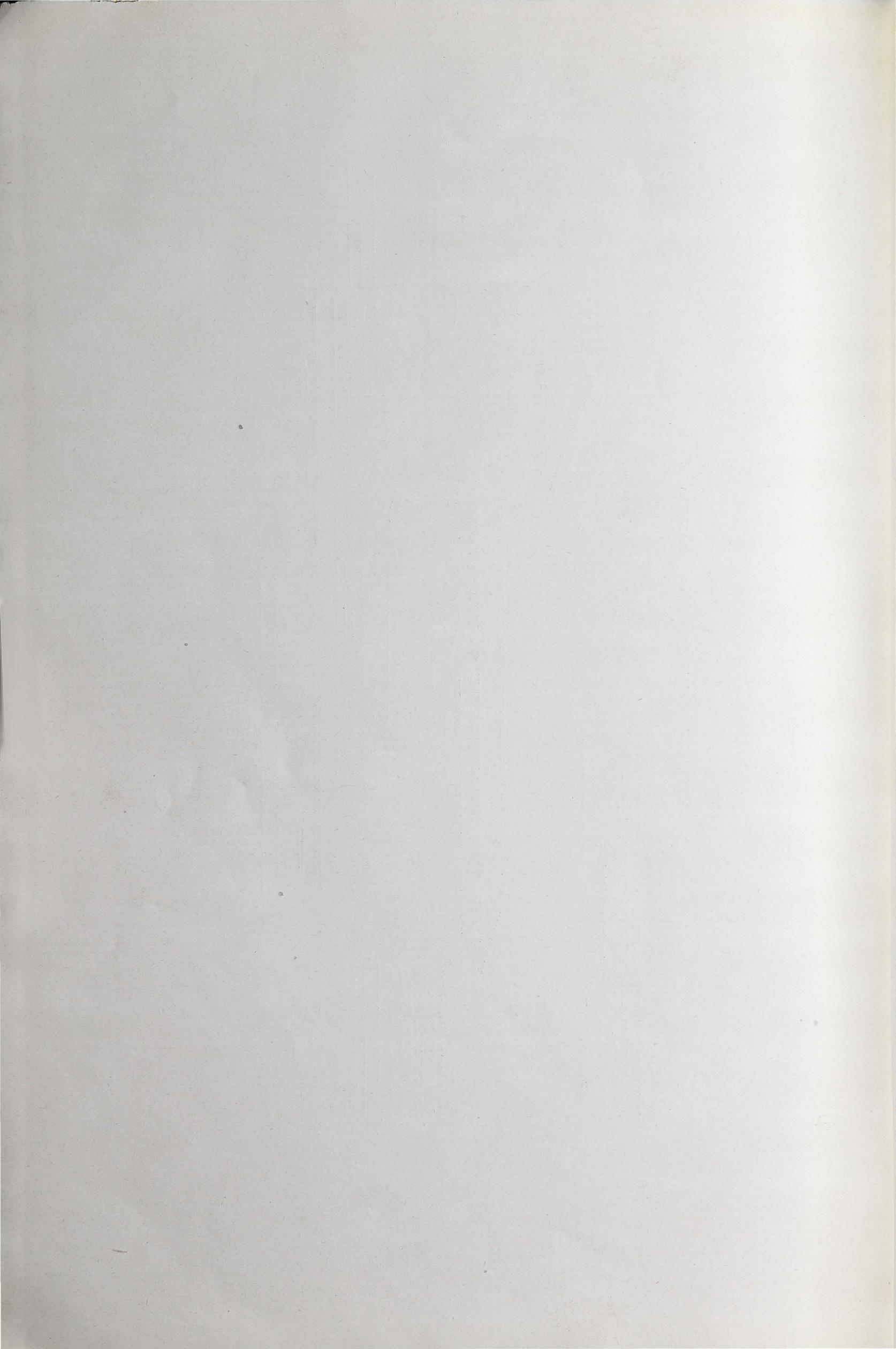




CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA

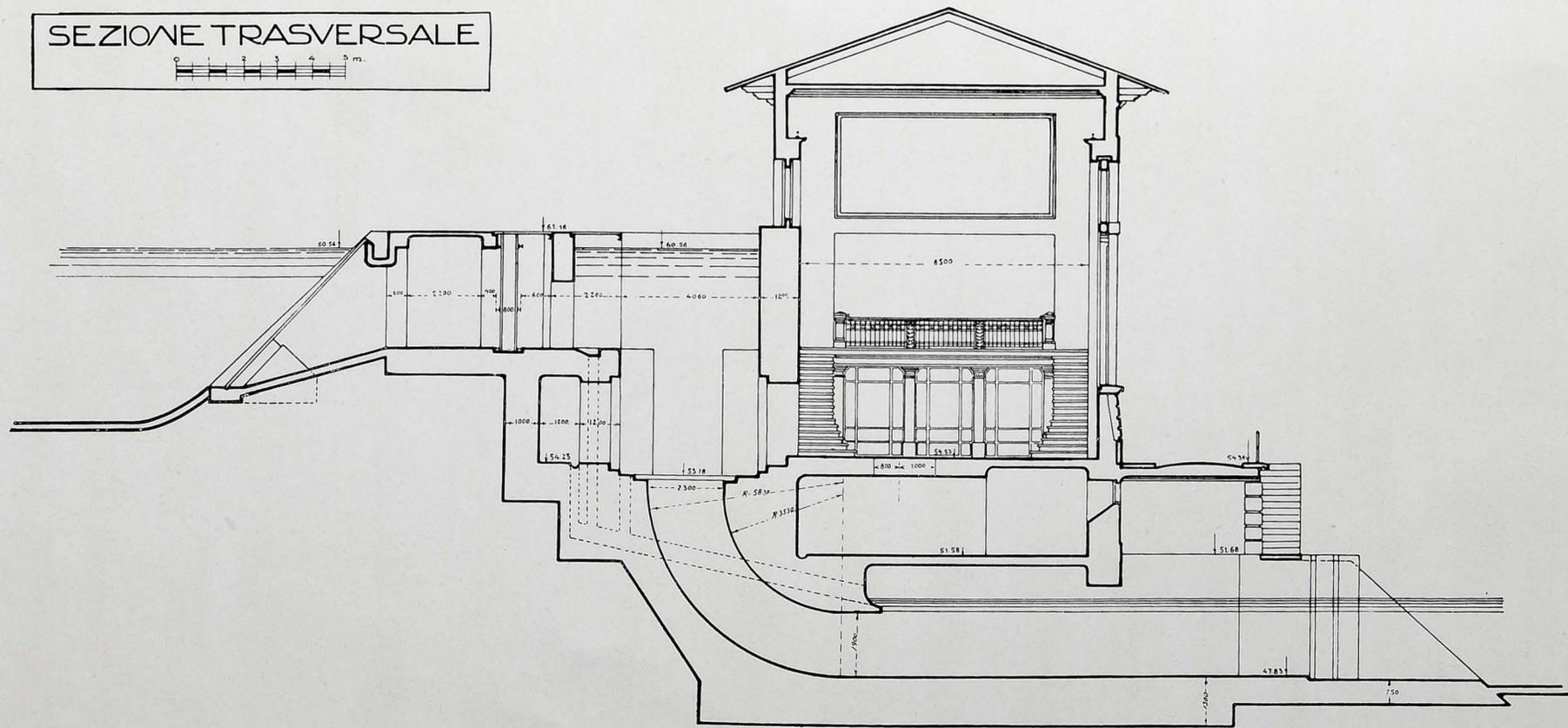
SEZIONE LONGITUDINALE

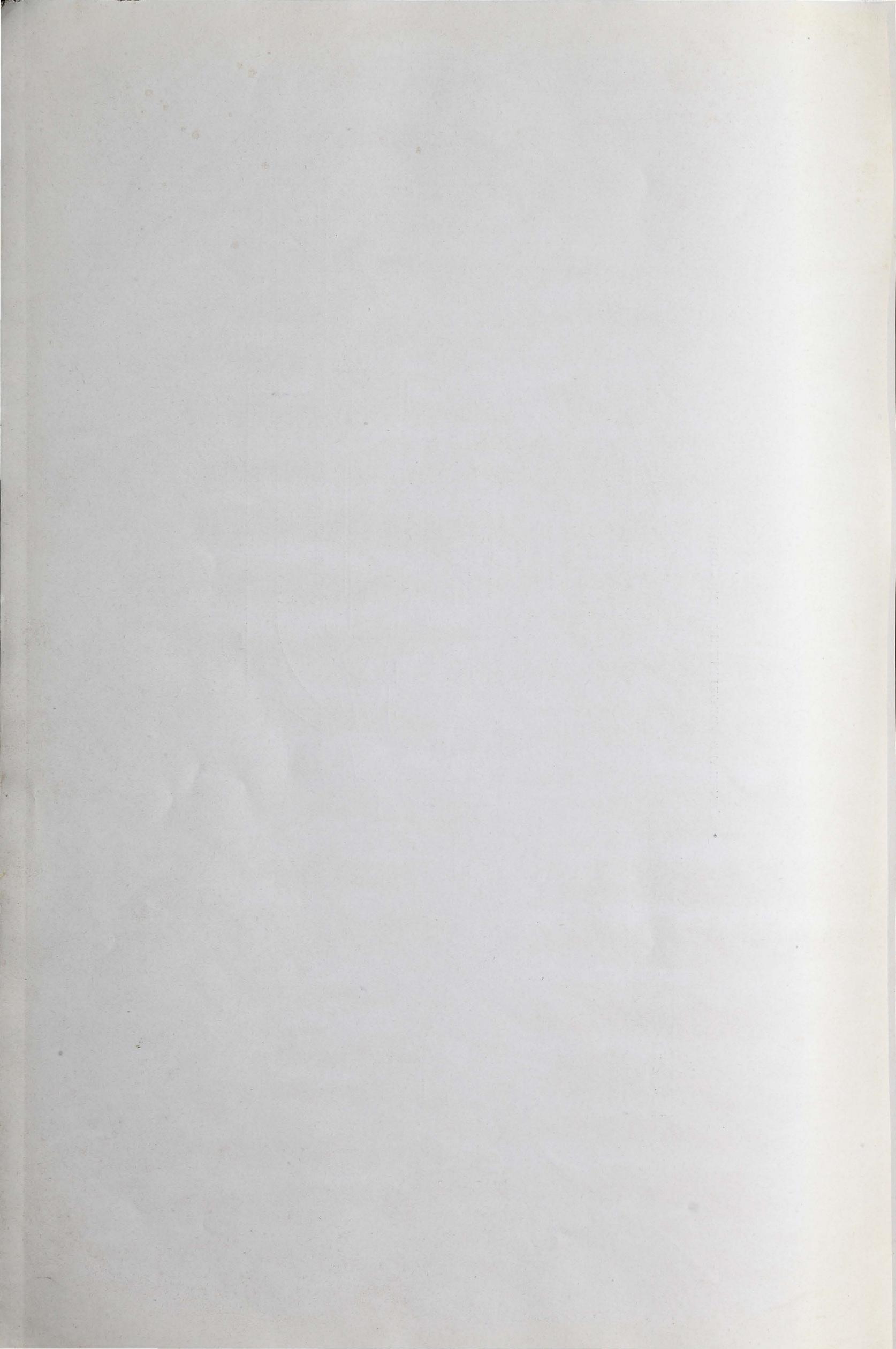




CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA

SEZIONE TRASVERSALE

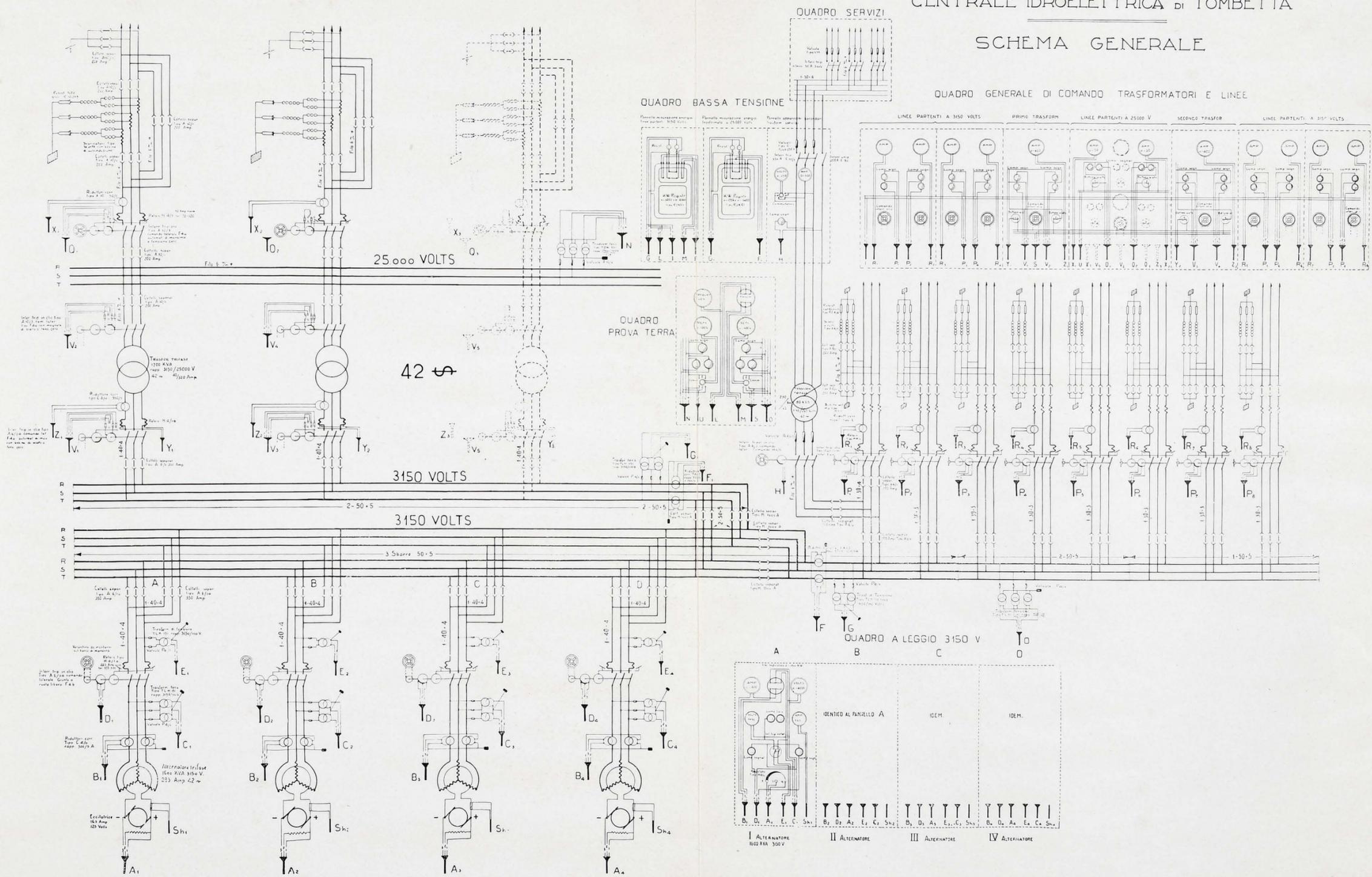




AZIENDA ELETTRICA COMUNALE = VERONA

CENTRALE IDROELETTRICA DI TOMBETTA

SCHEMA GENERALE







OFFICINE GRAFICHE  
A. MONDADORI  
VERONA