

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

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

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

MECCANICA APPLICATA

IMPIANTO IDRO-ELETTRICO
ESEGUITO DALLA DITTA A. E. G. DI GENOVA
nell'anno 1898

PER LA
MANIFATTURA DI LANE IN BORGO-SEZIA

RELAZIONE DI COLLAUDO

(Veggasi la Tavola V)

Premesse. — La Manifattura di lane in Borgo-Sesia, volendo nell'anno 1896 sostituire la forza idraulica a quella a vapore fornitale da una motrice tipo Frikart, e provvedere ad un tempo l'energia occorrente a nuove macchine operatrici necessarie per ampliare il proprio stabilimento, decise di utilizzare, mediante turbine e macchine elettriche, la forza di un salto d'acqua che si poteva creare mediante la costruzione di apposito canale derivato dal fiume Sesia in corrispondenza di Quarona.

Il canale fu progettato dagli ingegneri Soldati Vincenzo, Cappa Scipione e Rossi Carlo, per modo di essere capace di convogliare mc. 6500 con una pendenza media del 0.00045.

La sua lunghezza risultò di m. 3000 circa ed il salto utile fu di m. 20.

Ammesso per le turbine il rendimento del 0.75, si ebbero così disponibili circa 1300 HP, che bisognava trasportare in Manifattura e quindi ad una distanza di pressochè 2000 metri.

L'Amministrazione della Manifattura bandiva perciò un Concorso fra le primarie Case costruttrici di impianti elettrici, nazionali ed estere, per la fornitura del macchinario destinato ad utilizzare la forza del salto d'acqua, trasportarla in Manifattura e ripartirla alle diverse macchine operatrici in questa impiantate.

Contemporaneamente nominava una Commissione, composta dei signori: cav. Zaccaria Finardi, colonnello del Genio; ing. prof. Scipione Cappa; cav. Giulio Francesetti, Capo-tecnico all'Arsenale di Torino, incaricata di esaminare i progetti ed i preventivi che sarebbero stati presentati dalle Case predette, onde scegliere quello più conveniente.

Si presentarono al Concorso: la Ditta A. E. G. di Genova (Rappresentanza generale per l'Italia dell'« Allgemeine Electricitäts Gesellschaft », di Berlino), la Società Nazionale delle Officine di Savigliano e la Società di Elettricità Alioth di Basilea.

Adunatasi la predetta Commissione nell'aprile del 1897, in Firenze, dopo accurato esame dei progetti presentati dai concorrenti, propose che l'impianto ad eseguirsi venisse affidato alla Ditta A. E. G. di Genova, ed abbozzava la convenzione a stipularsi in merito tra la Manifattura di lane in Borgo-Sesia e la Ditta predetta.

In data 15 giugno 1897 la Manifattura di lane, in persona del proprio Direttore Generale, cav. uff. Giuseppe Magni, e la Ditta « Allgemeine Electricitäts Gesellschaft », di Genova, rappresentata dagli ingegneri Carlo Centurione e signor Carlo Vogt, firmavano il contratto per la fornitura e l'impianto di tutto il macchinario ed accessori occorrenti all'utilizzazione ed al trasporto della forza del salto d'acqua di cui sopra, includendovi tutte le modalità che erano state suggerite dalla Commissione.

Nell'anno 1898 tutto l'impianto fu ultimato.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IDRO-ELETTRICO ESEGUITO DALL'A. E. G. DI GENOVA.

Stazione generatrice. — La forza del salto disponibile si aggira, nei tempi di acque medie, sui 1200 cav. vap. (portata 6 mc. e salto 20 m. circa).

Allo scopo di non suddividere detta potenza in troppe unità, il che avrebbe reso più complicato il servizio e più costosi l'impianto e l'esercizio, e per avere inoltre una riserva nel caso di guasti ad una parte del macchinario, senza essere obbligati a provvedere una riserva completa, dietro consiglio della prefata Commissione, l'A. E. G. stabilì di utilizzare l'energia disponibile mediante tre gruppi idro-elettrici della potenza di 400 cav. ognuno.

Essendo però, per le esigenze attuali del servizio, sufficienti due soli gruppi, si rimandò ad altra epoca, che non sarà troppo lontana, l'installazione del terzo gruppo, a quando cioè, sarà richiesto dalla necessità di avere una riserva completa degli 800 cav., ora utilizzati, oppure sarà reso necessario dall'aggiunta di nuove macchine operatrici nella Manifattura.

La stazione generatrice comprende quindi, allo stato attuale, due gruppi principali, costituito ognuno da una turbina della potenza di 400 cav., direttamente accoppiata ad una dinamo trifase, pure della potenza di 400 cav., e due gruppi minori, costituito ognuno da una turbina di 40 cav., che aziona pure, per accoppiamento diretto, una dinamo a corrente continua per l'eccitazione degli alternatori.

Le quattro turbine, quantunque fornite dalla A. E. G. sopra citata, furono costrutte dalla Ditta Alessandro Calzoni di Bologna, e sono a reazione, sistema americano, con asse orizzontale.

I numeri dei giri, che compiono le grandi e le piccole turbine, sono rispettivamente di 375 e 900 al minuto primo.

Ognuna delle grandi turbine, come era stato stabilito nel contratto, è provvista di un regolatore automatico di velocità con servo-motore meccanico, tipo Piccard, e tale da potersi svincolare dall'otturatore della motrice idraulica senza sospendere il funzionamento di questa, che si può, in tal caso, regolare a mano.

Le due turbine piccole sono invece munite di un regolatore unico, di tipo ordinario, il quale può agire a volontà sull'una o sull'altra motrice.



Fig. 21. — Stazione idro-elettrica. Fotografia dell'ing. prof. S. Cappa.

L'accoppiamento delle dinamo alle turbine è ottenuto mediante manicotti elastici Raffard.

Ognuna delle grandi turbine è inoltre provvista di una griglia a spranghe piatte, posta nella camera di arrivo dell'acqua ed all'imbocco del tubo adduttore; di una paratoia metallica cilindrica ad asse orizzontale con apposito meccanismo per poterla manovrare tanto sul posto quanto dalla sala delle macchine; di un tubo di introduzione dell'acqua in lamiera d'acciaio del diametro di m. 1.40 (diviso in tre pezzi di 7 metri di lunghezza ognuno); di un manicotto di dilatazione e del tubo di scarico od aspirazione.

Il gruppo delle due piccole turbine è invece provvisto di una griglia, di una paratoia comune collocata nella camera di arrivo dell'acqua, di un unico tubo di introduzione del diametro di m. 0.50, di una biforcazione per portare l'acqua alle due motrici, di una valvola a farfalla posta nel tubo adduttore, e di due valvole a saracinesca collocate nei due rami della biforcazione.

I tubi adduttori dell'acqua motrice, dipartendosi dalla camera di carico e discendendo lungo la sponda della valle di erosione del Sesia, penetrano nel fabbricato contenente le turbine e le dinamo.

La figura 21 rappresenta la stazione idro-elettrica, cioè la palazzina del meccanico-elettricista, il fabbricato delle paratoie e quello del macchinario.

I due alternatori trifasici, di 400 cav. vap. ognuno, forniscono la corrente elettrica con una differenza di potenziale di 3000 volts. Essi sono del tipo O dell'A. E. G. ad avvolgimenti fissi (tanto l'induttore quanto l'indotto) ed hanno la parte mobile costituita da una stella fusa in un sol pezzo, munita di 16 espansioni polari; dette dinamo, eccettuata la lubrificazione, non richiedono quindi assistenza speciale (fig. 22).

Le due dinamo eccitatrici sono del tipo N G dell'A. E. G. ad induttore bipolare ed indotto a tambure; ciascuna di esse è della potenza di 17 cav. circa e fornisce la corrente con una differenza di potenziale di 110 volts (fig. 23).

Ogni dinamo eccitatrice è capace di fornire la corrente necessaria ai due alternatori già installati ed al terzo da impiantarsi in seguito, pur funzionando questi contemporaneamente, ed anche di provvedere all'illuminazione della centrale e delle adiacenze. Segue quindi da ciò che uno dei gruppi idro-elettrici minori è destinato a rimanere com-

pletamente di riserva, anche quando sarà impiantata la terza unità.

Ed è razionale una simile disposizione, inquantochè essendo le dinamo a corrente continua più facili a guastarsi che non gli alternatori, per assicurare la continuità del servizio di questi è necessario provvedere ad una riserva completa dell'eccitazione.

Tutti i poli o morsetti delle dinamo, tanto trifasi che eccitatrici, fanno capo, mediante conduttura perfettamente isolata e collocata in canali sotterranei, ad un quadro di distribuzione diviso in due scompartimenti, l'uno per l'alta tensione e l'altro per la bassa tensione.

Questo quadro, collocato sopra apposito podio addossato ad una delle pareti di estremità del fabbricato macchine, è provvisto di tutti gli apparecchi di sicurezza, di manovra, di regolazione e di misura, cioè: valvole, interruttori, regolatori del campo magnetico, tanto per le dinamo trifasi, quanto per le eccitatrici, amperometri, voltometri, wattometri, apparecchi di messa in parallelo tanto per gli alternatori, quanto per le eccitatrici, ecc., necessari ed indispensabili per un facile, sicuro e perfetto servizio dell'impianto.

Le figure 1 e 2 della Tavola V (riprodotte da fotografie dell'ing. prof. S. Cappa) rappresentano il macchinario della stazione idro-elettrica visto da due parti della sala della stazione stessa.

Linea aerea. — Dalle tre sbarre principali del quadro partono i sei conduttori (due per ogni sbarra), avente ognuno la sezione di 50 mm² e destinati a portare la corrente alla Manifattura.

Come aveva suggerito la predetta Commissione, si adottarono sei fili anzichè tre, di 100 mm² di sezione ognuno, per ridurre ad un minimo le perdite lungo la linea, dovute ad auto-induzione e per avere in certo qual modo una linea di scorta nel caso di guasti a qualcuno dei fili.

I fili sono formati con rame elettrolitico nudo avente il 98 0/10 di conducibilità elettrica, e le loro sezioni sono tali che colla tensione adottata di 3000 volts, quando dalla stazione generatrice si trasporteranno tutti quanti i 1200 cav. vap. disponibili, la perdita di energia lungo la linea abbia a giungere soltanto al 5 0/10 circa.

Detti fili sono assicurati ad isolatori di porcellana bleu a triplice campana isolante, tipo dell'A. E. G., sostenuti da

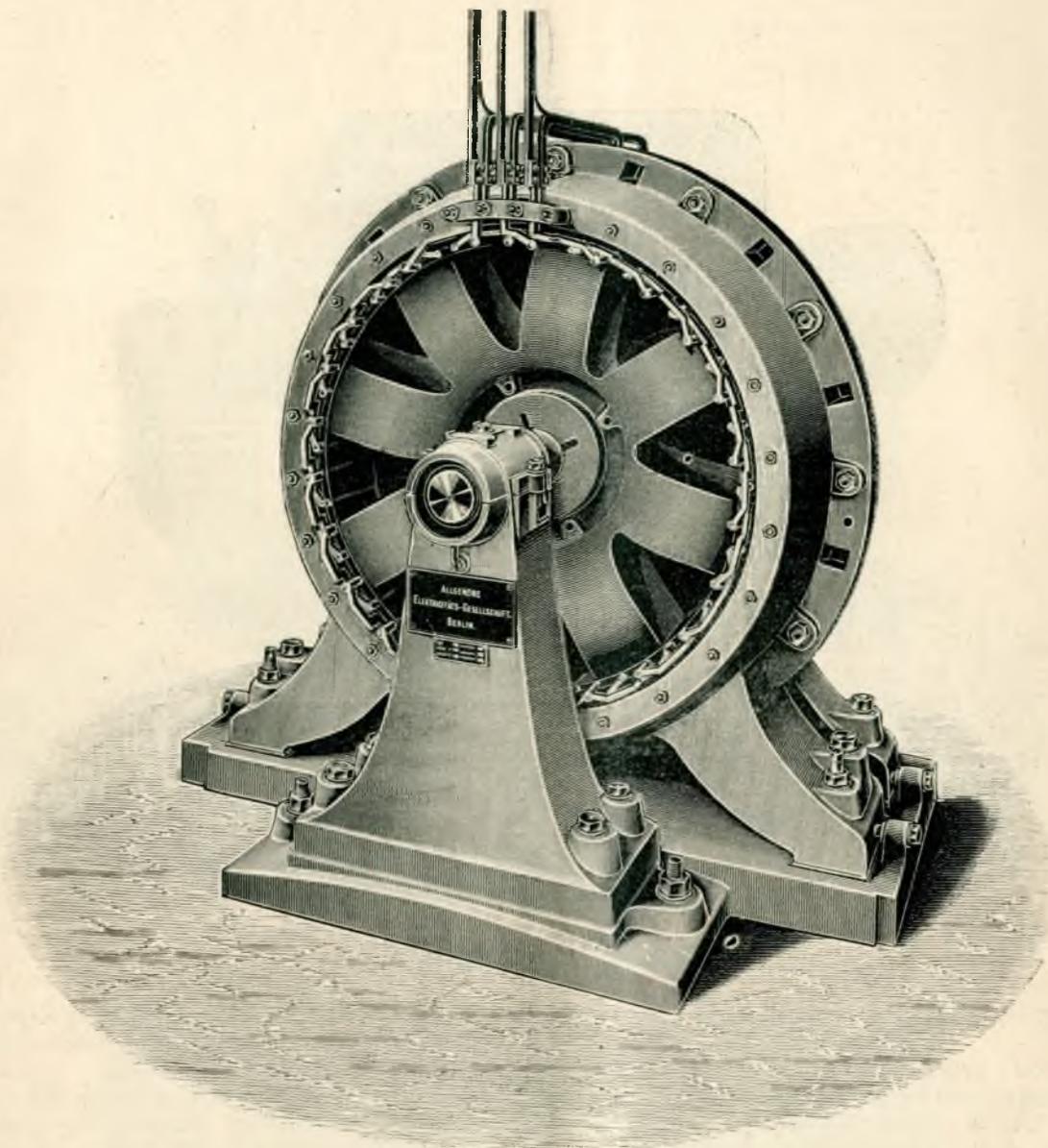


Fig. 22. — Alternatore trifasico, di 400 cavalli-vapore.

robusti pali di larice d'America. Questi sono infissi in basamenti in muratura fondati nel terreno e convenientemente controventati.

A protezione dell'intero impianto contro eventuali scariche atmosferiche, ogni palo è provvisto di una spranga scarica-fulmine e relativa treccia spinosa, ed ogni filo uscente dalla stazione generatrice, od entrante nel locale delle valvole allo stabilimento, è provvisto di un parafulmine a corni per alta tensione collegato, mediante treccia di rame nudo, ad una placca di terra.

I sei fili anzi indicati giungono allo stabilimento e penetrano in un locale speciale, nel quale, dopo aver attraversato sei valvole ad alta tensione, si riuniscono due a due. Usciti da questo locale, scorrono sopra i tetti dello stabilimento e vanno ad alimentare i diversi motori convenientemente collocati nella Manifattura.

Gli ingressi nello stabilimento sono fatti mediante appositi casotti in legno rivestiti in lamiera ed ogni entrata è protetta da parafulmini a corni, uno per ogni filo entrante.

Motori. — I motori sono tutti alimentati direttamente alla tensione di 3000 volts, ad eccezione di due piccoli, pei

quali si è provvisto un apposito trasformatore che riduce la tensione da 3000 a 190 volts.

I motori ad alta tensione appartengono al tipo N. D. dell'A. E. G. e sono in numero di cinque. Due di essi sono della potenza di 200 cav. ognuno e velocità di 300 giri al 1' (fig. 24); uno è destinato ad azionare la nuova sala di filatura (fig. 25), l'altro la vecchia sala di filatura, camminando in parallelo colle due turbine, una ad azione di 150 HP e l'altra a reazione di 160 HP, già da tempo impiantate nello stabilimento.

Questi due motori sono a tre supporti ed agiscono sulle trasmissioni mediante cinghie.

Un terzo motore è della potenza di 150 HP e velocità di 360 giri al 1', ed è destinato ad azionare tutte le dinamo a corrente continua per la illuminazione elettrica dello stabilimento.

Questo motore è a due supporti con puleggia sostenuta da un supporto esterno. La puleggia, mediante cinghia, trasmette il movimento ad un contralbero, il quale poi aziona le dinamo predette.

Due altri motori, l'uno di 50 cav. e l'altro di 40 cav. e velocità di 720 giri al 1', pongono in azione, mediante pu-

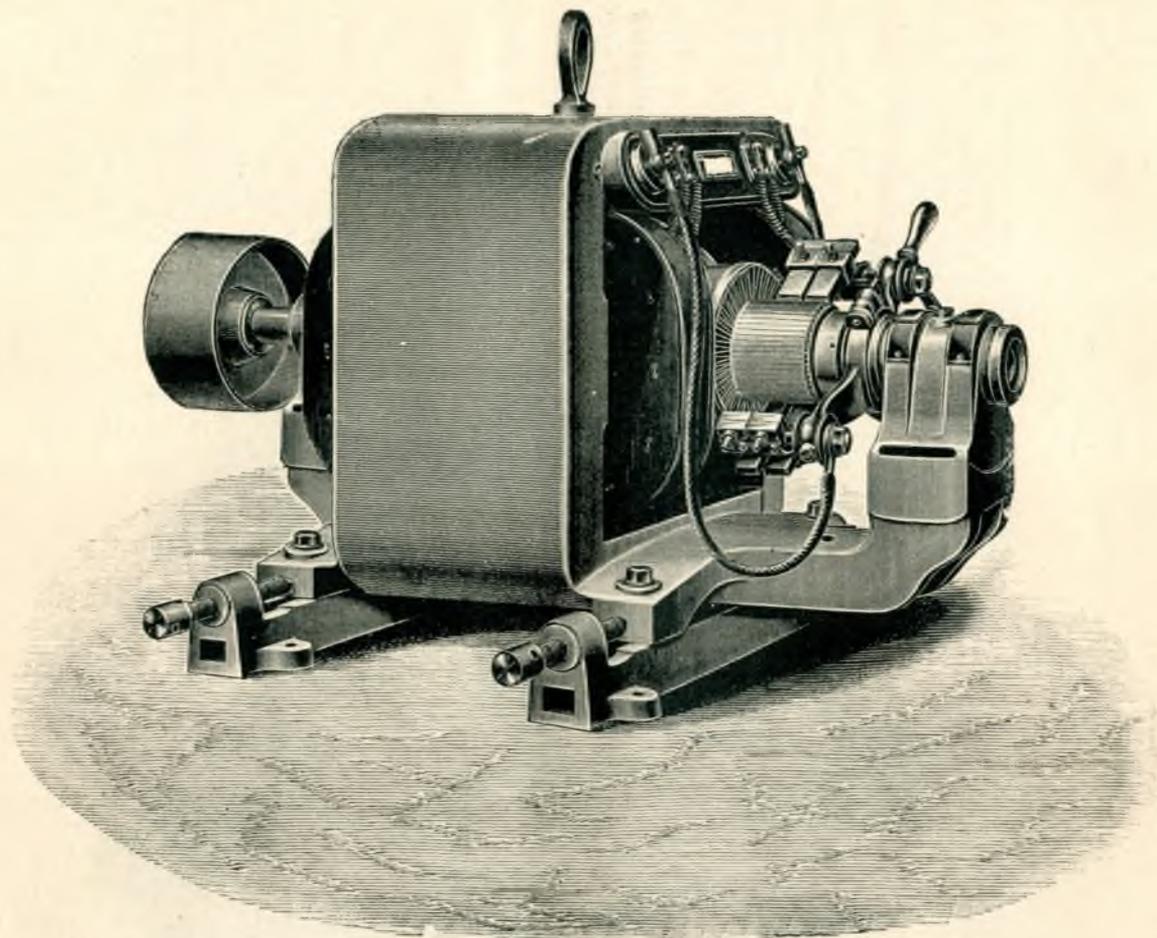


Fig. 23. — Dinamo eccitatrice.

leggie e cinghie, le macchine della nuova e della vecchia tintoria.

Ogni motore è provvisto: di anelli di contatto per l'avviamento graduale del motore stesso, mediante resistenza a liquido; di leva di chiusura dell'indotto in corto circuito; di un quadro ad alta tensione contenente un amperometro, l'interruttore e le valvole.

I fili tanto ad alta quanto a bassa tensione, fra il quadro ed il motore e fra questo e la resistenza sono collocati in appositi canali sotterranei.

I motori a bassa tensione appartengono invece al tipo D. R. dell'A. E. G. e sono alimentati da un trasformatore da 15 KW. del tipo D. B. col rapporto di trasformazione $\frac{3000}{190}$.

Un motore della forza di 10 cav. e velocità di 950 giri al 1', aziona le macchine dell'officina di riparazione; l'altro della potenza da 5 cav. e velocità di 1425 giri al 1', pone in movimento diverse macchine incannatrici ed un montacarichi.

Questi due motori hanno l'indotto chiuso in corto circuito e sono provvisti della relativa resistenza d'avviamento a liquido, da inserirsi sull'induttore e di un quadro contenente un interruttore tripolare e valvole a bassa tensione.

Impianto telefonico. — Per facilitare e rendere perfetto il servizio dell'impianto, questo è anche provvisto di una installazione telefonica completa, pur eseguita dall'A. E. G.

Sono muniti di apparato telefonico: il sorvegliante delle paratoie alla presa del canale; il meccanico elettricista nella

stazione generatrice; i capi-sala dai quali dipendono i diversi motori ad alta tensione nello stabilimento e tutti i vari uffici dello stabilimento medesimo.

Due centralini, uno alla stazione generatrice ed uno nello stabilimento, permettono la comunicazione diretta tra due qualunque dei suddetti apparati; e così, per es.: fra il meccanico sorvegliante un motore qualunque ed il capo-sala, fra questo ed il guardiano alle prese del canale, ecc.

Per assicurare poi completamente il buon funzionamento dell'impianto telefonico, ed eliminare ogni pericolo alle persone che debbono servirsi degli apparati, la linea telefonica ha un percorso affatto indipendente da quello della linea ad alta tensione.

Principali condizioni contrattuali. — Fra le molte condizioni stabilite nel contratto in data 15 giugno 1897 tra la Manifattura di lane in Borgo-Sesia e la Ditta A. E. G. di Genova per la fornitura ed esecuzione dell'impianto, le principali sono le seguenti:

Turbine. — Le turbine di 400 cav. debbono essere tali che lavorando a piena introduzione di acqua e compiendo 375 giri al minuto primo, presentino un rendimento non inferiore al 78 0/10 valutato sull'albero motore, ed un rendimento non minore del 72 0/10 quando esse funzionano a metà introduzione di acqua.

Regolatori delle grandi turbine. — I regolatori di velocità a servo-motore applicati alle grandi turbine debbono essere capaci di mantenere la velocità di ognuna delle motrici nel limite dell'1 0/10 di variazione nel numero dei giri

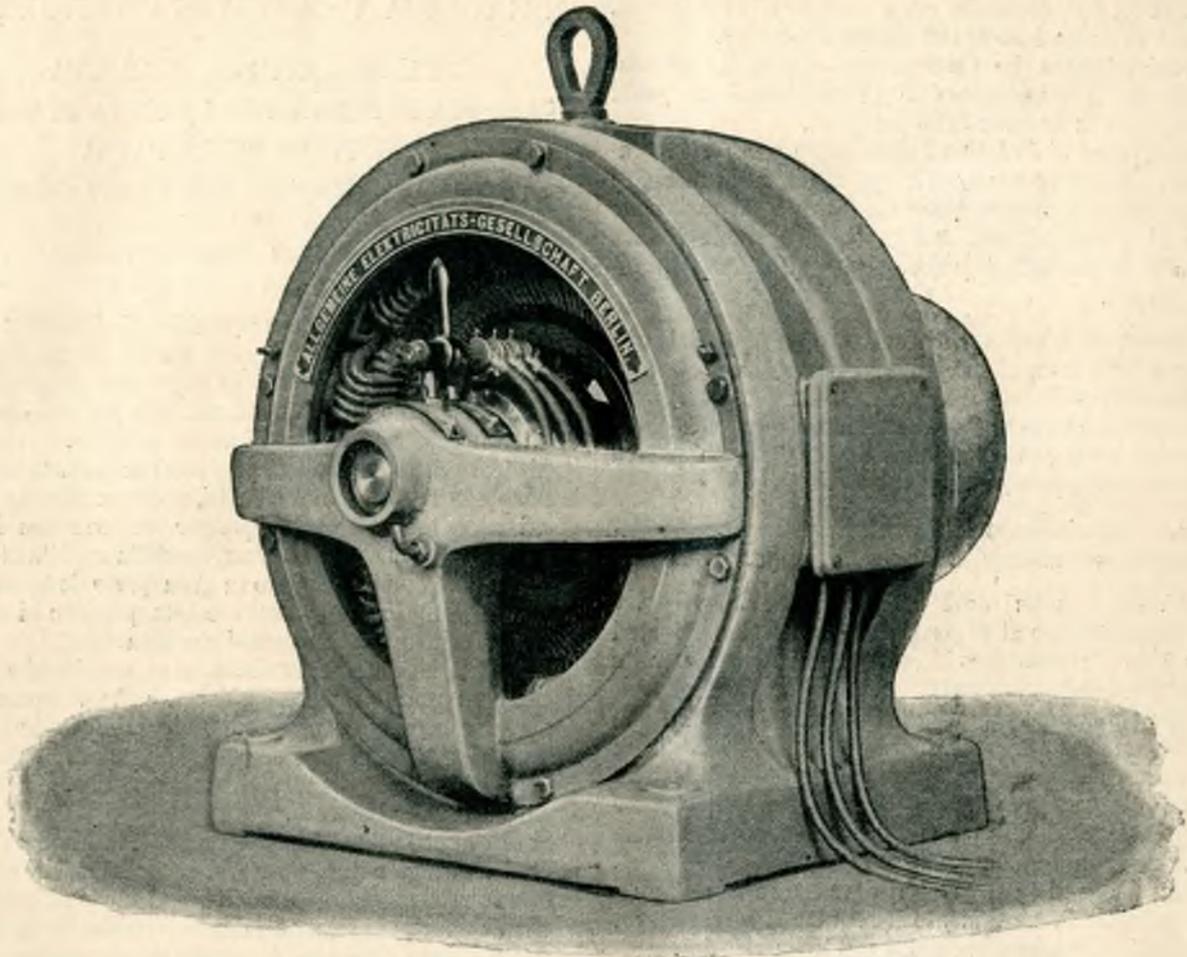


Fig. 24. — Motore elettrico ad alta tensione.

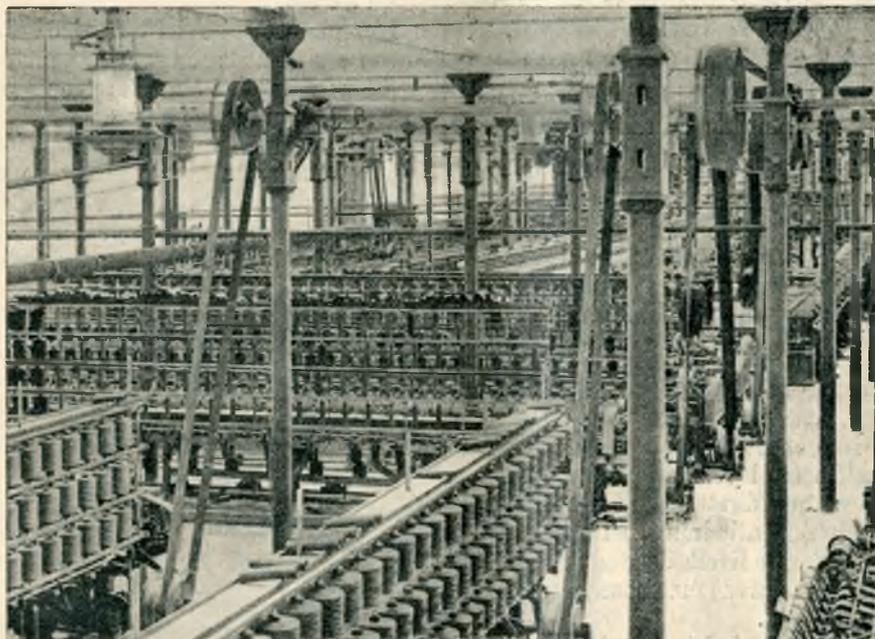


Fig. 25. — Nuova sala di filatura. Fotografia dell'ing. prof. S. Cappa.

a marcia normale, e nel limite del 30% qualora la forza da fornirsi subisca variazioni a sbalzi non superiori al 25%, e ciò sia lavorando una sola turbina, sia lavorando tutte assieme.

Alternatori. — Ogni alternatore deve essere capace di assorbire l'intera forza della relativa turbina e generare la corrispondente corrente trifasica a 3000 volts, 57 ampères con n. 100 di alternanze al secondo e col rendimento non

inferiore al 92 0/0, contando come energia ad esso fornita, la corrente di eccitazione al suo campo magnetico.

Non sarà tollerato che l'alternatore durante il funzionamento ecceda la temperatura di 11 centigradi su quella ambiente, e ciò in nessuna delle sue parti.

Nessun gruppo di turbine ed alternatore potrà avere variazioni di velocità eccedente il 2 0/0 in più od in meno, se in marcia normale, raggiungendo un massimo di variazione inferiore al 4 0/0 nei soli casi in cui la corrente fornita abbia sbalzi di intensità superiore al 40 0/0 della potenzialità del gruppo.

Eccitatrici. — L'eccitazione avrà luogo a potenziale non superiore a 125 volts. Le eccitatrici dovranno presentare un rendimento non inferiore all'85 0/0. La tensione dovrà in ogni caso tenersi costante e lo sbalzo massimo non dovrà mai eccedere, a funzionamento normale, il 3 0/0 in più od in meno da quella prescritta.

Linea. — L'isolamento dei fili, anche nelle giornate piovose, non sarà mai inferiore a 15 megahoms per chilometro.

Motori. — I motori da 200 cav., 150 cav., 50 cav. e 40 cav. funzioneranno al potenziale di 3000 volts, gli altri da 10 e 5 cav. riceveranno la corrente ridotta a 190 volts da apposito trasformatore fisso.

Ogni motore deve essere capace di sviluppare per tre o quattro ore una forza superiore, di circa il 15 0/0 di quella normale, senza che alcuna delle sue parti raggiunga la temperatura di 40° centigradi su quella ambiente, e di reggere per 10 minuti consecutivi un carico doppio del normale senza che ne risenta alcun danno.

La costruzione di tutti i motori deve essere tale da garantire il perfetto funzionamento senza alcuna sorveglianza, purchè si tolleri la variazione del 4 0/0 nella velocità.

Il rendimento dei motori a pieno carico viene fissato non inferiore al 92 0/0 per quelli da 200 cav. e 150 cav.; non inferiore all'85 0/0 per quelli di 50 e 40 cav.; e non inferiore all'80 0/0 per gli altri, comprendendo in questa cifra la perdita dovuta al trasformatore.

Tolleranza nei rendimenti. — Tutti i rendimenti individualmente considerati sono calcolati pel carico massimo ed ammettono il 2 0/0 di licenza in più od in meno.

Rendimento totale. — Il rendimento totale dell'impianto elettrico, dall'asse delle turbine all'asse dei motori, data la linea di 100 mm² di sezione, deve essere dell'80 0/0.

Quando poi l'impianto venisse portato a 1200 cav. coll'aggiunta della terza unità e supponendo l'impiego di altri motori analoghi a quelli provvisti, il rendimento totale sarà circa del 78,7 0/0.

Collaudo. — Il collaudo verrà eseguito da chi e come piacerà alla Manifattura, e si dovrà con esso riconoscere se la Ditta A. E. G. abbia o meno adempito a tutti i suoi impegni verso il committente. I rendimenti delle turbine saranno determinati misurando direttamente il volume di acqua smaltito mediante strumenti idrometrici convenientemente tarati; il salto con apposita livellazione ed il lavoro disponibile sull'albero, mediante il freno dinamometrico Prony-Thiabaud a circolazione d'acqua.

I lavori disponibili sugli alberi dei motori elettrici saranno essi pure misurati direttamente coll'impiego del freno dinamometrico. I rendimenti delle dinamo, della linea, ecc., si misureranno mediante speciali strumenti preventivamente tarati, come suggerisce la scienza e come crederà più conveniente la Commissione incaricata del collaudo.

(Continua).

IDRAULICA PRATICA E COSTRUZIONI

SUL PROGETTO DI CONDOTTA DI ACQUA POTABILE PER LA CITTÀ DI TORINO DAL PIANO DELLA MUSSA

presentato dai signori Ingegneri **Chiaves e Pastore**

Osservazioni dell'Ing. LUIGI MONTEZEMOLO (1)

Premesse. — Io credo che in pochi casi si sieno verificate tante e così gravi delusioni, come quelle che ha subito la città di Torino col progetto, per tanti anni accarezzato, di ricavare dal Piano della Mussa, nell'alta valle della Stura di Ala, una nuova condotta di acqua potabile.

Si diceva che, se si andava a prendere l'acqua potabile tanto lontano e in regione tanto elevata, si aveva però la risorsa di utilizzare questa stessa acqua per produrre una ingente forza motrice, e che il valore ricavato dalla vendita di questa forza motrice avrebbe coperto in gran parte le spese della condotta, in modo che la nuova acqua potabile si sarebbe avuta a Torino gratuita o quasi gratuita.

Lo studio ha dimostrato che la forza motrice che si può ricavare, in pratica è molto ridotta, e che le spese che si devono incontrare per ottenerla sono talmente gravi, che l'acqua potabile del Piano della Mussa quando venisse condotta a Torino non solo non si avrà gratuita, ma si avrà ad un prezzo assai elevato.

Si diceva che allo sbocco del Piano della Mussa, dove la valle si restringe naturalmente, si poteva costruire con facilità una grande diga di sbarramento in modo da produrre a monte un grande lago artificiale che avrebbe costituita una immensa riserva di acqua, da servire sia per mantenere normale l'acqua della Stura nelle epoche di magra, sia per avere costante la forza motrice, e sia finalmente per provvedere, in caso di bisogno, alla deficienza dell'acqua potabile a Torino.

L'esame geologico dei terreni costituenti il Piano della Mussa e gli scandagli eseguiti, hanno dimostrato che la costruzione della diga è assolutamente impossibile, e che, per conseguenza, il famoso e grandioso lago non è che un sogno.

Finalmente si diceva che la condotta d'acqua per Torino sarebbe alimentata non dalle acque superficiali del torrente, che, provenendo dalla fondita dei ghiacciai, nell'estate si intorbidiscono, ma dalle sole sorgenti che si trovano nel Piano della Mussa, le quali scaturiscono dalla roccia viva e

(1) Sul progetto degli ingegneri Chiaves e Pastore, sul quale l'egregio ing. Montezemolo, Direttore dei lavori di costruzione del Canale Ala-Ceres, parla con tanta competenza pratica, per quanto non disgiunta da una certa vivacità, *L'Ingegneria Civile* ha già dato, nel fasc. n. 4 di quest'anno, a pag. 62, una particolareggiata descrizione obbiettiva dell'ing. cav. Crugnola, onde i lettori hanno già potuto farsi da loro stessi un'idea adeguata e del progetto in sé e de' suoi risultati pratici.

Inoltre nel fascicolo n. 9 dell'anno passato, a pag. 143, abbiamo pure obbiettivamente descritto il progetto di condotta a Torino delle stesse sorgenti del Piano della Mussa, che gli ingegneri Ermanno e Roberto Soldati avevano redatto per conto della Società Anonima dell'acqua potabile di Torino, e coll'intento di escludere ogni idea, riconosciuta *a priori* meno conveniente, di utilizzare le acque a scopo di forza motrice, ma cercando così di sviluppare il tracciato colle minori difficoltà e la minore spesa.

Avendosi quindi i precipui elementi di giudizio, è bene, è necessario che questioni di così grave importanza per la città di Torino sieno a dovere discusse, onde *L'Ingegneria Civile* si compiace di vedere, se non altro, nelle brevi e sommarie manifestazioni personali dell'ing. Montezemolo un pratico inizio della discussione.

La Direzione.

sono cosa assolutamente diversa dalle acque superficiali. Si diceva ancora che queste sorgenti erano perenni e talmente abbondanti da superare qualsiasi bisogno.

Le osservazioni hanno dimostrato che queste sorgenti abbondanti nell'estate, si riducono a ben poca cosa nell'inverno; e gli scandagli hanno confermato quello, che si poteva già presumere dalle osservazioni geologiche, e cioè che queste famose sorgenti non sono che lo scolo naturale delle acque che si radunano nel sottosuolo del Piano della Mussa, in modo che l'acqua delle sorgenti ha la stessa origine e la stessa natura di quella che scorre alla superficie.

PROGETTO DEGLI INGEGNERI CHIAVES E PASTORE.

Ad onta di queste delusioni tanto gravi che mutano radicalmente il problema, i signori ingegneri Chiaves e Pastore, con esempio di costanza più unico che raro, e dopo parecchi anni di studio e di fatica, fedeli all'incarico avuto, hanno presentato alla città di Torino negli ultimi mesi dello scorso anno un regolare progetto di condotta d'acqua potabile dal Piano della Mussa, e per cura del Municipio fu dato alla stampa un bell'opuscolo dove è contenuta la loro Relazione al Sindaco, ed a cui sono annessi la planimetria e il profilo della condotta in piccola scala, e le osservazioni geologiche del prof. Sacco.

Quest'opuscolo, che mi è venuto nelle mani soltanto in questi ultimi giorni, se da un lato dimostra lo zelo e l'abilità con cui i signori Chiaves e Pastore hanno adempito all'incarico avuto, e l'abilità non comune con la quale, malgrado tutto, sono arrivati a trovare una soluzione tecnica, dall'altro lato dimostra, a mio giudizio, in modo decisivo che alla città di Torino conviene abbandonare l'idea di avere le acque del Piano della Mussa e rinunciare così ad un bel sogno che disgraziatamente non si può realizzare.

Io mi propongo di fare qui un breve e sommario esame della questione, servendomi esclusivamente dei dati che risultano dalla summenzionata Relazione.

Forza motrice. — I signori ingegneri Chiaves e Pastore hanno tracciato il loro acquedotto in modo che ne risultano tre salti che potrebbero essere utilizzati come forza motrice.

Noto che gli Autori trascurano un primo e notevole salto che si ha presso l'origine dell'acquedotto, ed io credo che abbiano piena ragione perchè la forza motrice a quell'altezza non avrebbe in pratica alcun valore. Così restano soli tre salti, il primo nel Comune di Ala che è il più considerevole; il secondo nel Comune di Ceres con forza media, ed il terzo, il più piccolo, nel Comune di Germagnano.

La forza motrice complessiva di questi tre salti è calcolata da 2000 a 3000 cavalli circa, secondo la maggiore o minore portata che avrà l'acquedotto, e il valore venale di essa è indicato dagli Autori da lire 600 000 a lire 1 300 000, ossia in ragione di un massimo di 400 lire e di un minimo di 300 lire per cavallo.

Io non voglio contestare che questa forza motrice, anche divisa in tre parti di cui la principale lontanissima, possa essere venduta; ma osservo che perchè essa possa essere vendibile bisognerebbe che fosse effettiva e reale, e non soltanto potenziale.

In altri termini, gli Autori si limitano ad interrompere il loro acquedotto mediante un salto a gradoni, ma il supposto compratore, per rendere la forza motrice da potenziale a reale, dovrà cominciare per comperare il suolo, poi costruire la camera di carico e farsi una condotta forzata, e finalmente fabbricare un edificio motore e provvedere le macchine.

Ora, a mio giudizio, quella forza motrice semplicemente potenziale non è vendibile, ed in altre parole, e senza entrare

in particolari e senza discutere le basi dei calcoli dei signori ingegneri Chiaves e Pastore, io credo di poter affermare che: o si deve aggiungere al loro preventivo delle spese la somma che sarà necessaria per trasformare la forza motrice da potenziale a reale, o si deve dare a questa forza un valore assolutamente minimo.

Tornerò su questo argomento, ma intanto credo di poter fin d'ora confermare che l'idea che la vendita della forza motrice potesse coprire anche una piccola parte delle spese della condotta, non era che un sogno.

Diga e lago della Mussa. — La grande diga che si credeva di poter costruire facilmente per ridurre il Piano della Mussa in un grande serbatoio, e ristabilire, ad un livello superiore, il lago che esisteva nelle epoche geologiche, è stata dimostrata assolutamente impossibile.

Questa diga dovrebbe essere fondata in un terreno morenico ed alluvionale di cui nemmeno con le trivellazioni spinte alla profondità di 80 metri si è trovato il fondo, che per induzioni geologiche si suppone che si trovi a profondità molto superiore ai 100 metri. Ed io non posso non unirmi al parere degli Autori e dire che, anche prescindendo dalle considerazioni della spesa, la costruzione presenterebbe difficoltà tali da doversi assolutamente rinunciare a tale idea.

Gli Autori si domandano se, data questa impossibilità, si possa fare un lago artificiale più a valle, ma finiscono col riconoscere che anche questo è impossibile.

Sorgenti del Piano della Mussa — Le tanto decantate sorgenti del Piano della Mussa che si dicevano abbondantissime e costanti, oscillano invece nella loro portata da un massimo alquanto superiore ai 1000 litri al minuto secondo, ad un minimo di soli 80 litri.

E si noti che questo minimo, che risulta dalle osservazioni fatte dall'Ufficio tecnico municipale di Torino, è la media di un mese, per cui si può affermare che il minimo assoluto sarà anche notevolmente inferiore a quello notato.

Inoltre è stato smentito in modo assoluto da esperimenti, che le misteriose e purissime sorgenti del Piano della Mussa scaturienti dalla roccia viva, siano cosa essenzialmente diversa dalle acque della Stura che scorrono alla superficie.

Queste sorgenti non sono altro che lo scolo dell'acqua che si immagazzina nell'ingente ammasso morenico e alluvionale che costituisce il sottosuolo del Piano della Mussa, e la sola diversità che corre fra l'acqua delle sorgenti e quella della Stura, è che la prima è naturalmente filtrata passando attraverso agli strati sabbiosi del sottosuolo e diventa limpida. Se si filtrasse artificialmente l'acqua superficiale, essa diverrebbe assolutamente identica a quella delle sorgenti.

Proposte per la presa d'acqua. — I signori ingegneri Chiaves e Pastore dovendo rinunciare in modo assoluto al lago artificiale, e dovendo per altra parte compiere l'incarico avuto di derivare l'acqua dal Piano della Mussa, hanno pensato che l'enorme ammasso di terreno morenico e alluvionale, che costituisce il Piano della Mussa, poteva esso stesso essere considerato come un naturale serbatoio o magazzino d'acqua, che poteva fino a un certo punto far le veci del lago artificiale.

Teoricamente il concetto è giusto. Se questo terreno nella stagione della fondita dei ghiacciai assorbe una gran quantità d'acqua per poi smaltirla dalle sorgenti, evidentemente si può considerare come un serbatoio naturale dal quale si può fare la presa d'acqua per l'acquedotto di Torino.

Faccio però le mie riserve sul calcolo che gli Autori tentano di stabilire per dedurre che l'acqua che può essere contenuta in quel serbatoio naturale si eleva a mc. 1 800 000. Questo non è, secondo me, che una pura ipotesi.

Stabilito, ad ogni modo, che l'acqua per il nuovo acquedotto di Torino si debba prendere nel serbatoio naturale che è costituito dal sottosuolo del Piano della Mussa, i signori ingegneri Chiaves e Pastore propongono di scavare una galleria a notevole profondità sul lato sinistro. Questa galleria sarebbe scavata nella roccia viva, ma con parecchie finestre laterali verrebbe ad essere messa in comunicazione col sottosuolo, che così cederebbe l'acqua della quale si trova impregnato. Con opportuni regolatori, gli Autori sperano di ottenere in questo modo una portata maggiore e più costante di quella delle sorgenti naturali le quali naturalmente verrebbero ad essere disseccate.

Tutto ciò detto teoricamente e messo sulla carta può stare; ma, anche mantenendomi sempre nel terreno teorico, non posso non notare che ci troviamo in presenza di diverse incognite.

In primo luogo, non sappiamo se le acque prese a quella profondità saranno ugualmente ben filtrate come quelle che vengono a scaturire naturalmente dalle sorgenti alla superficie del suolo, dappoichè è noto che in alcuni dei fori di saggio praticati si sarebbero incontrati strati di limo. Ma anche ammettendo che ci arrivassero bene filtrate, nessuno può garantire che dopo pochi anni non diventino torbide.

L'esempio lo abbiamo nei filtri artificiali, i quali, per mantenere costante la purezza dell'acqua, periodicamente devono essere rinnovati.

In secondo luogo, se io ammetto che internandosi nel sottosuolo vi sia la probabilità di ottenere una portata d'acqua maggiore e meno intermittente, credo che nessuno possa garantire che questa maggior portata e questa minore intermittenza si mantengano costanti per molti anni.

E anche per questo non mancano degli esempi, e mi limito a citare l'esempio di molti pozzi artesiani, i quali, coll'andar del tempo, hanno diminuito di molto la loro portata, nonostante che siano stati diligentemente e ripetutamente espurgati.

Ma lasciando da parte ogni discussione teorica, e venendo al lato pratico, io dico subito che questa galleria di presa, come venne progettata dai signori ingegneri Chiaves e Pastore, in pratica non si può eseguire.

Infatti, si tratta di una galleria a foro cieco, della lunghezza di 1200 metri, scavata nella roccia viva. La natura della roccia, come risulta dalla bella Monografia del professore Sacco, è serpentinosa, ma egli si affretta ad aggiungere che in quel punto questa roccia è a grana talmente fina e compatta che si deve prevedere che sarà assai più resistente allo scavo che le rocce simili che si trovano nel rimanente della valle.

Dato ciò, e dati gli esempi che si sono avuti in altre gallerie scavate ultimamente nella stessa valle, supponendo che la galleria in parola, per non fare spese d'impianto eccessive in riguardo alla sua importanza, si voglia scavare con i mezzi ordinari, non si può contare che su di un avanzamento giornaliero di soli m. 0,15 o al massimo m. 0,20. E così, tenendo per buono anche questo massimo, per arrivare al compimento della galleria occorrerebbero non meno di sedici anni e mezzo!

Nè si creda che, ricorrendo alla perforazione meccanica, si potrebbe ottenere un notevole risparmio di tempo. Infatti, come osserva molto giustamente il signor professore Sacco, la difficoltà e la lentezza dello scavo, non dipende tanto dalla difficoltà di fare i buchi delle mine, quanto più dal poco effetto utile che viene prodotto dallo scoppio delle mine stesse.

E ciò, senza contare che l'impianto delle perforatrici meccaniche, non si può fare in una sola campagna, che a quell'altezza si riduce a soli quattro mesi, onde per il solo im-

pianto dei mezzi meccanici di perforazione occorreranno due anni o poco meno.

Ma voglio ammettere per un momento anche l'impossibile, e voglio ammettere che ad onta di ogni spesa questa galleria si sia compiuta. Ma e le finestre che devono mettere la galleria in diretta comunicazione col sottosuolo, come si faranno? Come si provvederà alla sicurezza degli operai quando queste finestre raggiungeranno gli strati acquiferi?

Dunque, senza che io mi dilunghi in altre considerazioni, mi pare di poter affermare che questa galleria progettata dai signori ingegneri Chiaves e Pastore, che messa sulla carta sta tanto bene e pare una geniale trovata, si avvia per la strada che conduce al regno dei sogni, strada sulla quale l'hanno preceduta e il lago artificiale con la sua diga e le famose sorgenti che scaturiscono dalla roccia viva e l'acqua data gratuitamente o quasi a Torino.

Forse per emungere il sottosuolo del Piano della Mussa, si potrebbe ricorrere ad altri mezzi meno incerti della galleria progettata. Ma poichè gli Autori non ne parlano, così credo di non doverne parlare nemmeno io, tanto più che sempre si andrebbe incontro a grandi spese con esito incerto.

Portata della condotta. — Io mi ricordo di aver sentito a dire alcuni anni fa (e credo sia stato anche dichiarato in modo ufficiale), che prendendo 600 litri d'acqua dalle sorgenti del Piano della Mussa per portarle a Torino, se ne sarebbe ancora gettata molta in rifiuto.

Poi questa portata, negli ultimi anni, veniva limitata a soli 500 litri, ed ora i signori ingegneri Chiaves e Pastore la limitano ancora, e prendono come portata massima quella quantità che secondo la Commissione consultiva municipale doveva considerarsi invece come un *minimum*, ossia si riducono a considerare un *maximum* di 400 litri.

Anzi, essi, per mettere come si dice le mani avanti, fanno notare che il consumo dell'acqua potabile in una città è naturalmente minore nell'inverno che nell'estate, e che mantenendo la portata dell'acquedotto a 400 litri nei mesi estivi, si potrebbe, senza danno per Torino, limitarla a soli 250 litri nei mesi invernali.

Ad ogni modo essi, in esecuzione del mandato ricevuto, progettano la loro condotta per 400 litri, sperando con le opere progettate per la presa, di ottenere questa portata costante. Ma, come dicemmo già, anche questa portata di 400 litri non sarebbe per ora che una loro speranza.

Andamento generale della condotta. — Espongo qui, il più concisamente che mi sia possibile, l'andamento generale della condotta, quale risulta dal progetto dei signori ingegneri Chiaves e Pastore.

Dopo la galleria della presa, che ha la lunghezza di m. 1200 e della quale ho parlato più sopra, e che comincia alla quota di m. 1680, viene quasi subito un'altra galleria a grossi gradoni della lunghezza di m. 985, e poi con altri gradoni all'aperto si arriva alla progressiva 5000 circa ed alla quota di m. 1350. Da questo punto, dove è progettata una vasca con scaricatore, comincia l'acquedotto normale.

L'acquedotto, con la pendenza costante del 2 0/100, si mantiene sempre sulla sponda sinistra della valle, ed a misura che si procede si eleva sempre di più sul fondo. È una successione quasi continua di gallerie, che variano da 40 fino a 480 metri di lunghezza, e si arriva alla progressiva 12 000, dove si ha un gran salto di m. 391 nella località denominata Pian Soletti in territorio del Comune di Ala.

Fatto questo salto, l'acquedotto riprende il suo andamento normale, e con una seconda serie di gallerie, delle quali la maggiore ha m. 502 di lunghezza, si arriva alla

progressiva 19 000, dove si ha il secondo salto di m. 258 presso l'abitato di Ceres.

Dopo il secondo salto, abbiamo un gran ponte-canale, e quindi l'acquedotto riprende il suo andamento regolare con una terza serie di gallerie, di cui la più lunga è di m. 704, ed arrivati alla progressiva 29 500, si ha il terzo salto di m. 173 presso il villaggio di Germagnano.

Di qui una quarta serie di gallerie, di cui la maggiore ha m. 240 di lunghezza, e si arriva alla progressiva di m. 33 000 in territorio di Cafasse alla quota altimetrica di 425 metri.

In totale, su di uno sviluppo di 33 000 metri, si ha una lunghezza complessiva di gallerie di m. 14 276.

È notisi inoltre che, affinché l'acqua di colà arrivi a Torino, occorre ancora un secondo tronco di circa 25 chilometri, ma il mandato affidato ai signori ingegneri Chiaves e Pastore si limitava al tronco più difficile nella regione montuosa. Il secondo tronco, nella pianura da Cafasse a Torino, sarà oggetto di altro progetto.

Tipo della condotta. — La condotta progettata è essenzialmente costituita da due tubi di cemento, coll'asse interno verticale di m. 0,87, e l'asse interno orizzontale di m. 0,54.

Questi tubi, secondo il progetto, dovranno essere fabbricati direttamente sul luogo e saranno collocati uno per parte in un cunicolo rettangolare di m. 2,25 di larghezza per m. 1,90 di altezza; in modo che nel mezzo resti spazio sufficiente pel passaggio, onde poter esercitare la necessaria sorveglianza.

Le gallerie e le trincee in roccia non saranno rivestite che nei soli punti ove se ne veda la necessità.

L'acqua nei tubi scorre a pelo libero, e in caso di guasto un solo tubo può bastare a dar passaggio a tutta la portata, e cioè a 400 litri al minuto secondo.

Computo della spesa. — Io non conosco nè le analisi, nè i computi presentati dai signori Chiaves e Pastore, ma dalla Relazione data alla stampa rilevo che la spesa totale dell'opera viene preventivata nella somma di L. 7 750 000.

Così, per una lunghezza complessiva di metri 33 000, si viene ad avere il prezzo medio di L. 234,50 per m. lineare.

Sebbene a me manchino i dati per discorrere con piena conoscenza dei prezzi, tuttavia non esito ad affermare che la somma preventivata dagli Autori del progetto è di gran lunga inferiore a quella che si spenderebbe nell'eseguirlo.

Ho già parlato della galleria della presa, e sebbene io ne abbia parlato in modo conciso e sommario, credo che tutti, e gli stessi Autori del progetto, riconosceranno che in pratica non si dovrebbe nemmeno tentare di eseguirla. Che se a qualunque costo la si volesse proprio eseguire, bisognerebbe allora preventivare per essa una somma assolutamente fantastica.

Ma lasciando pur da parte questa galleria, non si può non riconoscere che tutto il lavoro di questo acquedotto è enormemente difficile, sia per se stesso, sia specialmente per la grande altitudine a cui si dovrebbero eseguire i lavori.

Io credo che gli Autori non si siano reso abbastanza ragione del fatto, che i prezzi dei lavori crescono con una scala molto rapida col calare della colonna barometrica. I trasporti sulla strada comunale Lanzo-Balme sono già difficilissimi e carissimi, perchè si deve montare più di 1000 metri, ma quando ci scostiamo dalla strada, ed i trasporti si devono fare a spalla, le spese non hanno più alcun confine.

Io non voglio citare che un solo esempio. La sabbia per le murature non si trova che qui e là nel letto del torrente, e di là bisogna sollevarla all'altezza vertiginosa alla

quale è tracciato l'acquedotto. Fra i chilometri 10 e 12, per esempio, quell'altezza si eleva a circa 500 metri.

Io credo che in queste condizioni il prezzo medio della sola sabbia non sarà inferiore alle 30 lire.

Ma oltre la gravissima questione dei trasporti, molte altre cause concorrono ad elevare i prezzi dei lavori fatti in queste condizioni. Il clima che non permette di lavorare che in pochi mesi dell'anno, la lontananza a cui si trovano le abitazioni, la necessità di stabilire molti cantieri, e mille altre circostanze fanno crescere a dismisura le spese generali.

Soprattutto bisogna tenere conto della lentezza colla quale procederanno i lavori per la estrema durezza della roccia che si deve scavare nelle trincee e specialmente nelle gallerie. E qui mi sia lecito di citare la esperienza che ho acquistata nei lavori che si eseguirono fra Ala e Ceres. In molte gallerie, lavorando 24 ore al giorno ed impiegando acciaio speciale per le barre da mina, e dinamite di primissima qualità, pure l'avanzamento giornaliero non è stato che di soli m. 0,17, dico *diciassette centimetri*.

Non intendo di entrare in particolari perchè, come dissi, non conosco le analisi fatte dagli autori; ma mi sia lecito di citare ancora la costruzione dei tubi di cemento che è sempre una operazione molto delicata e costosa quando si fa in città. Nelle nostre condizioni questi tubi verranno ad avere un prezzo enorme poichè, per arrivare a piè d'opera, bisogna trasportare *tutto* a spalla, e in molti siti si dovrà trasportare anche l'acqua.

Volendo ad ogni modo formarmi un concetto della spesa che importerebbe la esecuzione dell'opera, come venne progettata dai signori ingegneri Chiaves e Pastore, ho cercato di istituire un calcolo sommario e mi sono convinto che la spesa preventivata dagli autori in L. 7 750 000 deve essere portata circa a L. 12.000.000 e la spesa media del metro lineare da L. 234,50 a circa L. 360.

Bene inteso che io non ho tenuto alcun conto della galleria della presa perchè la credo una utopia. Non ho nemmeno tenuto conto di lavori imprevisi che disgraziatamente non mancano mai in costruzioni così grandiose come quelle progettate.

Ma comunque, ammettendo pure che con 12 milioni si possa fare l'acquedotto dall'origine fino al chilometro 33, ed aggiungendo la spesa di circa 25 chilometri di condotta forzata da Cafasse a Torino, le spese nell'interno della Città, si vedrà che la famosa acqua del Piano della Mussa, invece di arrivare a Torino gratuita o quasi gratuita, vi arriverà invece a prezzo molto elevato.

Questione legale. — I signori ingegneri Chiaves e Pastore, sebbene si dichiarino incompetenti nella questione legale, tuttavia, vista l'importanza di essa, non hanno creduto di passarvi sopra senza accennarla, e citando e commentando alcuni articoli del Codice civile, hanno creduto di poter risolvere la questione in modo completamente favorevole alla città di Torino.

A me pare che sia bene che anche io dica qui in che cosa consista questa questione legale.

La città di Torino si è resa proprietaria di tre fondi al Piano della Mussa nei quali esistono le principali sorgenti che sorgono in quel piano.

Si tratta di sapere se la città di Torino possa liberamente usare di queste acque deviandole dal loro deflusso naturale e trasportarle con acquedotto a Torino. E nel caso che rinunciando a queste sorgenti, come propongono i signori ingegneri Chiaves e Pastore, si facciano o gallerie o altri lavori per ricavare le acque del sottosuolo del Piano della Mussa, si tratta di sapere se la città di Torino possa ancora liberamente trasportarsele a Torino col suo acquedotto.

A mia volta io mi dichiaro incompetente in questa questione, e mi guarderò bene dall'imitare l'esempio degli Autori e di presumermi di sapere risolvere una questione tanto delicata.

Solo mi limito a notare che non tutti la pensavano come la pensano ora i signori ingegneri Chiaves e Pastore. Poichè, quando si proponeva di formare il famoso lago artificiale, lo scopo principale era appunto quello di restituire al corso della Stura durante le magre invernali, l'acqua che veniva distratta dall'acquedotto di Torino, e ciò allo scopo di impedire i reclami degli utenti inferiori.

Ad ogni modo io ritengo che la città di Torino, dopo di avere subito tante delusioni per questo suo acquedotto, non possa illudersi di evitare una grossa lite per parte degli utenti inferiori del corso della Stura, e credo che, sull'esito che potrebbe avere questa lite, nè io, nè altri ingegneri possiamo fare pronostici.

Altri progetti. — I signori ingegneri Chiaves e Pastore, che naturalmente devono essere orgogliosi del loro progetto e che dopo tanto lavoro e tanta fatica, devono provare per esso un legittimo amor paterno, pur tuttavia non possono fare a meno di riconoscere lealmente, verso la fine della loro Relazione, che le enormi difficoltà incontrate nel loro tracciato sono in grandissima parte dovute all'essere il tracciato stesso legato alla produzione della forza motrice e facendo quindi, a mo' di Saturno che divorava i proprii figli, con una brevissima considerazione finale si rimangiano il loro progetto.

Ed infatti essi si domandano se veramente fosse il caso, per produrre una forza motrice che non ha che il valore di un milione e forse meno, di tenere un tracciato tanto difficile e tanto costoso, mentre invece con un tracciato libero e senza curarsi della produzione della forza motrice, si sarebbe potuto ottenere una economia assai maggiore del valore di questa forza.

Evidentemente questa domanda è giustissima, e fa molto onore agli Autori che l'hanno lealmente esposta.

Ma qualunque sia il giudizio che altri potrà dare sulle considerazioni che io ho esposte, credo che nessuno possa sostenere che la forza motrice, come risulta dal progetto in esame, possa avere il valore che le è attribuito dagli Autori. D'altra parte credo pure che nessuno potrà sostenere che il preventivo di L. 7 750 000 possa bastare a compire un'opera tanto grandiosa e difficile.

Dunque, è troppo evidente che il progetto ora presentato dai signori Chiaves e Pastore non deve fare altro che passare agli archivi, dove resterà come documento del diligente e improbo lavoro eseguito e del coraggio e dell'abilità con la quale si sono affrontati tutti i più difficili problemi.

Se si vuole assolutamente andare a prendere l'acqua al Piano della Mussa, la sola cosa ragionevole e pratica è di lasciare gli ingegneri incaricati del progetto, completamente liberi nella scelta del tracciato, rinunciando completamente alla produzione di forza motrice. In questo modo si perderà la forza viva dell'acqua con successive e opportune cascate, e il tracciato tenuto nel fondo della valle o presso alla strada comunale, eviterà tutte o gran parte delle gallerie con grandissima economia.

Ma io vado molto più in là, e mi domando perchè mai si debba andare a prendere l'acqua tanto lontano e con tanta spesa, per avere poi una manutenzione costosa e pericolosa di un acquedotto di circa 60 chilometri.

Io capisco che è molto doloroso per tutti coloro che per tanti anni hanno elevato degli inni alle sorgenti del Piano della Mussa, il ricredersi e riconoscere che il progetto di condurle a Torino non è stato che un sogno. Ma i fatti sono

più forti di tutte le poesie, e una volta che è dimostrato che è impossibile di fare il famoso lago, una volta che bisogna rinunciare alla forza motrice, una volta che si è provato che le acque delle decantate sorgenti non sono altro che le stesse acque della Stura, domando io come mai la città di Torino debba ostinarsi ad andare a cercare le acque tanto lontano e con tanta spesa, mentre le può avere molto più vicine e di eguale qualità.

È cosa nota che nel grande piano inclinato che intercede fra la città di Torino e il Comune di Lanzo esistono acque sotterranee in grande abbondanza.

Gli stessi ingegneri Chiaves e Pastore, che naturalmente dovrebbero essere gelosi del loro progetto e delle acque del Piano della Mussa, pur tuttavia non possono non riconoscere il fatto, e a pagina 20 scrivono:

« L'acquedotto, destinato a congiungere a Torino le acque » dell'alta valle della Stura d'Ala, nel terreno compreso fra » lo sbocco delle valli di Lanzo e la Città, verrebbe ad at- » traversare una regione nella quale si incontrano acque » sotterranee di buona qualità..... ».

Ed io aggiungo che queste acque sotterranee, le quali in qualche punto affiorano naturalmente sul suolo attuale, sono assolutamente identiche a quelle del Piano della Mussa; anche esse provengono dalla fondita delle nevi e dei ghiacciai dei monti, anche esse sono naturalmente filtrate dalle ghiaie e dalle sabbie del sottosuolo.

A me pare cosa assolutamente strana che, avendo la fortuna di avere quelle medesime acque buone ed abbondanti in vicinanza della Città, si voglia andarle a cercare invece tanto lontano.

Le acque che affiorano naturalmente, possono essere prese con grande facilità, e se queste non bastano, si possono fare una o più gallerie di assorbimento che raccolgano tutte le vene sotterranee.

Non è mio compito di entrare a discutere di progetti nuovi, ed anzi dichiaro che avrei anche evitati questi pochi cenni, se non me ne avesse dato occasione la lettura della Relazione degli ingegneri Chiaves e Pastore.

Ma quello che mi preme di dire, concludendo, è che il Municipio di Torino potrà forse destinare utilmente le proprietà acquistate al Piano della Mussa per stabilirvi una colonia alpina o uno stabilimento climatico, ma dovrà rinunciare in modo definitivo a derivare un nuovo acquedotto di acqua potabile dal Piano della Mussa.

Ceres, li 23 marzo 1901.

Ing. LUIGI MONTEZEMOLO.

NOTIZIE

La Mostra degli strumenti di topografia all'Esposizione di Parigi. — Questa Mostra era situata al Campo di Marte nel grande Padiglione destro ed era compresa nella classe 15^a del gruppo III sotto il titolo di Strumenti e procedimenti generali delle lettere, scienze ed arti.

La Sezione francese che, naturalmente, ne costituiva la parte principale per il gran numero di espositori, era posta al pian terreno a sinistra di chi entrava per la porta principale presso alla Torre Eiffel. In quanto alle Sezioni straniere, esse erano sparse nei reparti delle varie nazioni o nei padiglioni speciali.

Nel gruppo VI, classe 8^a, sotto il titolo di Materiali e procedimenti del Genio Civile, si vedevano pure alcune vetrine di strumenti topografici, fra cui quelli delle nostre Case italiane Salmoiraghi di Milano e Spano di Napoli, colà messi quali strumenti adoperati nei lavori catastali, ed invano si sarebbero cercate le Mostre di queste due Ditte nella classe 15^a.

Questa distribuzione così sparsa degli strumenti di topografia, e, come questi, degli strumenti di precisione in generale, non era fatta certamente per rendere facile al visitatore uno studio accurato, né si potevano fare gli opportuni confronti tra le varie Case costruttrici ed i vari strumenti, confronti utili in ogni caso per far conoscere

dove sta il meglio, confronti che più a ragione si possono fare con certa scienza in queste grandi esposizioni. Un'altra circostanza che rendeva meno facile questo studio era l'aver fatto una categoria sola di tutti gli svariatissimi strumenti di precisione, comprese anche le macchine a coniar monete e medaglie, mentre se si fosse raggruppati in una sotto-classe tutto ciò che riguardava la topografia, per esempio, unitamente alla Geodesia ed Astronomia, riunendo alla Sezione francese anche quelle straniere, si sarebbe più facilmente raggiunto il doppio scopo di queste grandi esposizioni, cioè lo scopo commerciale nel porgere all'espositore il modo di far conoscere la propria merce, e quello che diremo scientifico, di rendere facile a chi visita lo studio e l'esame coscienzioso di quanto è esposto.

*

La Francia in questo ramo di strumenti di precisione era largamente rappresentata, poichè circa sessanta furono gli espositori, dei quali 6 erano privati, due ministeri (quello della Guerra e dei Lavori Pubblici), un istituto scientifico, l'Osservatorio di Besançon. Non possiamo conoscere le cause per le quali a questa esposizione abbiano preso così poca parte i Dipartimenti (dei 70 espositori soltanto dieci erano quelli fuori di Parigi), mentre in questi vi sono pure delle buone Case costruttrici; nè meno ancora ci sappiamo spiegare perchè non vi abbiano partecipato gli Istituti scientifici, i quali avrebbero potuto, con il loro contributo, rendere importantissima questa esposizione specialmente dal lato storico e retrospettivo, come avvenne all'Esposizione di Torino del 1898.

Moltissimi i tacheometri ed i teodoliti esposti dalle varie Case, a cominciare dai minuscoli strumenti così detti da tasca che hanno forma di veri tacheometri lillipuziani con relativa cassetta e treppiede (di utilità pratica alquanto dubbia) agli ottimi strumenti di rilievo di grande modello delle migliori Case Parigine, come Morin e Gensse, Échassoux, Tavernier-Gravet, Huet L., ecc. Molti e di varia foggia i teodoliti bussola per il rilievo sotterraneo, i grafometri e gli strumenti per il rilievo speditivo.

Tutte le Case poi presentarono molti tipi di livelli fra i quali naturalmente prevalevano i tipi Egault e Lenoir. Molti ancora erano i livelli a livella invertibile: per la massima parte avevano incisi sulle braccia della livella e sul cannocchiale i numeri 1 e 2 per la opportuna corrispondenza nel fare le due letture con livella e cannocchiale invertiti, il che equivale con minor perdita di tempo a fare le quattro letture.

In generale si può dire che gli strumenti erano per la maggior parte di uso corrente, livelli e tacheometri per la topografia ordinaria, pochi invece gli strumenti per le operazioni di precisione, nella cui costruzione e finitezza di lavoro si può ammirare la valentia dei vari costruttori. Tra i livelli ricorderemo un nuovo tipo di livello Goulier, a livello e cannocchiale mobile senza vite di elevazione e che obbliga l'inversione del cannocchiale quando si inverte la livella e ciò mediante un piccolo disco applicato alla livella, munito di un foro laterale il quale entra in un piuolo fisso al cannocchiale.

La Casa Échassoux tra i molti teodoliti ordinari, bussole ed eclimetri, presentava un apparecchio fotografico costituito da un cubo metallico di circa 15 cm. di lato girevole attorno ad un asse orizzontale. La faccia anteriore del cubo portava l'obiettivo, quella posteriore la lastra sensibile. Questo strumento aveva un basamento ordinario a tre viti ed era munito di cerchio orizzontale e verticale. Esso serviva specialmente a determinare l'altezza delle nuvole, ed era stato fornito agli Osservatori delle Indie Inglesi.

Il Champigny, assieme ad una collezione di lenti aplanetiche, micrometri ed altri oggetti attinenti all'ottica, presentava un telemetro auto-calcolatore, un tacheometro auto-riduttore ed un pantometro auto-calcolatore: quest'ultimo è costituito da una piccola cassetta parallelepipeda nella quale sono opportunamente disposti alcuni specchi la cui posizione relativa è nota. Crediamo che il suo uso consista nel far coincidere le due immagini formate dalle due coppie di specchi una fissa e l'altra mobile. Questo strumento è portato da un basamento a tre viti e dà gli angoli orizzontali in gradi e gli angoli verticali mediante le loro tangenti: questo strumento può essere classificato intermedio fra i telemetri ordinari e gli strumenti auto-riduttori di precisione.

Più interessante è il tacheometro auto-riduttore del Champigny, il cui brevetto fu ceduto alla Casa Morin di Parigi che lo costruisce. Questo tacheometro dà, mediante la semplice lettura di due fili del micrometro, la distanza ridotta all'orizzonte e le altezze col proprio segno. Il tacheometro è disposto in modo che si può fare uso di due rapporti diastimetrici colla medesima coppia di fili, cioè il rapporto 25 e 50. Si passa dall'uno all'altro coefficiente mediante l'inversione del cannocchiale. Probabilmente con questo movimento si sposta nell'interno del cannocchiale una lente, la quale fa variare la distanza focale del sistema, poichè il micrometro è costituito da incisioni fatte sulla lente anteriore dell'oculare. Il coefficiente 50 serve solo alla misura delle distanze ed è conveniente per misure superiori a 25 volte le dimensioni della mira e quindi per distanze maggiori di

100 metri (ritenendo come mira ordinaria quella di 4 metri) È a deplorare che non si possa in questo caso fare uso del coefficiente più piccolo, chè qui appunto tornerebbe il maggiore vantaggio. Una nota esplicativa, che era unita allo strumento, riferiva che l'errore medio nella determinazione delle distanze non supera il quarto di centimetro a 100 metri. La precisione nella determinazione delle altezze è uguale a quella che si ottiene col calcolo, quando l'angolo verticale è misurato con un'approssimazione di mezzi primi. La livella sul cannocchiale permette di fare la determinazione delle altezze con maggiore precisione, quando queste siano piccole. Benchè auto-riduttore il tacheometro è munito del cerchio verticale, il quale può essere mobile col cannocchiale e quindi servire alla misura delle distanze zenitali, mediante un innesto con un piccolo bottone mosso a mano. Può quindi questo strumento funzionare come teodolite ordinario. Il cerchio orizzontale ha un diametro di 0,19, è in bronzo con le divisioni in argento. Una particolarità di questo strumento consiste nel poter fare le letture sia al cerchio orizzontale che al verticale senza muoversi dall'oculare del cannocchiale come avviene, per esempio, nel livello Barthélemy, e ciò mediante oculare spezzato. L'istrumento porta due nonii tanto al cerchio verticale che all'orizzontale ed è munito di bussola per l'orientamento. Quando si collima ad un punto bisogna fare una coppia di letture per avere la distanza all'orizzonte, indi manovrando a mano una manovella che può prendere due posizioni a 90° si fanno altre due letture per avere le altezze. Non ci fu dato di conoscere ulteriormente questo strumento e come funzioni il suo meccanismo che pare assai complicato e quindi anche delicato. Questo tacheometro fu giudicato degno della *medaglia d'oro* dalla Società di incoraggiamento per l'Industria nazionale. Ha però il grave difetto di costare 3500 lire.

Un altro tacheometro, che si dice anche autoriduttore, è quello del signor A. Charnot, costruito pure dalla Casa H. Morin e Gensse. Questo strumento è in realtà un clisgonimetro: il cannocchiale può rotare attorno il suo asse meccanico, vi può essere sovrapposta la livella, ed è pure munito di un settore circolare per le misure delle distanze zenitali. Veramente questo strumento non è un autoriduttore nello stretto senso della parola, ma semplicemente un riduttore. Il principio su cui è fondato è il seguente: si immagini il cannocchiale perfettamente orizzontale ed un'asta a 90° col cannocchiale stesso; essa in questo caso sarà perfettamente verticale e sopra un regolo orizzontale fisso nella parte inferiore dello strumento si legga 0; quando l'asse ottico fa coll'orizzonte un angolo α , l'asta farà lo stesso angolo colla verticale, e sul regolo orizzontale si potrà leggere la tangente di quest'angolo. È evidente che se il regolo orizzontale è così graduato, che la più piccola divisione sia una parte nota della distanza tra il regolo stesso e l'asse di rotazione del cannocchiale; la distanza orizzontale tra lo strumento e la stadia sarà data moltiplicando la parte di stadia compresa fra due letture consecutive per il numero letto sul regolo; le altezze poi saranno proporzionali alle letture fatte sul regolo stesso. Un corsoio, con opportuno meccanismo a molla spirale, porta due nonii, che permettono di distinguere gli angoli di elevazione da quelli di depressione. L'istrumento è pure munito di un cerchio orizzontale nascosto e la lettura si fa mediante nonii. Esso è portato da un solido basamento ordinario a tre viti, ed è provvisto di bussola.

L'autore afferma che questo tacheometro rimedia a tutti gli inconvenienti che si possono verificare nel rilievo ordinario. Esso dà senza calcolo alcuno, con un'approssimazione di circa un decimillesimo (!), sia la distanza orizzontale, sia l'inclinazione del terreno. Può essere soppressa la stadia ordinaria, quando ad essa si sostituisca una mira con due tratti a distanza nota fra loro (sappiamo però che questa disposizione in pratica è meno buona). L'asta mobile col cannocchiale essendo articolata all'altro estremo col corsoio, varia di lunghezza col variare dell'angolo verticale. Questo allungamento vien misurato sopra una graduazione per modo che di detto angolo si può conoscere anche la secante in decimillesimi di raggio. Conoscendo quindi la tangente e la secante, si potrà facilmente colle note relazioni avere le altre linee trigonometriche, cioè il seno, il coseno, la cotangente e cosecante. Come si vede, questo strumento conterrebbe il *desideratum* di ogni topografo; rimane però a vedere se in campagna il suo uso è altrettanto facile e la sua approssimazione è realmente quella più sopra citata. Il cerchio orizzontale ha un diametro di 0,14 e, come quello zenitale, dà il mezzo grado. Il cannocchiale ha una lunghezza di 28 cm. ed il reticolo è inciso sull'oculare stesso. Il suo prezzo è di L. 1500.

Preoccupato di questo fatto, il Charnot ha fatto costruire dalla stessa Casa Morin un altro strumento più semplice, e che denominò tacheometro *vicinal*. Esso ha treppiede, basamento a tre viti, ago magnetico e cerchio orizzontale; al cannocchiale vennero sostituiti due traguardi semplici posti all'estremità di un regolo. Uno di questi traguardi è spostabile mediante un'asta graduata verticale, munita di vite micrometrica, e che dà le tangenti degli angoli che l'asse visuale fa coll'orizzonte. Malgrado la buona intenzione dell'autore di rendere con questo strumento accessibile a tutti il fare della celerimensura, ci pare che questo eclimetro a traguardi, dato il suo prezzo di L. 350, non sia molto consigliabile, perchè con somma eguale o poco maggiore si può avere un buon distanzimetro a cannocchiale.

Un altro tacheometro riduttore è quello del Maury, costruito dai fratelli Brosset di Parigi. Questo strumento dà le distanze ridotte all'orizzonte e le distanze di livello mediante la tangente dell'angolo che l'asse visuale fa coll'orizzonte. Un regolo verticale, diviso in millimetri e decimillimetri, è portato da una intelaiatura trapezia, che sostituisce il cerchio verticale. Tanto la vite d'elevazione quanto quella micrometrica per il movimento orizzontale dell'alidada, hanno la testa graduata alla periferia per modo che, dice l'autore, la prima permette di avere il rapporto 1 : 100 000, e la seconda di stimare l'angolo orizzontale con un'approssimazione di 4 secondi centesimali (1). Anche le viti di pressione del movimento orizzontale e verticale hanno la testa divisa in 50 parti ed un indice permette di chiudere sempre egualmente queste due viti.

L'istrumento ha due livelle, l'una al basamento, l'altra sul cannocchiale, ed è munito di bussola. Il cannocchiale è anallattico, il circolo orizzontale ripetitore. L'autore afferma che questo strumento permette anche di misurare distanze superiori ai 500 m. ed ai 1000 m.; non conosciamo però con quale approssimazione si possano avere tali misure.

Per la determinazione delle distanze, se queste sono inferiori ai 100 m., conviene fare due letture al disco graduato e quindi la loro sottrazione ed una lettura sul regolo verticale; in tutto tre letture per ogni distanza. Quando le distanze sono superiori ai 100 m., conviene fare la lettura al regolo verticale, quattro letture al disco, due sottrazioni, un rapporto ed un'addizione. Non sappiamo se nel caso concreto il dover fare tante piccole operazioni non equivalga a fare senz'altro la riduzione all'orizzonte col metodo ordinario. Il tacheometro Maury costa L. 1000.

Il signor Luigi Sanguet, il cui nome è già noto ai cultori della topografia per il suo tacheometro autoriduttore, presentava in una vetrina tre tipi di questo strumento, cioè il grande, il medio ed il piccolo modello.

Non è il caso che qui ci facciamo a descrivere il tacheometro Sanguet, che oramai tutti conoscono almeno dalle pubblicazioni (1).

Questo tacheometro è molto conosciuto ed apprezzato in Francia, come risulta dalle molte medaglie, attestazioni e rapporti di Società ed Istituti scientifici; l'ultimo modello, perfezionato rispetto ai precedenti, può dare l'approssimazione di 0.065 su 100 m., quando si faccia uso del rapporto 100, e di 0,03 quando invece si adoperi il rapporto 20. Gli angoli azimutali vengono dati in mezzi primi centesimali e le pendenze con un errore medio di 0,0001. L'autore afferma che con questo strumento un operatore pratico può rilevare 4 punti al minuto, con un risparmio circa di due terzi di tempo rispetto al rilievo ordinario. Questo tacheometro (modello normale) costa L. 950.

Il Sanguet ha pure presentato a questa Mostra un altro strumento, che egli chiama *longialtimetro* o tacheometro da montagna. Si immagini un tacheometro ordinario in stazione e corretto. Movendo in altezza il cannocchiale. L'asse ottico descrive un piano verticale e sopra una stadia orizzontale, disposta parallela all'asse della rotazione orizzontale, si farà una certa lettura. Se ora si fa in modo che l'asse ottico descriva un altro piano verticale che faccia un angolo noto col primo, si farà sulla stadia una seconda lettura; la distanza tra lo strumento e la stadia si otterrà risolvendo il triangolo rettangolo, che ha per cateto la differenza delle due letture e per angolo opposto l'angolo noto. Il movimento del piano verticale si ottiene spostando orizzontalmente, mediante una leva, l'asse di rotazione del cannocchiale, e quindi il cannocchiale stesso. Questo spostamento si fa manovrando una piccola manovella, che può oscillare fra due arresti, di cui uno è registrabile. La manovra di questo meccanismo è semplicissima, come pure tale deve essere il suo uso pratico. Questa disposizione è pure adottata per le altezze. Mediante un'altra leva, manovrata da una manovella, si sposta verticalmente l'asse di rotazione del cannocchiale. Questo strumento può servire per i rilievi in località ove sia difficile il rilievo ordinario; ha cerchio orizzontale, ago magnetico, cannocchiale con un ingrandimento di 30; esso dà le distanze ridotte all'orizzonte e le differenze di livello in metri e decimetri. Questo strumento con cassetta e treppiede costa 1200 lire.

Del Sanguet abbiamo pure il rapportatore, mezzo cerchio di 0,36 di diametro diviso in 1,5 di grado, il regolo calcolatore ed un micrometro a prisma adattabile ai cannocchiali.

Lo Schrader presentava molti strumenti destinati al rilievo topografico, un orografo che dà il tracciato circolare misurabile dell'orizzonte; presentava pure un tipo del suo tacheografo, il quale dà automaticamente il tracciato e la quota del punto battuto: come indica il nome stesso, questo strumento dà la rappresentazione grafica del rilievo direttamente in campagna; è quindi da classificarsi tra gli strumenti riduttori, come la tavoletta Viotti, il tachigrafometro del-

(1) Di questo tacheometro molto fu detto in pro e contro. Ricorderemo al riguardo, per comodità del lettore, gli articoli del Sanguet stesso, del Tranchard nella *Réforme Cadastre*, del Sanguet, del Roncagli, dell'Orlandi, del Ruiz Amado nella *Topografia moderna y el Catastro*, del Roncagli, del Nassò nella *Rivista di Topografia e Catastro*, ed altri.

l'Otto Fennel, del Kreüter e simili. A differenza di questi ultimi, nel tacheografo Schrader la riduzione all'orizzonte si ottiene movendo un regolo a squadra, il quale nel suo movimento fa variare la distanza dei fili del reticolo, in maniera che essi comprendano sempre un intervallo fisso dalla mira. Questo strumento non è di recente invenzione; il suo brevetto data fin dal 1891. All'Esposizione esso figurava su treppiede con apposita tavoletta, come se fosse in stazione.

Un piccolo apparecchio fototopografico era presentato dai fratelli Brosset di Parigi. Una scatola parallelepipedica, di dimensione $0,10 \times 0,15 \times 0,22$ circa, è portata da un basamento ordinario a tre viti, munita di livello e cerchio orizzontale; l'obbiettivo scorrevole sulla faccia verticale anteriore, può prendere tre posizioni successive. Tutto l'apparecchio fotografico può scorrere lungo tre guide verticali annesse al basamento; questa disposizione è molto utile, essendo così più facile mettere l'apparecchio in stazione, affinché comprenda tutto il panorama voluto.

La Casa Brosset presentava pure un tipo di tacheometro (Goulier, già noto in Francia. Questo tacheometro ha entrambi i cerchi nascosti, il cannocchiale anallattico della lunghezza di 23 cm., ed è portato a sbalzo; l'oculare acromatico, ed il reticolo può rotare di 90°, per modo che con questo tacheometro si può anche far uso di stadia orizzontale.

Ricorderemo ancora la bussola topografica a contrappeso (à *perpendiculaire*), del capitano Esperandieu, tenuta costantemente orizzontale da un contrappeso che le è rigidamente annesso alla parte inferiore; gli strumenti a bussola di inclinazione e declinazione del Chasselon, il grafotacheometro, la polibussola ed il trigonometro del Maréchal: i sestanti, gli ottanti e cerchi a riflessione dell'Hnrlimann, ecc.

Moltissimi poi erano gli strumenti minori di topografia, o quelli accessori per il disegno topografico, a cominciare dalle varie forme di reticole del Guillemot, dagli svariatiissimi rapportatori, fra i quali il rapportatore a bussola del prof. Coeuret, che permette, mediante una bussola, di dare al rapportatore lo stesso orientamento del cerchio orizzontale del tacheometro (1), fino ai cerchi a calcolo del Pouech, ai barometri per l'altezza Périllat, alla grande raccolta di regoli a calcolo, sistema centesimale e sessagesimale, fatta dalla Casa Tavernier-Gravet, fra i quali figuravano i regoli del Mannheim, del Lallemant, del Sanguet, del Béghin, del Tschérépaschinsky, ecc.

Per quanto non riguardanti strettamente la topografia, pure non vogliamo passare sotto silenzio e la mostra del Gautier e quella del Ministero della Guerra. Il Gautier, costruttore del siderostato di Foucault, annesso al grande cannocchiale di 60 m. posto nel palazzo dell'Optica, presentava parecchi strumenti di precisione, fra i quali si ammirava il grande equatoriale di m. 0,40 di apertura con 5 m. di distanza focale, destinato all'Osservatorio di Atene.

Il Ministero della Guerra (Servizio geografico dell'Armata, diretto dal generale Bassot) aveva esposto in una grande vetrina parecchi strumenti di geodesia, il grande cerchio azimutale a 4 microscopi, alcuni teodoliti pure a microscopi, uno strumento a cannocchiale spezzato e treppiede in metallo per misure geodetiche ed astronomiche ad uso esploratori, due piccole alidade olometriche, un teodolite con largo basamento in ghisa, ecc.

Accanto a questa importante mostra dell'attuale attività produttrice francese in questa parte della meccanica di precisione, il Ministero della Guerra (Servizio geografico dell'Armata) ed il Ministero della Marina (Servizio idrografico della Marina) avevano fatto, nella parte centrale del padiglione, un'esposizione di strumenti antichi; questa Mostra, ragguardevole per gli apparecchi esposti, ragguardevole maggiormente per i celebri nomi che ricordava, non rappresentava però che una parte di quel contributo che avrebbe potuto dare la Francia, se vi avesse voluto fare una completa rivista retrospettiva dello sviluppo complessivo della geodesia e della topografia di quel Paese, ove appunto primi si iniziarono i grandi lavori delle misure terrestri, illustrate dalle più cospicue autorità scientifiche del tempo, e donde principalmente ebbero grande impulso gli attuali studi teorici e tecnici di queste scienze applicate, ed è a dolere, come accennavamo fin dal principio di questo nostro scritto, che a rendere più rara e quindi più importante questa Mostra, non abbiano concorso altri Istituti scientifici dei Dipartimenti e della stessa Parigi, il che avrebbero potuto fare, come appunto potemmo noi stessi constatare visitando taluno di questi Istituti.

Procedendo coll'ordine col quale erano esposti, ricorderemo il pendolo Gallonde, adoperato nella misura dell'arco di meridiano al Perù; due ottanti o settori zenitali di grande modello appesi alla parete; l'olometro del Porro, costruito nell'*atelier* Lerebours e Secrétan; alcuni modelli di occhiali di Galileo Cherbubin; un piccolo ottante dell'epoca di Luigi XV; un livello Gambey a due livelle parallele; un

(1) Questo apparecchio può pure servire a fare un rilievo speditivo specialmente per formare i così detti itinerari, poichè le due aste, quella mobile e quella fissa, sono munite di traguardo, potendosi così misurare un angolo orizzontale od averne la rappresentazione grafica sopra di un foglio.

livello teodolite Lenoir del 1772, appartenente all'« Ecole Nationale des Ponts et Chaussées »; alcuni grafometri; un cerchio ripetitore Lenoir, che ha servito nel 1816 per la triangolazione francese; un cerchio a riflessione ed un sestante Jecker. Uno dei più antichi strumenti era un astrolabio dell'anno 1247, fatto da Sackanih per il Re di Persia Aboob Tetih Moosa, nipote del Gran Saladino. Potevasi pure ammirare un microscopio costruito da Eustacchio Diani, ed un altro del Campana Giuseppe, entrambi dell'anno 1650; un microscopio del 1673 del Leeuwenhewek ed uno del De Brander, costruito ad Ausbourg nel 1740. Accenneremo ancora del Gambey un teodolite a due cannocchiali ed un altro teodolite di 6 pollici del 1851, impiegato fino al 1866 dallo Stato Maggiore nella triangolazione geodetica francese; un cerchio ripetitore di 12 pollici del 1803, del Bellet; un teodolite « à lunettes plongeantes », del Richer, con un cerchio di 0,16; l'omolografo del Peaucellier; un livello a due cannocchiali del Prony; un artico livello a visuale reciproca; parecchi tipi di livelli ad acqua e di diottere a traguardi. Particolarmente degna di menzione e, per noi Italiani, causa di speciale compiacimento era il primitivo apparato per le basi costruito dal pinerolese Ignazio Porro, il geniale e valente costruttore di strumenti geodetici, il quale, come ognuno sa, ebbe per alcuni anni un'officina a Parigi. L'apparato esposto, costituito da un'asta di abete tinta in nero, con forma di solido di egual resistenza coi due microscopi all'estremità sopra treppiedi, era quello stesso che aveva servito nel 1853 alle misure per la formazione della carta d'Algeria e della Tunisia.

Così questa Mostra, che diremo archeologica, completava quella moderna più sopra ricordata, e mentre serviva ad aumentare l'ammirazione per quegli illustri che con apparecchi di minor precisione degli attuali, seppero ciò nondimeno compiere lavori la cui importanza e ricordo saranno imperituri, faceva maggiormente rilevare il grandissimo passo che da quei tempi ad oggi ha fatto la meccanica di precisione.

*

L'Italia in questo importante ramo ha preso troppo poca parte, e con maggior rincrescimento dobbiamo constatare questo fatto, in quanto che anche presso di noi abbiamo molti cultori di queste discipline e parecchi costruttori, i cui prodotti sono conosciuti e stimati anche all'estero. Come abbiamo accennato in principio di questo nostro lavoro, nessuna delle nostre Case costruttrici ha esposto i suoi prodotti nella classe 15^a. Solo si ammirava la Tavoletta Viotti, esposta dal commendatore ing. V. Demorra di Torino, ed il tacheometro autoriduttore del prof. Nassò, pure di Torino, entrambi strumenti già noti ai cultori della topografia. Tra gli strumenti minori erano esposti: la macchina per addizionare del Fossa-Mancini di Jesi; i telemetri da tasca del Pavese: un regolo a calcolo del Rizzoli di Bologna; un telegonimetro, anche da tasca, del Falletti di Siderno; e finalmente lo squadra e compasso biseccante e poliseccante l'angolo, del Caminati di Foggia. Come si può vedere, questi strumenti, sparsi fra il molto materiale esposto riguardante la tipografia, stampe, pubblicazioni, carte ed arte teatrale, non rappresentava anche in minima parte quel contributo che l'Italia avrebbe potuto dare a questa grande gara internazionale sugli strumenti di precisione (1).

*

La Germania, come chi è conscio della propria forza, e opportunamente non vuole farne sfoggio, ha presentato in una Mostra collettiva solamente quel tanto che fosse sufficiente per far conoscere l'eccellenza dei suoi prodotti, e far rilevare quale grado di perfezione abbiano raggiunto le sue officine di precisione. Ed è più ammirevole ancora, quasi diremo, l'abnegazione delle varie Case costruttrici tedesche, fra cui le migliori, nell'aver voluto rinunciare ad esporre ciascuna separatamente per riunirsi in un'Esposizione collettiva, interessando loro più il trionfo del Paese che il privato interesse.

In poche vetrine poste al piano superiore, erano disposti i vari strumenti, divisi per categorie, secondo il loro scopo: per modo che il visitatore poteva facilmente vedere, esaminare e giudicare, aiutato in questo lavoro dalla scorta di un copioso catalogo illustrato. Fra gli strumenti che abbiamo veduto, ricordiamo il tacheometro riduttore del Kreuter, che può anche funzionare come tacheometro semplice, uno strumento così detto di situazione dell'Heller che serve a completare e correggere le carte ed i piani come pare ad eseguire rilievi grafici di piccole porzioni di terreno: tutti questi strumenti sono della Casa Ertel e fils di Monaco.

La Casa Otto Fennel di Cassel aveva esposto il tacheometro riduttore Wagner Fennel già noto, ed un altro strumento detto di orientazione costruito per l'Accademia Reale delle Miniere di Prussia. Questo strumento si compone di un teodolite da miniere senza cerchio verticale con un lembo di m. 0,135 di diametro, sul quale è posto un magnetometro per orientamento, costituito da una calamita in forma di campana sospesa ad un filo di quarzo. Con questa disposizione

(1) Non parliamo degli strumenti esposti nel gruppo VI, classe 8^a, perchè non presentano pel nostro studio alcun che di interessante, essendo stati colà esposti come strumenti adoperati pel rilevamento catastale.

si ottiene una sensibilità molto maggiore di quella dei soliti aghi oscillanti sopra un perno. Maggiori spiegazioni si hanno di questo strumento nel *Mittheilungen aus dem Markscheiderwesen*, heft 1, 1899.

La celebre Casa Hildebrand fra strumenti geodetici e livelli di precisione, aveva un tacheometro riduttore costruito secondo gli ordini del prof Vogler e fondato sul principio del Hogrewe e del Sanguet. Con due letture, una sulla stadia e l'altra sull'asta graduata annessa al cannocchiale, si può avere direttamente la distanza ridotta all'orizzonte e la quota del punto battuto: occorre però che la stadia sia normale all'asse ottico, il che, come si sa, è un inconveniente in pratica.

Un altro strumento degno di menzione è il tacheometro a tavoletta, modello Koch-Scheurer costruito dalla Casa Karl Scheurer a Carlsruhe. Non possiamo dilungarci nella sua descrizione; esso dà la rappresentazione grafica e la quota del punto collimato con molta facilità in modo che in otto ore si possono rilevare e riportare sul foglio in media 600 punti.

Ricordiamo ancora alla sfuggita il tacheografometro di C. Wagner costruito da Luigi Tesdorpf di Stuttgart, il teodolite ripetitore per dimostrazioni ed esercizi (strumento d'errore) del Wolz, lo strumento universale da viaggio del prof. S. Doergens costruito dalla Casa Meissner di Berlino, i teodoliti dello Stiegel, del Reipsold, i livelli da tasca di nuova forma del Butenschön, ecc.

*

L'Inghilterra quasi si può dire non abbia preso parte a questa esposizione nel ramo che stiamo studiando; pochissimi gli espositori di strumenti di precisione in generale; due sole Case (Negretti e Zambra di Londra e J. Hicks pure di Londra) hanno esposto strumenti di topografia ordinaria. Questa Nazione si è completamente astenuta da questa gara, ove certamente avrebbe potuto occupare uno dei primi posti. Delle altre nazioni poco o nulla abbiamo a ricordare: le Case svizzere Chatelain Fritz di Neuchâtel e Coradi di Zurigo presentavano una mostra di apparecchi numerosi per la topografia, quali planimetri, pantografi, integrati, podometri, ecc.

Dell'Australia esposero strumenti di topografia due sole Case, Neuhöfer et fils e Rost, entrambe di Vienna.

L'Istituto industriale di Lisbona fra alcuni strumenti di geologia e di fisica aveva un tipo del livello Britolimpò già noto. Noteremo per ultimo la Casa Hager di *Lucembourg* col tacheografo universale di Ziegler-Hager e la Casa Toyoda a Osaka (Giappone) che aveva esposto alcuni fili di seta ottenuti con lavorazione speciale per adattarli ai reticoli dei cannocchiali.

*

Terminata così la rassegna di quanto poteva essere oggetto del nostro studio, viene spontanea la domanda se questa esposizione abbia segnato un grande progresso nella topografia specialmente, e se fra i vari strumenti, sui quali ci siamo fermati nella descrizione, vi fosse l'idea nuova, per la quale la geometria pratica trovasse aperto un nuovo orizzonte, come avvenne, p. e.: quando il Porro ebbe costruito il cannocchiale anallattico e sviluppata la celerimensura.

Il problema principale che da alcuni anni occupa la mente degli studiosi e dei costruttori di strumenti topografici è certamente quello della autoriduzione nelle operazioni di rilievo; un altro problema non meno importante del primo è l'applicazione della fotografia alla topografia, e sarà risolto quando la fotogrammetria non solo serva, come al presente, al rilievo a piccolissima scala, ma possa sostituire, o almeno essere sussidiaria del rilievo ordinario: confessiamo che fra i vari apparecchi riduttori, autoriduttori e fotogrammetrici non abbiamo ancora trovato di questi due problemi la soluzione semplice e completa. Se poi oltre alla topografia, estendiamo il nostro sguardo a tutta la meccanica di precisione della classe 15^a potremo fare alcune considerazioni di indole più generale.

Devesi deplorare che a questa lotta serena si ma accanita e continua dell'operosità intellettuale ed industriale abbiano veramente partecipato solo due Nazioni, e che le altre, quali nei motivi di opportunità, quali per altre cause, non ne abbiano accettato l'invito. Rimasero a disputarsi la vittoria la Francia e la Germania, e se la prima ha dimostrato di avere tenuto alte le nobili tradizioni del passato, a voler essere schietti dobbiamo confessare che fu superata dalla seconda: e ciò è tornato tanto a maggior onore di questa Nazione, poichè mentre non è molto tempo essa mandava i suoi giovani meccanici nelle principali officine di Francia e di Inghilterra per il loro perfezionamento, ora invece ha saputo mediante un lavoro concorde, paziente e tenace raggiungere un alto grado di perfezione nei suoi prodotti ed attirare a sè una gran parte del monopolio commerciale degli strumenti di precisione.

A conferma di questo giudizio basterà far osservare che mentre il censimento professionale francese del 1896 denota tra fabbriche di strumenti di precisione, di vetri per lenti, e di cannocchiali e binocoli, 193 stabilimenti e 8200 operai; in Germania nel 1900 avevansi 790 stabilimenti e 13 625 operai, e nel 1898 l'importazione di tali prodotti aveva raggiunto complessivamente la somma di 14 265 000 marchi.

(Ing. C. Jorio, nella *Rivista di Topografia e Catasto*).

I nuovi lavori per il Porto di Napoli. — Il Ministero dei Lavori Pubblici ha autorizzato la consegna all'Impresa Vittorio Rutelli dei lavori di completamento delle difese foranee del Porto di Napoli, per l'ammontare complessivo di 5 milioni di lire, di cui 4 milioni a base d'appalto e 1 milione a disposizione dell'Amministrazione. L'appalto riguarda principalmente la costruzione d'una diga isolata, o antimurale, di forma mistilinea, disposta a protezione del Porto dalla parte di levante, in modo da formare fra la sua estremità foranea e la testata del molo San Vincenzo, una bocca dell'ampiezza di metri 350 rivolta a S. 11° E. Lo sviluppo della diga sarà di metri 490, con un primo tratto rettilineo, verso nord, lungo metri 184, e direzione di S. 23° 10' W., seguito da un tratto ad arco di cerchio dell'ampiezza di 26° 52' 30" e dello sviluppo di metri 284.50, terminato da una testata quadrata del lato di metri 21.50. L'opera sarà essenzialmente costituita da una scogliera subacquea di fondazione in massi naturali, sormontata da alcuni strati di massi artificiali posti regolarmente ed a perfetto contatto fra di loro, sovrastati da una platea di muratura, costituente, dalla parte interna, una banchina d'ormeggio, e dalla parte esterna la fondazione del sovrastante muro di difesa. La quota di fondazione del primo strato di massi artificiali sarà di metri 9.50 sotto comune marino, su tutta l'estensione dell'opera, eccettuata la testata sud, per la quale detta quota sarà fissata a metri 11.50.

Gli strati di massi artificiali avranno ciascuno uno spessore uniforme di metri 2; la loro complessiva altezza sarà di metri 10 su tutta l'opera, eccettuata la testata, nella quale essa sarà di m. 12. La larghezza in sommità della scogliera di fondazione varierà da metri 24 a metri 28, procedendo dall'estremità nord alla testata sud, in corrispondenza alla quale essa sarà di metri 41. La pendenza delle scarpate della scogliera sarà di 1/1 verso l'interno del Porto e di 2/3 verso il largo. I fondali nella zona in cui deve erigersi l'opera variano da metri 16 a metri 33 sotto il comune marino. I massi artificiali saranno composti di calcestruzzo, ed avranno in genere un volume di mc. 25. In complesso, occorreranno per l'esecuzione dell'opera un milione di tonnellate di massi naturali e metri cubi 66 000 di massi artificiali, oltre a mc. 20 000 di murature diverse e kg. 35 000 di catene di ferro per collegamento dei massi artificiali.

La banchina interna della diga sarà fornita di scale d'approdo e d'ormeggio e di colonne d'ormeggio, e sarà pavimentata in basoli. Egual pavimento riceverà il piano superiore del muraglione, il quale avrà uno spessore in base di metri 4 e un'altezza di metri 6 sul comune marino. La testata sud sarà coronata da un completo edificio per faro di sesto ordine, da eseguirsi coi fondi riservati all'Amministrazione. Il disegno della diga è stato studiato in modo da disporre il primo tratto rettilineo verso nord, in direzione normale alla costa. Tale tratto potrà in seguito venir prolungato, sia per meglio proteggere il Porto dai mari di scirocco levante, se così la pratica dimostrerà necessario, sia per provvedere ai futuri ampliamenti del Porto, spingendo addirittura la diga fino a terra. Pel momento rimarrà fra l'estremità nord della diga e la costa un varco largo m. 600 circa, con un canale navigabile, in profondità di m. 10 a 15, d'oltre m. 200 di larghezza.

Per misura precauzionale sono inoltre previste in progetto le somme occorrenti, sia per prolungare alquanto verso terra l'antemurale, sia per costruire qualche pennello al molo San Vincenzo, in modo da intercettare il movimento che ancora potesse propagarsi lungo la sua banchina interna.

Il disegno della nuova opera (antemurale) presenta di notevole una sostanziale differenza dal tipo seguito nei vecchi moli, in quanto, al disopra della scogliera di fondazione, si avrà una struttura omogenea, compatta e quasi monolitica, di dimensioni molto piccole e profilata, da entrambe le parti, secondo una linea quasi verticale.

Il progetto venne compilato dall'egregio ing. Coen Cagli, del Genio civile di Napoli. (*Bollettino delle Finanze. ecc.*)

BIBLIOGRAFIA

I.

La Mécanique à l'Exposition de 1900, pubblicata da un Comitato di redazione sotto la presidenza dell'Ispettore generale HATON DE LA GOUPILLIÈRE, in tre volumi di circa 500 pagine ciascuno, nel formato di 32x22, con numerose figure. — Sono pubblicate 6 dispense. — V^{te} Ch. Dunod editore, Parigi, 1900-1. — Prezzo dell'intera pubblicazione fr. 50.

Fino dall'apparizione della *prima dispensa* (1900) di quest'opera grandiosa, l'abbiamo annunciata, ed abbiamo anche dato (1) un cenno particolareggiato della materia in essa contenuta. La pubblicazione ha proceduto abbastanza speditamente, cosicché a tutt'oggi 6 dispense hanno già visto la luce, sebbene l'ordine di esse non sia quello metodico

stabilito dal programma, in causa delle molte difficoltà che alcuni col-laboratori hanno incontrato. Ma poichè ogni dispensa costituisce di per sé stessa una Monografia completa, l'ordine con cui escono fuori non ha nessuna influenza sulla eccellenza dell'opera. Ultimata la pubblicazione sarà facile disporre i fascicoli nell'ordine che loro compete secondo il programma.

*

La *seconda dispensa* riguarda i motori a gas, a petrolio e ad aria compressa, e di essa è autore Jules Deschamps, specialista in materia di motori termici.

Egli fa una rassegna minuta e completa di tutti i motori esposti, passando da uno all'altro degli espositori; e non si limita agli oggetti in mostra, ma accenna anche agli impianti più importanti eseguiti dalle Ditte con quei motori che meritano di essere rimarcati. Eleva i vantaggi e i difetti dei singoli tipi; paragona i nuovi agli antichi da cui sono derivati e descrive le modificazioni introdotte. Non trascura di accennare, dove l'occasione si presenta, ai vari problemi che si agitano e che ancora aspettano una soluzione soddisfacente; così, per es., a proposito del motore Cockerill pone la questione se convenga cercare di costruire dei motori monocilindrici di potenza sempre crescente. E' un problema questo assai difficile che è stato posto pure nel Congresso Internazionale di Meccanica applicata (1900) e sul quale il relatore Witz non ha creduto di pronunziarsi. Il nostro A. ha osato discuterlo ed arriva alla conclusione che, salvo esigenze speciali, sarebbe troppo oneroso cercare delle unità assai elevate nei motori monocilindrici ciclo Otto; vi si potrà forse arrivare, ma con motori a 2, 3 e 4 cilindri, e meglio ancora con motori ad alta pressione come quello di Diesel (1).

A quest'ultimo dedica molte pagine, e infatti il motore Diesel è quello di cui si è fatto il maggior rumore negli ultimi anni; in esso l'utilizzazione del petrolio, anzi di tutti i combustibili liquidi, perchè si possono impiegare anche degli schisti molto densi, è la meglio riuscita; e in ciò consiste specialmente la sua superiorità sugli altri.

Noi non possiamo seguire l'A. nella sua rassegna, ma facendo una breve sintesi, diremo innanzi tutto, che l'esposizione di questi motori è assai istruttiva poichè ha rivelato una diversità di tendenze nei costruttori alle quali non ci si attendeva; infatti per quanto si poteva giudicare dalle mostre precedenti sembrava che tali motori dovessero limitarsi alla piccola industria, e che questo campo fosse già anche troppo vasto per la loro espansione, poichè abbracciava i motori a gas nelle città, e i motori a petrolio o a gas povero là dove il gas illuminante non esiste od è troppo costoso. Invece l'orizzonte si è grandemente allargato, e i progressi fatti hanno dimostrato la possibilità di impiegarli in quasi tutte le industrie. Le vie a percorrere sono due: l'una tende ad accrescere sempre più la potenza dei motori, l'altra ad applicarli alla locomozione automobile.

Sulla prima via si è arrivati a costruire motori Simplex monocilindrici di 700 cavalli, cosa che solamente pochi anni fa sembrava impossibile, in causa delle grandi temperature d'esplosione richieste; e di questa stessa potenza anche la Casa Otto espone un motore a due cilindri. La Società dei Brevetti Letombe poi dimostra di poter costruire dei motori binati di 1000 cavalli. Ora quando si raggiungono questi limiti, i motori non sono più per le piccole industrie, ma si applicano anche alla grande industria, e possono competere in certi casi coi motori a vapore, dove si utilizzano i residui d'energia che negli alti forni e nei forni a coke vanno perduti insieme coi gas.

Si è andati anche più lontani; già il motore Crossley si congiunge direttamente con una dinamo mediante il manico elastico Raffard, e tutti gli altri motori in genere si adattano alle stazioni elettrogene. Il motore a gas tende ad appropriarsi le qualità di dolcezza e di regolarità, che facevano la superiorità dei motori a vapore. E ciò nonostante gli manca ancora molto per essere perfetto; le perdite alle pareti sono tutt'ora notevoli, e forse si potrebbe arrivare a un tipo migliore cercando una soluzione diversa, ossia non facendoli derivare dal motore Otto. Ma pare che i costruttori ancora non ci abbiano pensato, e l'Esposizione del 1900 è stata la prova migliore di questo nostro asserto; poichè tutti quelli esposti, senza eccezione, sono o dei motori Otto o per lo meno a quattro tempi. Le disposizioni nuove sono numerose, e alcune idee molto ingegnose; esse permettono di concepire delle grandi speranze, così quella del motore Tangye, che trovasi pure nel nuovo motore a petrolio Otto. In generale i miglioramenti sono stati apportati nella costruzione. Tuttavia, sebbene i motori a quattro tempi si siano resi padroni del campo, non si deve dimenticare che il loro maggior difetto è di non essere invertibili; è vero che tale difetto è senza inconvenienti quando il motore non serve che a un'officina; ma per la sua applicazione alla trazione dei veicoli o dei battelli è un ostacolo grave, che non si potrà vincere altrimenti se non abbandonando il ciclo a quattro tempi.

Il costruttore Diesel ha avuto un'idea geniale, egli ha preso i vantaggi del motore a quattro tempi, ed ha conservato quelli del motore a due tempi; con che il suo motore è veramente notevole, non avendo

(1) L' « Ingegneria Civile », 1900, pag. 79.

(1) L' « Ingegneria Civile », 1897, pag. 161 e 177, tav. II.

più i difetti del primo e funzionando a due tempi quando agisce all'aria compressa senza combustibile.

L'altra via aperta all'applicazione dei motori termici è quella della locomozione automobile, la quale oggidì ha già acquistato un'importanza grandissima e va sempre più accrescendosi. Qui però, per ora, è il motore a petrolio che predomina, solo ha parecchi inconvenienti, fra i quali il cattivo odore, uno dei principali.

Questi motori vengono costruiti generalmente da tutti i costruttori di motori a gas; alcuni però ne hanno fatto una specialità e il nostro A. li descrive contemporaneamente a quelli a gas della stessa Casa. Notevole si è che all'Esposizione non figurava nemmeno un carburatore, ed anche di motori ad aria calda non vi era nulla di speciale. Invece vi è molto da dire sui gazogeni esposti e quelli che vengono costruiti dalle varie Case espositrici; intanto è la prima volta che si espongono dei gazogeni, e alcuni costruttori non hanno indietreggiato davanti la grave spesa a ciò necessaria.

L'A. li descrive brevemente.

Perchè i motori termici abbiano piena vittoria, devono ancora invadere due campi d'azione; provarsi a sostituire le grandi macchine marine, dove l'economia del combustibile e la soppressione delle caldaie sarebbero due vantaggi enormi; e cercare di rimpiazzare la macchina a vapore nelle locomotive. Le difficoltà, specialmente in quest'ultimo campo, sono molte, e forse non ci si arriverà se non si abbandona il tipo a quattro tempi, sostituendovene uno invertibile.

E' a sperare che i progressi continuino, poichè questi motori sono ancora nell'infanzia di fronte alla macchina a vapore. Infatti questa non si perfeziona più che nei particolari; la rivoluzione che per un istante si credeva di avere dall'applicazione del vapore sovrariscaldato ha abortito; e tutte le ricerche si limitano a vantaggi eventuali di 10/0; mentre nei motori a gas si ha da 22 a 25 0/0 di rendimento e possono aspirare ancora quasi al doppio. L'avvenire ci riserva sicuramente delle sorprese.

*

La terza dispensa è un esame completo di tutto il materiale d'artiglieria esposto. Delle nazioni nessuna, tranne la Russia, ha fatto una mostra ufficiale; questa ha mandato del materiale da campo e da marina. Invece alcune officine inglesi, austriache e tedesche hanno esposto i prodotti di loro fabbricazione.

L'A. ha diviso la sua Monografia in due parti; nella prima fa una rivista generale del materiale esposto, limitandosi a indicazioni generiche; nella seconda poi descrive ogni singolo oggetto nei suoi particolari rilevandone specialmente le innovazioni, i vantaggi ed i difetti; è una Monografia di ben 166 pagine, con 205 figure nel testo.

Le trombe idrauliche formano oggetto della quarta dispensa e ne è autore l'ing. R. Masse; sono 86 pagine di testo nel formato dell'opera, con 143 figure illustrative. E' una rivista di tutte le trombe esposte, le quali erano assai numerose e distribuite un po' in tutte le classi, per cui al visitatore riusciva assai difficile il fare uno studio completo e il rendersi conto dei progressi ottenuti in questo ramo della meccanica. Perciò il fascicolo in esame è dei più utili e importanti. L'A. si scusa che per non aver potuto ottenere da alcuni costruttori delle informazioni esaurienti, come avrebbe desiderato, e ciò ad onta delle sue vivissime insistenze, abbia dovuto restringere il quadro del suo lavoro. Ma senza offendere la modestia dell'A. la rassegna è riuscita abbastanza completa e soddisfacente; solo una cosa troviamo da osservare, e cioè sarebbe stato non diremo solo preferibile, ma richiesto dalla natura dello studio e della materia, che le numerose pompe venissero classificate secondo un ordine scientifico per tipi, come si fa anche nel più elementare trattato di macchine; con ciò sarebbe stato più facile per il lettore di formarsi un concetto d'insieme della mostra e di seguire i progressi nel loro sviluppo evolutivo. In un cenno bibliografico, come è il presente, non è possibile entrare in particolari, perciò riassumeremo brevemente le deduzioni che si possono tirare dal libro dell'ing. Masse.

Ad onta del gran numero di trombe esposte, sono pochi i tipi nuovi o veramente originali; invece i miglioramenti dei modelli già noti sono numerosi assai, e specialmente con tendenza ad estendere l'applicazione di alcuni tipi a degli usi, per quali sembravano affatto inadatti. Così, per esempio, la macchina ad azione diretta, che per lo passato si era relegata quasi esclusivamente nel dominio dell'alimentazione, ha subito diverse modificazioni, che hanno permesso d'utilizzarla come macchina elevatrice; nello stesso tempo si è cercato di ridurre il consumo del vapore, e dopo i tipi composti (Compound) si sono costruiti dei tipi a tripla espansione assai bene studiati.

L'altezza d'innalzamento accessibile è stata accresciuta, tanto che con una sola ed unica macchina si può arrivare là dove prima si era obbligati di metterne una o due nell'intervallo. Vi sono delle trombe centrifughe che elevano a più di 100 metri, con un rendimento praticamente conveniente.

Si è pure studiato con molta cura di rendere continuo e regolare il movimento dell'acqua; e contemporaneamente si è cercato d'accrescere la velocità della macchina. Per certi limiti vi si è riusciti, sia aumentando il numero dei corpi di trombe, sia dando alle valvole delle disposizioni speciali.

Si è pure applicata l'elettricità per azionare le varie parti delle trombe, sia fisse che mobili, e financo automobili, ciò che ha avuto per risultato di apportare notevoli modificazioni nella disposizione degli apparecchi, ma specialmente una grandissima facilità d'impianto e di manovra, soprattutto nelle miniere.

*

La quinta dispensa, seguendo l'ordine di pubblicazione, ossia la seconda del programma, comprende *Le caldaie a vapore per l'industria e la marina*, ed è lavoro dell'ingegnere Ch. Bellens; un bel volume di 141 pagine con 70 figure nel testo. Qui troviamo esaudito il desiderio da noi espresso parlando della dispensa precedente; la rassegna delle varie caldaie esposte è fatta secondo un ordine metodico scientifico, per cui resta di molto facilitato lo studio per il lettore; e già a colpo d'occhio, dal solo esame dell'indice, si scorge che tutti i principali tipi di caldaie sono rappresentati, ad eccezione della caldaia a un grosso corpo cilindrico semplice con bollitori; e vi è la sua ragione, poichè è noto che questo tipo non è più in armonia con le qualità di potenza, di rendimento e di resistenza che si esigono oggidì dall'industria.

Il tipo che veramente si è imposto, almeno per quanto risulta dall'Esposizione, è quello delle caldaie dette un tempo *moltitubolari*, e con termine consacrato dal Congresso di meccanica del 1900, *a tubi d'acqua*.

Le più importanti caldaie a vapore esposte erano i generatori che, nelle due officine Suffren e La Bourdonnais, fornivano il vapore ai vari servizi meccanici dell'Esposizione. Noi abbiamo già dato un cenno generale di questi impianti in uno dei passati numeri dell'*Ingegneria Civile* (1); gli altri generatori che non servivano, ma che erano semplicemente in mostra, si trovavano disseminati un po' in tutte le varie classi. L'A. ha diviso il suo lavoro in tre parti: nella prima classifica tutte le caldaie moltitubolari o a tubi d'acqua; nella seconda quelle a focolare interno, poi quelle a focolare esterno; finalmente nella terza descrive gli apparecchi ausiliari o accessori di caldaie esposti al Campo di Marte, e il cui numero era considerevole.

La prima parte è preceduta da un capitolo nel quale l'A. espone la questione assai importante della circolazione dell'acqua, che negli ultimi anni ha suscitato tante discussioni; e questa è stata una felice idea dell'ingegnere Bellens, poichè ciò permette di sottoporre in seguito ad un esame critico le varie caldaie, senza essere obbligati a continue ripetizioni. Egli riassume lo stato critico della questione fino dalle origini, ossia dalla teorica del peso specifico medio, riportandola sotto la forma moderna colla quale venne esposta da Babcock nel 1890. Le teorie successive sono quelle di Brillié, di Krauss, di Walckenaer, di Chasseloup-Laubat, tutte recentissime e dello stesso autore, ingegnere Bellens.

Classifica poi le caldaie moltitubolari in 5 tipi, e coll'aiuto delle considerazioni esposte, studia il loro modo di funzionare. In seguito fa la rassegna degli oggetti esposti classificandoli pure in 5 tipi.

La seconda parte comprende quattro capitoli, in ciascuno dei quali l'A. studia una classe di caldaie sugli oggetti esposti: caldaie a focolare interno; caldaie moltitubolari a focolare interno; caldaie verticali a focolare interno; e, da ultimo, caldaie cilindriche a focolare esterno.

Le Ditte che hanno esposto sono:

26 francesi	con 126	caldaie
7 tedesche	» 15	id.
2 del Belgio	» 11	id.
1 degli Stati Uniti dell'America del Nord	» 2	id.
2 russe	» 5	id.
1 inglese	» 6	id.

Ditte 39 con 165 caldaie

Sopra 165 generatori, se ne avevano 124 del genere moltitubolare, di cui 80 in servizio; degli altri, 30 sono a focolare interno (13 in servizio) e 11 a focolare esterno (4 in servizio). I Francesi, ad onta del gran numero di caldaie esposte, non tenendo conto di quelle per la marina, non erano rappresentati dai migliori prodotti, salvo rare eccezioni; i Tedeschi invece, hanno presentato degli apparecchi ottimi di un'esecuzione esemplare, che rivelavano l'impiego d'utensili ben concepiti e potenti. Ma chi ha riportato la palma è stata la Società W. Fitzner e K. Gamper di Sielce (nella Polonia russa), i cui prodotti hanno raggiunto una perfezione ammirevole.

Dal punto di vista tecnico non vi sono progressi; la maggior parte delle caldaie riproducono gli errori del passato e dimostrano quanto poco sono considerate le leggi ed i fenomeni della fisica industriale dai costruttori.

La questione del vapore sovrariscaldato poi, che ha un'importanza grandissima, come è noto, è stata completamente trascurata. La colpa però non è degli espositori, ma del Comitato di organizzazione, il quale ha escluse sistematicamente le domande per impianti di motori funzionanti col vapore sovrariscaldato, tanto che la Ditta Berninghaus di Germania, che ha voluto esporre due caldaie con sopra-

(1) *Gli impianti meccanici ed elettrici per i servizi tecnici generali dell'Esposizione*, anno 1900, n. 8, pag. 113-120.

riscaldatori del vapore, ha dovuto riversare il vapore nella condotta comune. È evidente che il Comitato non ha fatto a disegno tale esclusione: ha voluto solo stabilire come condizione generale che tutto il vapore si riversasse nella condotta comune. Ma con ciò si è impedito di studiare la questione dell'impiego del vapore d'acqua per produrre della forza motrice, che è di tutta attualità. L'Austria e la Germania hanno già fatto dei grandi passi su questa via, dei quali non si è potuto avere contezza all'Esposizione, appunto per la condizione accennata.

Un altro fatto importantissimo risultò dalla grande Mostra, fatto a cui abbiamo accennato parlando della seconda dispensa, è quello dei progressi che fanno i motori a gas; essi minacciano le macchine a vapore, ed è necessario che i costruttori di queste si accingano alla lotta per non lasciarsi sorprendere alla sprovvista e sopraffare, e a questo non arriveranno se non ricorrendo al soprariscaldamento in modo generale con espansione doppia o multipla.

L'A. accenna alle grandi linee da seguire in questa via, e ritiene che il vapore potrà tener fronte al gas povero ed impedire che esso prenda il sopravvento, poichè i vantaggi che esso offre sono sempre grandissimi, si da non esitare a dargli la preferenza a uguali condizioni di consumo.

*

La *sesta dispensa* distribuita, che sarebbe la 17^a secondo il programma della pubblicazione, contiene le applicazioni meccaniche dell'elettricità, e ne è autore P. Bunet. Siccome contemporaneamente a questa grande Rassegna della Meccanica all'Esposizione, la stessa Casa editrice Dunod ne pubblica una analoga esclusiva per l'elettricità, così è evidente che, nella dispensa annunciata, l'A. doveva limitare il suo esame solamente a quelle applicazioni che interessano più particolarmente ed in modo diretto gl'ingegneri e i costruttori meccanici. Infatti egli tratta in undici singoli capitoli degli impianti generatori; della trasmissione a distanza della forza motrice; dei motori elettrici; delle disposizioni per manovrare elettricamente le macchine utensili; degli apparecchi di sollevamento; della trazione elettrica, dell'elettro-metallurgia ed elettro-chimica; degli apparecchi per miniere, per le strade ferrate e per la marina; e da ultimo accenna ad alcune applicazioni diverse.

L'enumerazione è considerevole, ma essa non segna che le branche nelle quali si aggira l'esame dell'A. descrivendo solo un certo numero di applicazioni importanti, mettendo in evidenza i progressi generali che si sono ottenuti in questi ultimi anni.

Per gl'impianti generatori, l'Esposizione offriva un campo vasto e pratico, poichè tutta l'energia elettrica occorrente all'illuminazione ed al servizio dei motori veniva fornita da gruppi elettrogeni in attività e che nello stesso tempo costituivano oggetti in mostra. Noi abbiamo già dato un cenno di essi nell'articolo precedentemente citato (1).

I motori elettrici esposti erano numerosissimi; e la tendenza principale dei loro costruttori era quella di rendere pratico e vantaggioso il loro impiego; essi si potevano classificare in due forme ben distinte: motori a corrente continua e motori a corrente alternata. L'A. fa una rassegna rapida delle principali innovazioni e dà anche un cenno sui prezzi della giornata, che noi riportiamo qui appresso. Sono prezzi medii fra i motori a corrente continua a 110 volt, con velocità da 1500 e 2000 giri per un cavallo, a 200 e 300 per 100 cavalli.

I motori a voltaggio più elevato, 440 o 500 volt, sono un po' più costosi, da 5 a 10 0/0.

	1 cavallo	300 lire.	Prezzo per cavallo	300 lire
	5 id.	750 id.	id.	150 id.
	10 id.	1 100 id.	id.	110 id.
	20 id.	1 600 id.	id.	80 id.
	50 id.	3 600 id.	id.	72 id.
	100 id.	6 800 id.	id.	68 id.
	125 id.	8 000 id.	id.	64 id.
	150 id.	9 400 id.	id.	63 id.
	200 id.	12 000 id.	id.	60 id.

Gli apparecchi di sollevamento sono stati utilissimi prima dell'apertura dell'Esposizione e dopo, perchè hanno servito al trasporto e alla messa in posto delle numerose macchine e loro smontamento. I due più importanti sono la gru Titan della Ditta Jules Le Blanc ed il ponte scorrevole della Casa Carl Flohr di Berlino, tutti e due di una forza normale di 25 tonnellate, ma quest'ultimo costituiva un vero apparecchio elettrico, mentre la gru utilizzava piuttosto delle combinazioni meccaniche.

Nel ponte la traslazione avveniva con una velocità massima di 30 m. per minuto e azionata da un motore di 26 kilowatt a 115 giri; il movimento del carrello per mezzo di un motore di 8 Kw. a 500 giri; e il sollevamento per due motori eccitati in serie, ciascuno di 18 Kw.

Anche la trazione elettrica viene esposta con qualche estensione, mentre tutti gli altri capitoli sono trattati con maggiore brevità.

Ci riserbiamo di dare notizia delle successive dispense, non si tosto saranno pubblicate.

Teramo.

GAETANO CREGNOLA.

II.

Ing. FELICE GALLAVRESI. — *Della navigazione interna in Italia coll'utilizzazione delle forze idrauliche.* — Op. in-8° di pag. 23 con una tavola. — Milano, Tipo litogr. agraria, 1901.

Con quest'importante e studiata monografia l'ing. Gallavresi si propone di coordinare e sistemare un piano generale comprendente tutti i fiumi e canali italiani suscettibili di navigazione, e con esso di stabilire le norme di massima onde formare una Società per i trasporti colla navigazione interna non che per lo smercio della forza motrice che riescirebbe creata coll'apertura dei nuovi proposti canali.

Lamentata l'indifferenza nostra per questi studi in confronto di quanto si è già fatto all'estero e ricordati i primi tentativi del generale Mattei e l'odierna commendevole azione che sta svolgendo il generale Bigotti; incomincia da riportare uno studio dettagliato sulle condizioni del Po, principale arteria della nostra navigazione interna, libera dall'Adriatico a Pavia, e da provocarsi con opere di canalizzazione e regolarizzazione, da Pavia a Torino. In complesso ricorda che il sistema dei corsi d'acqua navigabili misura circa 2500 km. che valutati a L. 180 000 al km. costituiscono un capitale di circa 450 milioni ora improduttivo ed inutilizzato, e lamentando che la impossibilità della navigazione naturalmente libera del fiume Po nel tronco superiore impedisca di proseguire gli studi a beneficio dei traffici, dell'industria e dell'agricoltura, l'A. giustifica gli sforzi da lui fatti per elaborare il suo progetto di navigazione del fiume Po col costruendo canale da Torino a Pavia e coll'utilizzare le forze idrauliche che sarebbero così generate. Dimostrata la convenienza di ricorrere ad un canale prossimo al fiume anzichè ad una sistemazione opportuna del fiume stesso, l'A. afferma che nel tronco di canale Sesia-Ticino si avrebbero disponibili 49 397 cavalli teorici, mentre le spese per la costruzione del detto tronco sarebbero in cifra tonda di 20 milioni, ossia una spesa di 405 lire per cavallo teorico, la quale permetterebbe un canone annuo di affitto inferiore a L. 35, mentre si sa che sui canali Cavour e Villoresi, malgrado le interruzioni ordinarie di ogni anno, si ottiene facilmente il fitto annuo di lire 70; che nella seconda parte del progetto, cioè nel tronco Sesia-Dora Riparia si avrebbero 73 826 cavalli teorici con una spesa di 23 milioni e mezzo, onde una spesa di sole L. 320 per cavallo teorico. Prolungando poi l'attuale navigabilità del Mincio da Mantova a Peschiera si collegherebbe il Po col Lago di Garda creando 10 000 cavalli di forza; così prolungando quella dell'Oglio da Pontevecchio al Lago d'Iseo si porrebbe in diretta comunicazione col Po quella laboriosa e fertile vallata. Così sono già navigabili in gran parte e possono rendersi tali totalmente con poca spesa e con proficuo ricavo di forza motrice Adda, Ticino, Secchia e Panaro, mentre i numerosi canali del bacino inferiore completano la rete navigabile.

Ricordati poi i reali e attuali vantaggi dei trasporti per ferrovia in confronto degli inconvenienti, quali devono lamentare nella nostra navigazione interna, dato lo stato attuale dei canali e corsi d'acqua, l'ing. Gallavresi espone i ripieghi per ovviarvi e primo quello di allargare i canali stessi e di costruire conche producenti i remunerativi salti d'acqua utilizzabili per forza motrice; e circa alla trazione, enumerati i vari sistemi possibili, considera in specie quello elettrico ricordando il tricolore Gaillot descritto dal generale Bigotti.

Riportando quindi le opere documentate dalle quali il generale Mattei dedusse le conseguenze sui prezzi di costo della navigazione interna, conchiude l'A. che per tonnellata-chilometro si spenderebbe lire 0,18 con un rilevante guadagno da impiegarsi man mano nella razionale sistemazione della nostra rete navigabile. Alle obiezioni che potrebbero essere fatte ai calcoli e dati esposti risponde categoricamente l'A. dimostrandone l'insussistenza.

Accennati, infine, i vantaggi che ne deriverebbero alla difesa nazionale, l'A. propone che le varie Società esercenti già indipendentemente sui laghi, sui canali e sui fiumi si uniscano con unità di scopo, di materiale e d'indirizzo per iniziare una continuata e ben coordinata navigazione interna; ricorda le parole autorevoli di stranieri e del nostro illustre professore, l'onorevole Giuseppe Colombo, e conchiude augurando che la nuova generazione abbia l'attività e l'energia di attuare l'ardito piano che creerebbe nell'Alta Italia oltre a 50 mila cavalli teorici di forza, che anche ridotti per prudenza nelle previsioni a soli 20 mila cavalli effettivi elettrici e venduti al prezzo annuo di L. 200 per cavallo-vapore, darebbero un reddito di 40 milioni annui, mentre l'A. crede di poter assicurare che 150 milioni di lire basterebbero all'esecuzione del suo arditissimo piano.

Rosee previsioni, in vero, che non si potrebbero dalla semplice lettura della Memoria dettagliatamente vagliare e confutare: è certo tuttavia che la questione è interessantissima e sarebbe ormai tempo che con pubbliche conferenze, con discussioni spassionate e proficue l'opinione pubblica potesse formarsi e convincersi che urge studiare e applicare il frutto di tali studi al ricupero di una latente ricchezza nazionale fin ora imperdonabilmente negletta. Basti il dire che in Germania il nuovo progetto di legge di canali di navigazione, la cui riapertura era stata annunciata nel recente discorso di Buelow all'apertura del Landtag prussiano, importa una spesa di 389 milioni di marchi da farsi nel breve periodo di 15 anni.

Ing. C. MONTE'.

(1) « L'Ingegneria civile », 1900, pag. 113.120.