

L'INGEGNERIA CIVILE

R

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

IDRAULICA PRATICA

SULLA STAZIONE IDROMETRICA SPERIMENTALE
DA ERIGERSI IN VICINANZA DI SANTHÌA.

Appunti dell'Ing. G. SACHERI

Vedi la tav. XIV

Fra poco il R. Ministero del Tesoro sottoporrà all'approvazione del Parlamento italiano il progetto di legge per la costruzione di un edificio idraulico destinato alla misura delle grandi portate, di un edificio stato egregiamente ideato per fare svariati esperimenti idrometrici in una scala ben più vasta di quanto non si sia ancora potuto fare fin qui né in Italia, né in alcun'altra regione del mondo.

La grande Stazione idrometrica sperimentale che vuoi erigere ha innanzi tutto da raggiungere uno scopo tecnico ed economico importantissimo; inquantochè è vivamente sentito dall'Amministrazione dei Canali demaniali il bisogno, così nel pubblico, come nel privato interesse, di por termine a tante controversie, domandando alla scienza sperimentale norme sicure per valutare la portata dei diversi sistemi di derivazione usati sulla rete del Canale Cavour e sue dipendenze (*). Non potrebbesi invero per i casi delle grandi portate accettare quei medesimi coefficienti che l'esperienza ha somministrato per portate di molto inferiori; e devesi inoltre tener conto di tante circostanze speciali influentissime che nella pratica si è obbligati ad ammettere, abbenchè non abbiansi risultati di esperienze dirette per poter valutare con qualche sicurezza la loro influenza.

A questo scopo tecnico ed economico, ma d'ordine essenzialmente amministrativo, veniva di sua natura ad aggiungersi uno scopo eminentemente scientifico, e non meno importante per i progressi dell'idraulica pratica; poichè il Ministero della pubblica istruzione esprimeva il desiderio che il nuovo Stabilimento potesse realmente ed utilmente servire di nobile palestra ai giovani allievi di tutte le Scuole d'ingegneria italiane; e così oltre all'utilità che sarà per dare il nuovo Stabilimento quale mezzo d'istruzione, esso recherà lustro e decoro al paese, a cui incombe il dovere di conservare intero il prestigio del primo posto negli studi dell'idraulica sperimentale, che tanto meritamente seppero dargli i nostri sommi maestri.

*

La compilazione del progetto di un edificio che rispondesse ad uno scopo di tanta importanza non potè per circostanze diverse aver luogo, se non dopo che il R. Ministero del Tesoro, con decreto del 5 febbraio 1885, assecondando le più vive istanze del comm. Sospizio, saggiamente affidava quell'incarico a nuova Commissione tecnica, presieduta dall'illustre idraulico, il prof. comm. Domenico Turazza, della Scuola degli ingegneri di Padova. Fu inoltre chiamato a far parte di detta Commissione il chiarissimo professore d'idraulica Ildebrando Nazzani, della Scuola degli ingegneri di Roma; e l'Ingegneria piemontese vi fu nel miglior modo

(*) Sin dal 1869 il Ministero aveva a tale scopo proceduto alla nomina di apposita Commissione la quale fu presieduta dall'illustre idraulico Possenti, e della quale faceva pure parte il chiar. prof. Richelmy, entrambi di compianta memoria.

rappresentata da due idraulici valenti, stati dal Governo meritamente preposti alla Direzione tecnica dei Canali demaniali, il comm. Gabriele Susinno, attualmente ispettore del Genio Civile, ed il cav. Cesare Marchetti, che successe al primo nella carica di ingegnere in capo dell'Ufficio tecnico dei Canali Cavour. Infine anche l'ingegneria pratica in quanto ha rapporto coll'interesse dei privati, ebbe pure la sua voce in seno di cotesta Commissione per mezzo di due egregi ingegneri, il cav. Rocco Colli, ed il cav. Paolo Troncone.

La Commissione non frappose indugio nell'adempiere all'onorevole mandato, e concretate in parecchie sue adunanze le basi generali del grandioso edificio, instava presso l'illustre suo presidente perchè volesse ancora assumersi l'importante ufficio di sovrintendere allo studio dei particolari, ed alla redazione del progetto esecutivo, in modo da raggiungere in ogni parte uno scopo così eminentemente utile ed alla pratica ed alla scienza. Epperò la Commissione prescelse i due chiarissimi assistenti di idraulica pratica e di lavori idraulici della Scuola d'applicazione degli ingegneri di Padova, V. Salvotti e G. Turazza; questi due egregi ingegneri colla loro ben nota abilità si occuparono del progetto esecutivo sotto la direzione dell'illustre loro professore, riunendo in ventiquattro tavole i necessari particolari di esecuzione e corredando il progetto degli occorrenti computi metrici e del calcolo preventivo della spesa. Una dotta relazione dell'illustre Presidente della Commissione idrometrica accompagnò il progetto esecutivo all'approvazione della Commissione e successivamente all'esame del Consiglio superiore dei Lavori pubblici, il quale con suo voto del 14 scorso agosto approvando il progetto, ne elogiava ampiamente lo scopo e la redazione.

Ed ora non dubitiamo che il Parlamento italiano vorrà coronare l'opera insigne dei chiarissimi membri della Commissione idrometrica sperimentale, approvando la spesa necessaria per la esecuzione, essendochè nessuna spesa sarà mai soverchia a raggiungere lo scopo tecnico ed economico per il quale la Commissione è stata nominata.

Avendo avuto occasione di prendere visione di cotesto importante progetto, non abbiamo saputo resistere alla tentazione di darne una notizia sommaria ai lettori dell'*Ingegneria Civile*, lietissimi di vedere come non manchino all'Italia uomini superiori i quali non si accontentano di usufruttare le glorie del passato, ma pensano ad acquistarne di nuove, elevando instancabili il grido dell'*excelsior*.

*

La figura 1 della tavola annessa rappresenta in piccola scala la planimetria della Stazione idrometrica, e ci servirà a dare una idea bastevole di tutte le opere proposte, e dello scopo per cui furono ideate.

*

Prese d'acqua. — Due distinte prese d'acqua, Π e π , sono disposte sulla sponda destra del naviglio di Cigliano (*), a

(*) Il canale o naviglio di Cigliano era stato costruito dapprima, circa un secolo fa, per la portata di 18 metri cubi. Negli anni 1858-59 fu allargato per la portata di 50, ed in casi eccezionali di 56 metri cubi. Ma esso è costretto a versare nel torrente Elvo la maggior parte delle sue acque, le quali passano poi nel Cervo, nella Sesia e finalmente arrivano nel Roggione di Sartirana, dopo aver percorso non meno di 30 chilometri di un alveo che per molta parte è assai assorbente. Si è pertanto progettato un canale di congiunzione tra il naviglio di Ci-

metri 30 circa di distanza l'una dall'altra, in vicinanza di Santhià, e ad una cinquantina di metri a valle del nuovo canale di congiunzione progettato tra il naviglio di Cigliano ed il Canale Cavour.

Le due prese d'acqua riproducono due dei cinque tipi principali delle prese attualmente in uso sul Canale Cavour. La presa maggiore della portata massima di *12 metri cubi al secondo* è la riproduzione di quella per il canale di Salluggia, e la minore, per una portata massima di *3 metri cubi al secondo*, riproduce la presa d'acqua per il Canale di Asigliano.

La bocca d'estrazione *maggiore*, della larghezza totale di m. 9,15, è divisa in sei luci uguali di m. 1,245, separate con stipiti di pietra della larghezza di 28 centimetri, e la cui soglia trovasi elevata sul fondo del canale di m. 0,90; l'altezza dell'acqua sulla soglia è ritenuta di m. 1,63; e l'entrata dell'acqua è regolata da paratoie a vite.

La bocca d'estrazione *minore* della larghezza totale di m. 4,14 è divisa in tre luci di m. 1,40, separate da stipiti di 0,28 e munite di paratoia a vite. La soglia della presa è alta m. 0,87 sul fondo del canale, e l'altezza massima dell'acqua sulla soglia si ritiene di m. 1,66.

*

Canali e bacini. — A bene comprendere la disposizione dei diversi canali e bacini che seguono le due derivazioni su cennate, è d'uopo aver presente lo scopo precipuo che il nuovo edificio ha da raggiungere, e che è, come già si disse, di determinare con esattezza le portate delle varie prese attualmente in uso sul Canale Cavour. Il sistema più comunemente in uso presso l'Amministrazione dei Canali Cavour è quello delle luci a stramazzo; ed in generale l'edificio di derivazione consta:

1° di una bocca d'estrazione in fregio al canale;

2° di un tratto di canale murato, di lunghezza variabile da 5 a 6 metri, coperto in parte da un ponticello per la strada di servizio che corre parallela a fianco del Canale Cavour;

3° di un *bacino*, alla cui estremità è la *bocca modellatrice*, la quale serve a misurare l'acqua che si dispensa.

La lunghezza di questo bacino è quasi sempre doppia della sua larghezza, la quale a sua volta è doppia della larghezza della luce.

Ora si ha motivo di ritenere troppo esigua la lunghezza di questo bacino, se limitata a quattro volte la larghezza della luce. È bensì vero che ad accrescere la lunghezza dei bacini ostano spesso difficoltà locali; e tra le difficoltà debbesi pure notare quella della spesa. Ma è indubitato che nei bacini di breve lunghezza l'acqua entrando forma una corrente nel bel mezzo, lasciando a destra e sinistra l'acqua quasi stagnante, a vece di espandersi e di comunicare il movimento a tutta la massa liquida contenuta nel bacino. Nei bacini di troppo breve lunghezza può giovare la introduzione di alcuni ostacoli per obbligare la corrente a rompersi e l'acqua ad espandersi anche lateralmente. Vi sono invece dei casi in cui avendosi una certa distanza, conviene fare a meno della parete a monte del bacino, ed accontentarsi di un calice imbutiforme fra questa parete e le porte di presa, e via dicendo. Nè vuolsi poi dimenticare che alcune volte è d'uopo ricorrere alle dispense con luci completamente rigurgitate, stante la pochissima pendenza dei canali derivatori.

La Commissione ebbe cura che le disposizioni delle varie vasche della Stazione idrometrica, mentre permettevano la riproduzione di tutte quelle attualmente in uso sul Canale Cavour, permettessero pure le trasformazioni occorrenti a

glianò, presso Santhià, ed il Canale Cavour superiormente a S. Germano. Questo canale di congiunzione, il cui progetto è stato di questi giorni portato all'ordine del giorno della Camera dei deputati per la sua approvazione, mentre assicura al Canale Cavour la competenza normale di 90 metri cubi al di là della Sesia, metterà a disposizione degli industriali nelle vicinanze di Santhià una quantità considerevole di forza motrice; impingerà il Canale d'Ivrea, portando alle porte della città di Vercelli nuova forza motrice, e finalmente scaricherà nella Sesia la quantità d'acqua necessaria a regolare la competenza del Roggione di Sartirana.

determinare quale influenza abbia in tali casi una maggior lunghezza del bacino che precede la bocca modellatrice, ed inoltre rendessero possibili le esperienze su tutti quegli altri tipi di edifici derivatori che le circostanze della pratica potessero suggerire.

*

Le disposizioni adottate rispettivamente per i due casi di grandi portate fino a quella di 12 metri cubi al secondo, e di minori portate fino a quella massima di 3 metri cubi al secondo, sono le seguenti:

Vasche sperimentali per le derivazioni maggiori. — Alla bocca d'estrazione maggiore fa seguito una vasca V a fondo orizzontale, larga m. 9,15, lunga m. 10,80, attraversata da un ponte a tre archi destinato al passaggio della strada comunale che corre parallela al Canale di Cigliano. Dopo un salto di m. 0,40 è disposta una seconda vasca V', larga m. 15, lunga m. 19,90 a fondo orizzontale, alla quale fa seguito con salto di m. 0,27 un'altra vasca V'' eguale di dimensioni alla precedente e pure a fondo orizzontale. Dopo un altro salto di m. 0,27 si ha un raccordo ad imbuto, lungo 15 m., e restringentesi fino ad avere la larghezza di 6 metri del canale CC, il quale conduce l'acqua nella vasca misuratrice, o nel canale di scarico, siccome vedremo. All'origine del canale C è un ponte a travata di ferro L, largo 3 metri. A destra delle tre vasche V, V' e V'' sono tre pozzetti *iii* comunicanti colla vasca rispettiva, e destinati agli idrometri.

La bocca modellatrice per la misura delle portate potendo essere collocata tanto al termine della vasca V' che al termine della vasca V'' si potranno fare esperienze anche nel caso in cui il bacino che precede la bocca modellatrice abbia lunghezza doppia di quella usata nel Canale Cavour.

*

Vasche sperimentali per le derivazioni minori. — Alla bocca d'estrazione per le portate minori fa seguito un primo calice *v* della larghezza di m. 4,06 e della lunghezza di m. 10,50, a fondo orizzontale, attraversato con ponte ad un solo arco per il servizio della strada comunale sopra nominata; poi viene una vasca *v'*, larga m. 4,94 e lunga m. 12,50, il cui fondo incomincia allo stesso livello della precedente, ma che presenta la pendenza assoluta di 50 cent. sulla totale lunghezza; e poi una seconda vasca *v''*, larga m. 7,50 e lunga m. 16 colla pendenza assoluta di soli 4 centimetri sulla totale lunghezza. Tutte queste dimensioni riproducono esattamente il derivatore che alimenta il Canale di Asigliano. Le bocche modellatrici per la misura delle portate potranno essere a volontà di chi sperimenta collocate al termine di una qualunque delle tre vasche suddette, ed a tale scopo si trovano i tre pozzetti *v', v'', v'''* per collocarvi gli idrometri.

La vasca *v''* è attraversata nel mezzo da una travata di ferro L', che potrà occorrendo farsi scorrevole su rotaie, per comodità del servizio alle due estremità della vasca.

Una vasca *v'''*, maggiore delle precedenti, che ha 20 metri di lunghezza e 10 di larghezza ed a fondo orizzontale, è destinata a tranquillare i moti ondosi e vorticosi prodotti dalla caduta dell'acqua dalla bocca modellatrice; essa può alimentare il bacino di sperimentazione B, che è sul prolungamento dell'asse stesso longitudinale della vasca e la vasca laterale di alimentazione *v^{iv}*.

*

Vasca laterale per le portate di 300 litri. — La vasca *v^{iv}* è per le ricerche a farsi con portate non eccedenti i 300 litri, portate le più convenienti per tutte quelle svariate ricerche d'idraulica che sono tuttora un vivo desiderio della pratica e costituiscono un utile esercizio delle nostre Scuole di applicazione.

La vasca di alimentazione *v^{iv}* ha la larghezza di 5 metri e la lunghezza di m. 21,60. L'acqua, che vi ha l'altezza di m. 1,30, è obbligata per estinguere anche i più piccoli suoi movimenti, a discendere in una pozzetta *p* larga quanto la vasca e lunga metri 4, della profondità di 1 metro, e divisa a metà lunghezza da un diaframma trasversale, mobile, a mo'

di paratoia, e che perciò può immergersi nella pozzetta quanto occorre.

Avendosi così in questa vasca v^{iv} uno specchio d'acqua assolutamente tranquillo, all'origine del bacino b si potranno applicare direttamente le luci da sperimentare.

*

Il bacino di sperimentazione b ha la larghezza di 3 metri e la lunghezza di m. 20,60. Il suo fondo orizzontale è di m. 1,70 più basso di quello della vasca di alimentazione v^{iv} , per cui l'efflusso sarà sempre libero; a metà di sua lunghezza ha una pozzetta p' munita di diaframma per tranquillare le onde prodotte dal salto predetto, mentre abbassando sufficientemente il diaframma si potranno anche produrre i rigurgiti occorrenti alle prove delle luci rigurgitate.

A seconda dei casi le luci di prova potranno essere collocate all'una o all'altra delle estremità di questo bacino. La estremità superiore ha la luce divisa in due da uno stipite nel mezzo, ed un ponticello formato con due lastre di pietra serve alle manovre. Ma all'estremità inferiore è possibile applicare altre luci fino alla larghezza totale di 3 metri, non essendovi più lo stipite divisorio, ed il ponticello di servizio essendo ad un solo arco. Lasciando libera la estremità superiore si potrà ottenere all'estremità inferiore una massima altezza d'acqua di metri 3 sul labbro inferiore della luce. Alle due estremità del bacino, sul lato sinistro, sono disposti due pozzetti idrometrici, entrambi divisi in due scompartimenti, per misurare l'altezza d'acqua immediatamente a monte delle luci, e nel punto in cui il liquido si ritiene stagnante.

*

Apri-serra dell'Ing. Colli. — Dal bacino b l'acqua si versa nel canale c' , anch'esso più basso di m. 1,70 del bacino precedente; il canale c' è chiuso all'estremità inferiore, e porta scolpite sul suo fondo in a due luci rettangolari, fra loro uguali e parallele, lunghe (nel senso dell'asse del canale) m. 1,75 e larghe m. 0,20; da quella di sinistra l'acqua cade in un sottostante canale che la conduce ad essere misurata nella vasca di misura m ; da quella di destra l'acqua si precipita nel canale di scarico s . L'ampiezza di coteste luci è tale che anche avendosi sul fondo del canale un'altezza d'acqua di 20 centim., potrà sempre scaricarsi una portata di 350 litri al secondo senza dar luogo a rigurgito. Su ciascuna luce scorre un otturatore di legno, di 10 centim. più lungo e più largo della luce stessa; e i due otturatori uniti fra loro per mezzo di un telaio scorrevole su 4 ruote, sono comandati da una leva. Così mentre una luce si chiude, apresi l'altra simultaneamente. La figura 4 indica una sezione longitudinale e la figura 5, in scala più grande, una sezione trasversale dell'ora descritto apri-serra, sistema semplicissimo, ideato e proposto da uno dei membri della Commissione, l'ing. Rocco Colli, e che la Commissione ha accettato per esperienze colle piccole portate di 100 a 200 litri.

*

Dalla vasca v^{iv} dipartesi pure ad angolo retto il canaletto c della larghezza di m. 1,40, di fondo orizzontale, ed allo stesso livello della vasca v^{iv} , per i primi 40 metri, dopo di cui ha luogo un salto di m. 1,42. Oltre che alla tara dei reometri, questo canaletto è destinato essenzialmente a sperimentare la influenza sull'erogazione prodotta da un canale che sussegue una data luce; potendo servire a tale uopo la luce o od anche la o' ; e l'acqua potendo essere scaricata per esse nella piccola vasca di misura m , o per il canale c'' nella vasca misuratrice maggiore M . Il canale d , che fa seguito alla luce o , è della larghezza di m. 1,00 (e come vedesi pure di fronte sulla fig. 4), esso presenta subito un salto di m. 1,13; per cui, quando sia collocata una bocca al suo incile, riuscirà facile determinare l'influenza che ha la velocità delle acque scorrenti nel canale c su di una luce o aperta in fregio allo stesso.

*

Torre degli efflussi. — Sulla sponda destra del canaletto c apresi la bocca o' che conduce alla così detta torre degli efflussi, ordinata alle piccole esperienze per gli Allievi Inge-

gnieri delle Scuole italiane. Questa torre, segnata sulla planimetria colla lettera t , e riprodotta in scala maggiore nella figura 7, che ne dà una sezione verticale sull'asse, è una vasca della lunghezza di m. 3,20 e della larghezza di m. 2. È divisa internamente in due salti; cioè il tratto posteriore di m. 1,50 presenta un salto di m. 1,95 dal fondo del canale alimentatore, e la restante parte di m. 1,70 presenta il salto totale di 4 m.

Nella parete di questa torre, che è rivolta verso la vasca misuratrice, sono aperte quattro luci quadrate di m. 0,60 di lato e sottostanti l'una all'altra di 85 centimetri, e così con una distanza tra loro di m. 1,45 da centro a centro. Quella più bassa ha il suo labbro inferiore 4 metri al disotto della soglia della bocca di alimentazione, epperò regolando convenientemente l'altezza dell'acqua nel canale, si potranno misurare portate i cui carichi vanno da 0 a m. 5,30. Una piastra di ghisa terrà chiuse le bocche che non devono servire, ed una scorrevole di ferro o di bronzo nella quale sia scolpita la luce che si vuole sperimentare, verrà applicata a quella in esperimento; la loro manovra sarà fatta collo stesso sistema dei rulli a catena e manovella adottato con sì buon successo dall'illustre Michelotti alla storica torre idraulica della Parella che fu poi riprodotta, a titolo di ricordo, presso la Scuola del Valentino. Con tale sistema si ottiene in sull'istante il taglio della vena fluida. Un'impalcatura mobile permetterà di fare comodamente la manovra ad una altezza conveniente per le singole luci. Le luci potranno avere al massimo la larghezza di m. 0,20 per 0,20; e la vena sgorgante da qualunque delle quattro luci è ricevuta nella sottoposta vasca misuratrice.

A vuotare la torre ad esperimento finito serve un foro sul fondo della medesima, del diametro di 15 centim., chiuso da otturatore che si manovra con manovella; esso mette in un tubo di ghisa e del diametro di 15 cent., il quale va a congiungersi col tubo di scarico e' della vasca di misura.

*

Bacino sperimentale maggiore. — Per le portate medie, fino a quella di tre metri cubi al 1", è stato disposto in prosecuzione della vasca di alimentazione v''' il bacino sperimentale B , della larghezza di m. 5 e della lunghezza di ben 35 metri. Alla sua origine è una pozzetta p'' divisa da diaframma e in tutto come quelle già descritte; ad una distanza di m. 10 si possono collocare le prime luci di prova; e a tale scopo la larghezza del bacino è divisa in tre luci da due stipiti di 0,40 ciascuno, su cui poggiano i lastroni del ponte di servizio. Il fondo orizzontale di questo primo tratto del bacino è allo stesso livello di quello della vasca di alimentazione v''' . Dopo un salto di m. 1,42 vi è un secondo tratto della lunghezza di ben 25 metri, diviso per metà dalla solita pozzetta p''' con diaframma per acquetare le onde; ed all'estremità opposta, la cui larghezza non è più divisa da stipiti intermedi, si possono sperimentare altre luci di larghezza maggiore. Quivi il ponte di servizio è costituito da una passerella di ferro l .

Contro le luci applicate all'estremità superiore dell'ora descritto bacino si potrà avere un'altezza d'acqua di m. 1,30 sul labbro inferiore delle luci; sopprimendo queste si potrà avere contro le luci applicate all'estremità inferiore un'altezza d'acqua di m. 2,70.

Da queste ultime luci l'acqua si versa con un salto di m. 1,42 nel canale C' , che la dirige per mezzo dell'apri-serra A nel canale di scarico s' , o nella vasca misuratrice M , siccome fra poco vedremo.

Notiamo, per ultimo, che il bacino B è munito sulla sponda sinistra di due pozzetti idrometrici, a doppio scompartimento, aventi lo stesso scopo di quelli precedentemente menzionati.

*

Bacino laterale. — Un altro bacino di sperimentazione B' riceve l'acqua direttamente dal grande derivatore, con un salto di m. 1,40. Esso è della larghezza di 3 metri, e della lunghezza di m. 24 divisa a metà dalla solita pozzetta (p^{iv}) con relativo diaframma per acquetare l'acqua che si versa dalle luci poste in fregio al canale C . All'estremità inferiore

si possono applicare altre luci versanti l'acqua nel canale C' davanti l'apri-serra A, per il quale l'acqua potrà passare nella vasca di misura M. Ma qui non sono tanto le portate che potrà occorrere di determinare, e per le quali meglio si ricorrerà alla vasca misuratrice minore *m*; mentre codesto bacino è essenzialmente diretto a risolvere l'importante problema di trovare la differenza che passa fra il carico di una luce aperta in fregio ad un canale, la cui acqua sia dotata di velocità, ed il carico corrispondente, qualora l'acqua a monte sia tranquilla. Ora è evidente che sperimentando, tanto in fregio al canale C, quanto al termine del bacino laterale B', con luci nelle stesse condizioni d'efflusso, lasciando stabilire il moto equabile, le due luci daranno la stessa portata, e si avrà nella lettura dei due idrometri la differenza di carico cercata.

A tale effetto, per le luci in fregio al canale C si hanno due idrometri, di cui uno dà il livello, immediatamente a monte della luce, e l'altro il livello contro la riva opposta del canale, di fronte alle luci; e per le luci all'estremità inferiore del bacino i due idrometri danno come al solito l'altezza dell'acqua immediatamente sopra le luci, e nel punto dov'essa si reputa più stagnante.

Alle due estremità del bacino dove si applicano le luci, si ha uno stipite nel mezzo, e su di esso si appoggiano i lastroni del ponte di servizio.

*

Apri-serra per le portate medie. — Per le portate non eccedenti i 3 metri cubi al secondo, allo scopo di poter chiudere quasi istantaneamente l'accesso dell'acqua versandola ora nella vasca di misura, ora nel canale di scarico, si è adottato un sistema di apri-serra con due coppie di paratoie, simile a quello ideato nel Belgio dall'ing. Keelhoff. Il sistema consiste nell'avere due paratoie (fig. 6) l'una relativamente leggiera, perchè di legno, e l'altra di ghisa e sufficientemente pesante, raccomandate entrambi ad un bilanciante per modo che la più pesante, lasciata libera a sè, appena che una leva rimuova certi uncini a scatto i quali la tengono sospesa in alto, cade in virtù del proprio peso, alzando la paratoia di legno, e vincendo tutte le resistenze che si oppongono al movimento delle due paratoie. Occorrono, naturalmente, due di questi congegni nei quali la paratoia pesante e la leggiera si trovino inversamente collocate; e la disposizione a tale effetto adottata risulta molto chiaramente sul piano generale. Vedesi infatti come al termine del canale C' l'acqua passi in una vaschetta divisa da un parti-acqua; per la luce di destra l'acqua cade nel canale di scarico *s'*; per quella di sinistra l'acqua prosegue e svolta ad angolo retto nella vasca A; che di bel nuovo si divide in due luci, di cui una conduce nella vasca di misura, e l'altra ancora nel canale di scarico *s'*. Delle due prime luci è munita di paratoia di ghisa quella che dà al canale di scarico; delle due seconde, la paratoia pesante è applicata alla luce che dà accesso alla vasca misuratrice. Le quattro luci sono tutte larghe m. 2,40 perchè non vi sia rigurgito. Prima di incominciare l'esperimento le due paratoie di ghisa sono entrambe sollevate, e l'acqua va nel canale di scarico. La caduta della prima paratoia di ghisa segna il principio dell'esperimento, e determina l'entrata dell'acqua nella vasca di misura; la caduta della seconda paratoia di ghisa determina di bel nuovo il passaggio dell'acqua nel canale di scarico e la fine dell'esperimento. Le paratoie sono dell'altezza di 1 metro; quelle di ghisa hanno lo spessore di 4 centim. ed il peso di 600 chg.

Il sollevamento delle paratoie di ghisa si compie col mezzo di apposito verricello a mano. La discesa è comandata per mezzo di meccanismo a scatto da una leva. La parte inferiore delle paratoie dovrà essere guernita di feltro per rendere più completa la chiusura, e meno pregiudizievole gli urti della loro caduta alle soglie.

*

Apri-serra per le grandi portate. — Per le grandi portate e fino a quella massima di 12 metri cubi al secondo si presentava naturalmente assai difficile l'approntare un conveniente apri-serra; il sistema Keelhoff avrebbe necessitato

considerabile spazio per il manufatto, e le paratoie di ghisa avrebbero necessitato un peso egualmente straordinario, di oltre una tonnellata ciascuna. Fortunatamente avendosi, in questo caso speciale, disponibile un conveniente salto, i due egregi Ingegneri incaricati dello studio di tutti i particolari del progetto, se ne valsero per immaginare un semplice ed ingegnoso sistema, che riteniamo bene adatto allo scopo.

Il sistema ha qualche relazione sia coll'apparecchio proposto dall'ing. Colli, solo che le luci e gli otturatori si trovano in piano verticale, anzichè in piano orizzontale, sia col sistema Keelhoff, inquantochè la manovra istantanea della chiusura delle luci è affidata al peso di una paratoia di ghisa, e l'azione dell'uomo è limitata a far agire lo scatto.

Il canale CC, della larghezza di 6 metri, ed avente la pendenza di 0,0005 per metro, a m. 86,50 dalla sua origine dopo l'ultima vasca, incontra il grande apri-serra B, rappresentato pure con una sezione longitudinale ed una trasversale nelle figure 2 e 3. Dalle quali figure apparisce che le tre luci ω le quali permettono all'acqua di scendere nella vasca di misura M per mezzo del canale coperto *q*, trovansi sulla stessa verticale ed al disotto di quelle che danno al canale di scarico *s*; per cui il manufatto è come diviso in due compartimenti, l'uno superiore e l'altro inferiore.

Le tre luci superiori essendo considerate come stramazzi a contrazione soppressa sul fondo (coefficiente = 0,403) ed avendosi un'altezza d'acqua di metri 1,70 esigerebbero per smaltire la portata di 12 metri cubi al secondo una larghezza complessiva di m. 3,03; ora ciascuna luce ha effettivamente la larghezza di m. 1,02. Le tre luci inferiori hanno la stessa larghezza ed un'altezza di m. 0,90; il loro centro è m. 1,05 sotto il fondo del canale, e quindi avranno un carico di metri 2,75. Adottando per coefficiente 0,64 perchè la contrazione risulta soppressa, si ha, per ciascuna di esse, la portata di m. 4,20.

Per ciascuna delle tre luci havvi una paratoia composta di un quadro o telaio di ferro con due tavolati lasciati tra loro un vano dell'altezza di m. 2,25; il tavolato più basso è di legno e dell'altezza di m. 1,10; quello più alto è di ghisa e dell'altezza di m. 1,85.

Sollevate alla loro massima altezza le tre paratoie chiudono col tavolato inferiore le tre luci ω , e le tre luci superiori essendo completamente aperte, l'acqua dal canale C va nel canale di scarico. Cadendo il quadro intiero, e venendo a battere sul fondo *h* dell'apri-serra, le luci ω restano aperte e quelle superiori restano chiuse dal tavolato superiore, per cui l'acqua dal canale C va nella vasca di misura. Il tavolato superiore, che è di ghisa, è inoltre scorrevole nel quadro di ferro, appena si tolgano alcune caviglie di ritegno, e cadendo da solo e venendo a battere su quello inferiore, chiude la luce ω , e lascia di nuovo adito all'acqua di andare nel canale di scarico. Caviglie di ritegno e meccanismi a scatto opportunamente immaginati e bene studiati nei loro particolari, permettono le due manovre di caduta, prima del telaio intiero, scorrevole nei gargami di ghisa degli stipiti; poi del tavolato di ghisa superiore lungo il telaio medesimo. Sul fondo *h* sono disposte delle travi di legno per attutire gli urti; e l'estremo inferiore del tavolato di ghisa è munito di uno strato di feltro.

Alla distanza di m. 4,40, a monte dalle paratoie dell'apri-serra, sono state disposte altre paratoie manovrate a vite allo scopo sia di intercludere il passaggio dell'acqua in una o due delle bocche esistenti, quando per la minore portata del canale fossero sufficienti due od una bocca per scaricare l'acqua senza generare nel canale a monte un rigurgito, sia ancora per rendere minima durante il tempo degli esperimenti la differenza dei peli d'acqua nel canale. Di questa differenza si potrà ad ogni modo tener conto collocando opportuni idrometri nel canale stesso per le occorrenti osservazioni.

*

Vasche di misura. — A motivo della grande differenza di portate alle quali volevasi che lo stabilimento potesse prestarsi, una sola vasca di misura sarebbe riuscita troppo scarsa per le une ed eccessiva per le altre; epperò se ne progettaron due.

La minore *m* ha m. 8 di lunghezza, m. 7 di larghezza e m. 2 di profondità; tenendo conto del canale d'immissione sottostante all'apri-serra *a*, essa presenterebbe una capacità di m. c. 117; ma difficilmente le perturbazioni del livello dell'acqua permetteranno che venga utilizzata tutta la sua altezza; ad ogni millimetro di altezza corrisponde un volume di litri 58 e mezzo circa; sperimentando colla portata massima di 300 litri al secondo, si avrà un aumento nel livello dell'acqua di 5 millimetri ogni minuto secondo; e l'esperienza potrà durare fino a 400" ossia per 6' 40".

La vasca maggiore *M* ha 30 metri di lunghezza, 20 di larghezza e m. 3 di profondità; compresi i canali d'immissione del medio e del grande apri-serra essa presenta una capacità di m. c. 1916; ad ogni millimetro di altezza corrisponde un volume di litri 638; sperimentando colla portata massima di 3 m. c. al secondo, si avrà un aumento nel livello dell'acqua di 5 mm. al 1" e l'esperienza potrà durare per 600" ossia per 10 minuti primi. Sperimentando colla portata massima di 12 metri cubi al secondo, il livello dell'acqua nella vasca aumenterà di 20 mm. ogni secondo e la durata dell'esperienza sarà di 150".

In ogni vasca è disposto lateralmente uno sfioratore (*F ed f*) il quale comunica col canale di scarico (*s ed s'*) per il caso in cui abbiansi a fare esperienze a vasca piena.

La vasca minore si vuota per mezzo di un tubo *e* del diametro di 45 mm. che versa nello scaricatore generale ed occorrono 5' per vuotarla interamente; il tubo è chiuso da un otturatore che si manovra a vite.

La vasca maggiore si vuota per mezzo di un tubo *E*, del diametro di 850 mm., ed occorrono circa 15' a vuotare interamente la vasca; tale intervallo di tempo è pur quello occorrente a rimettere a posto le paratoie dell'apri-serra.

*

Crono-idrometrografo del Salmoiraghi. — Due piccoli locali (*G e g*) vicino alle vasche di misura, di 3 metri in quadro internamente, sono a riparo e custodia dei crono-idrometrografi; con questo apparecchio il Salmoiraghi si ripromette di ottenere ad ogni istante le variazioni di livello nella vasca misuratrice, unitamente al tempo impiegato a raggiungerlo.

E invero per le portate da 10 a 12 metri cubi, l'aumento di livello essendo di 20 mm. circa al 1", non basterebbe che gli idrometri ordinati ad indicare il livello dell'acqua nella vasca di misura possano dare le più piccole variazioni di livello; ma dovranno pure poter indicare con tutta esattezza il tempo impiegato a raggiungerli; conchè si potrà anche aver mezzo di escludere il primo e l'ultimo momento dell'esperienza per ovviare alle differenze recate dal tempo impiegato nell'invertimento dell'acqua per quanto breve esso sia.

Il Salmoiraghi avrebbe disposto a tale scopo il suo apparecchio in modo che il galleggiante dà l'impulso motore al nastro di carta, il quale svolge proporzionalmente alle altezze che l'acqua raggiunge nella pozzetta; ed una penna segnerebbe sulla carta i minuti secondi, avendosi a tal fine un elettromagnete sotto il comando di un pendolo a secondi. Se non che tutto ciò presuppone la possibilità di evitare affatto le oscillazioni di pelo nella pozzetta.

*

Canale di scarico. — Dopo il grande apri-serra il canale generale di scarico *S* corre in sponde di terra ed immette le acque che servirono agli esperimenti nel Canale sussidiario derivato da quello di Cigliano, per cui le acque non vanno perdute.

*

Fabbricati. — Una modesta casetta *H* di 14 metri in quadratura con un pian terreno ed un primo piano offre i locali occorrenti per la Direzione ed il custode, e le collezioni. Al pian terreno v'è una sala per adunanze, un gabinetto per le collezioni degli strumenti e due sale per deposito; al piano superiore il gabinetto di studio del Direttore e l'alloggio per il custode.

Una tettoia *K* di m. 6 per 10 è destinata a magazzino degli attrezzi ed è posta perciò in vicinanza delle grandi luci da sperimentare.

RESISTENZA DEI MATERIALI

SULLA RESISTENZA DELL'ACCIAIO LAMINATO AGLI SFORZI CHE DEVE SOPPORTARE NELLE COSTRUZIONI.

Da qualche tempo l'acciaio laminato tende a sostituire il ferro nella costruzione dei ponti, massime quando occorre resistenza congiunta a molta leggerezza. Le qualità statiche dell'acciaio, che permettono di superare luci assai più ampie che non consenta il ferro, renderanno l'impiego del nuovo metallo assai conveniente, quando ne siano meglio conosciute le proprietà, e siano sparite le apprensioni di cui ora è oggetto, in seguito agli sfavorevoli risultati verificatisi in alcune delle sue prime applicazioni.

Il Ministero dei lavori pubblici in Francia incaricava nello scorso anno il signor Flamant, ingegnere capo di ponti e strade, di visitare i principali stabilimenti di produzione del ferro e dell'acciaio, esistenti in Francia e nel Belgio, nell'intento di ricercare e coordinare i documenti relativi alla resistenza di questi metalli ed agli sforzi a cui possono essere assoggettati nelle costruzioni.

Non sembra privo d'interesse il riassunto dei sopraindicati documenti, pubblicati negli: *Annales des ponts et chaussées* (1), per ciò che riguarda l'acciaio laminato, non che l'esame delle norme statiche che il costruttore deve seguire nel suo impiego.

I. Qualità dell'acciaio. — L'esame della composizione chimica dell'acciaio non costituisce una sicura indicazione delle sue qualità dal punto di vista statico, oltrechè l'analisi a cui si dovrebbe ricorrere è una operazione assai delicata e difficile.

La qualità dell'acciaio laminato dev'essere definita dalla resistenza alla rottura per trazione e dall'allungamento corrispondente.

Carico di rottura. — Per lo stesso acciaio varia secondo la forma e le dimensioni delle sbarre o lamiere di prova.

Gli strati superficiali, su cui si esercita l'azione del laminatoio, risultando, in qualche modo, compressi e quindi più densi degli strati intermedi, l'acciaio laminato non è perfettamente omogeneo e la sua resistenza varia in ragione inversa della grossezza delle lamiere. Per altro le differenze sono assai poco rilevanti, dentro i limiti delle dimensioni ordinarie. Per le lamiere e ferri d'angolo, che costituiscono le travate di un ponte, con grossezze comprese generalmente fra 8 e 20 mm. queste differenze non risulterebbero superiori ad un chilogrammo per millimetro quadrato e sarebbero per ciò trascurabili (2).

Per la stessa grossezza di lamiera, la resistenza varia secondo la sua larghezza, e diminuisce alquanto, allorchè aumenta il rapporto della larghezza alla grossezza (3).

Il senso della laminatura non modifica la resistenza dell'acciaio, che si conserva costante in qualunque senso venga misurata.

Invece la resistenza alla rottura varia notevolmente secondo che la prova di carico viene eseguita con maggiore o minore rapidità.

Quando la rottura si produce al fine di un breve periodo, la sbarra si riscalda sensibilmente, ciò che ne aumenta la resistenza; mentre, se la deformazione avviene lentamente, la

(1) Maggio, 1886.

(2) Una circolare del Ministero della marina francese del 2 febbraio 1885 richiedeva, per la stessa qualità di acciaio, una resistenza di 47 kg. per millimetro quadrato nelle lamiere di grossezza inferiore a 2 mm., e solo di 42 kg. per quelle di grossezza superiore a 20 mm.

(3) Tre sbarre d'acciaio, della stessa qualità, grosse un centimetro e larghe, rispettivamente, 2, 6, 10 cm., si sono rotte sotto i carichi di 42,7 kg., 41,3 e 40,2 per millimetro quadrato. La differenza che ha raggiunto 2,5 kg., quando il rapporto delle lunghezze ha aumentato nella ragione di 1: 5 non è considerevole quando si tratti di sezioni che poco si allontanano dalla forma quadrata, ma assume qualche importanza per le sezioni delle lamiere.

temperatura della sbarra non cresce e la sua resistenza è minore. La differenza può raggiungere 2 o 3 kg. per mm.² (1).

Allungamento. — Perchè l'allungamento corrispondente colla rottura per trazione non dia luogo ad apprezzamenti differenti, occorre tenere presente che, negli esperimenti di trazione, la sbarra attraversa tre distinti periodi:

1° Il *periodo elastico*, che comprende le deformazioni non permanenti o inferiori al limite di elasticità;

2° Un primo periodo di *deformazione permanente* che comincia dal limite di elasticità e termina al *maximum* di resistenza;

3° Un secondo periodo di deformazione permanente, che comincia dal *maximum* di resistenza e termina colla rottura. Durante questo periodo l'allungamento ha luogo in una sola parte della sbarra, e tale deformazione è anche chiamata *ristringimento* perchè è accompagnata da una contrazione trasversale che termina con la rottura.

Ciò premesso siano:

l, L le lunghezze primitive di due sbarre del medesimo acciaio, con sezioni trasversali simili di cui a, A sono le dimensioni omologhe;

λ l'allungamento unitario prima della contrazione, identico per le due sbarre, i cui allungamenti totali saranno λl e λL ;

x, X le lunghezze che nelle due sbarre subiscono la contrazione;

$\Delta x, \Delta X$ gli allungamenti che subiscono, in questo periodo, fino alla rottura.

Si avrà:

$$\frac{\Delta x}{\Delta X} = \frac{a}{A} \text{ ovvero } \Delta X = \frac{A}{a} \Delta x.$$

Gli allungamenti totali delle due sbarre saranno rispettivamente:

$$\lambda l + \Delta x \quad \text{e} \quad \lambda L + \Delta X = \lambda L + \frac{A}{a} \Delta x$$

e gli allungamenti unitari:

$$\lambda + \frac{\Delta x}{l}, \quad \lambda + \frac{A}{AL} \Delta x = \lambda + \frac{\Delta x}{l} \cdot \frac{Al}{aL}.$$

Essendo le sbarre costituite dello stesso metallo, gli allungamenti unitari devono risultare eguali e quindi

$$\frac{Al}{aL} = 1 \text{ ovvero } \frac{l}{a} = \frac{L}{A}.$$

Per tutti gli altri valori di l o di L che non soddisfano a questa condizione, gli allungamenti, misurati sulle due sbarre, saranno differenti; e la differenza espressa dalla formola:

$$\frac{\Delta x}{l} \left(\frac{Al}{aL} - 1 \right)$$

aumenterà quanto si vuole crescendo il rapporto $\frac{A}{a}$ e dimi-

nuendo l'altro $\frac{L}{l}$. Pertanto, quanto più le sbarre di prova saranno grosse e corte, tanto più l'allungamento unitario sarà espresso da una cifra elevata (2).

In conseguenza allorquando si dà l'allungamento unitario di una sbarra sottoposta a trazione, occorre conoscere non solo la lunghezza su cui l'allungamento venne misurato, ma anche le dimensioni della sezione trasversale.

Adottando la relazione

$$\frac{l}{a} = \frac{L}{A} = \text{cost.}$$

ed ammettendo che la forma della sezione trasversale non in-

(1) La resistenza alla rottura dell'acciaio raggiunge un *maximum* alla temperatura di circa 300° centigradi. Sopra questa temperatura decresce rapidamente.

(2) Alcune sbarre dello stesso acciaio, per una medesima lunghezza di 100 mm. hanno subito allungamenti dal 25 al 37,5%, secondo che il loro diametro aumentava da 5 a 20 mm.

fluisca sulle condizioni di resistenza, al rapporto $\frac{a}{A}$ si può

sostituire l'altro $\sqrt{\frac{s}{S}}$ delle radici quadrate delle superficie di dette sezioni, ed allora la condizione perchè l'allungamento unitario sia costante verrà espressa dalla relazione:

$$\frac{l^2}{s} = \frac{L^2}{S} = \text{cost.}$$

e perchè gli allungamenti misurati su sbarre di forme e dimensioni diverse siano paragonabili fra loro, occorre che le lunghezze, su cui si misurano, siano *proporzionali alle radici quadrate delle aree delle sezioni trasversali*.

Il valore assoluto del rapporto $\frac{L^2}{S}$ è arbitrario; ma, ammessa la legge precedente, si adotta come termine di paragone una *sbarra-tipo* qualunque e se ne dedurrà il valore corrispondente del rapporto $\frac{L^2}{S}$ che, una volta fissato, servirà a determinare le lunghezze sulle quali si dovranno misurare gli allungamenti delle altre sbarre (1).

Tempra. — In tutte le qualità dell'acciaio la tempra aumenta la resistenza e diminuisce l'allungamento di rottura; oltrechè innalza il limite di elasticità avvicinandolo al carico di rottura, massime negli acciai duri che, una volta temprati, conservano le deformazioni proporzionali ai carichi fin presso la rottura.

Quando occorre che l'acciaio si conservi dolce e di facile lavorazione, occorre verificare se, dopo ricevuta la tempra, possa ancora ripiegarsi a freddo, secondo forme preventivamente fissate.

Le condizioni a cui si vuole soddisfare a questo riguardo saranno più o meno rigorose, secondo l'uso a cui l'acciaio viene destinato (2), ma avranno sempre per scopo di assicurare che, sotto l'azione della tempra le diverse parti di acciaio (lamiera, ferri d'angolo, ecc.) da impiegarsi nelle costruzioni si sono conservate duttili e malleabili.

II. Condizioni statiche a cui deve soddisfare l'acciaio. — Vengono qui appresso esaminate le condizioni statiche a cui devono soddisfare le parti di acciaio da impiegare nella costruzione dei ponti.

Resistenza alla rottura. — Gli stabilimenti metallurgici potendo fornire acciai con resistenze alla rottura comprese fra 40 e 80 kg. per millimetro quadrato, potrebbe forse sembrare opportuno di approfittare su larga scala, dell'aumento di resistenza dell'acciaio, relativamente al ferro, e richiedere acciai che possano sopportare senza rompersi, carichi di 60, 65, 70 kg. per millimetro quadrato. A questo sistema si attennero gl'ingegneri olandesi nei primi ponti di acciaio che si ebbero a costruire, ed a questo si deve anche attribuire la cagione dei loro insuccessi, e la sfiducia dalla quale, conseguentemente, vennero colpite in Olanda le costruzioni di acciaio.

Infatti gli acciai duri, che contengono un troppo forte dosamento di carbonio, spesso, dopo avere subito una qualche lavorazione (punzonamento, ribaditura, ecc.) danno luogo a fenomeni di rottura imprevisi ed istantanei, sotto l'azione di cause affatto sproporzionate a tali effetti.

(1) Lo stabilimento Creusot, che ha scelto per *sbarra-tipo* un cilindro di 16 mm. di diametro, e 100 mm. di lunghezza, ha adottato

$$\frac{L^2}{S} = \frac{100^2}{\pi 8^2} = 50 \text{ in numeri rotondi.}$$

La Società ferroviaria P. L. M., la cui *sbarra-tipo* ha 25,2 mm. di

diametro e 200 mm. di lunghezza, ha invece $\frac{L^2}{S} = \frac{200^2}{\pi 12,6^2} = 80$, in

numeri rotondi.

(2) Ad esempio la circolare del Ministero della marina francese, 9 febbraio 1885, prescrive che le lamiera di acciaio per costruzione debbano, dopo ricevuta la tempra, essere ripiegate in modo da presentare una curvatura permanente il cui raggio minimo, misurato nell'interno, non sia superiore alla grossezza della lamiera sperimentata.

Devesi, inoltre, osservare che la resistenza alla rottura non è il solo elemento che occorre esaminare nei metalli destinati alla costruzione di ponti. Bisogna anche assicurarsi che il metallo conservi la malleabilità necessaria per poter essere posto in opera, e che non sia talmente fragile da spezzarsi sotto gli urti e le vibrazioni dei carichi mobili.

Queste due condizioni portano a fissare un limite, al di sopra del quale dev'essere necessariamente mantenuto l'allungamento all'istante della rottura e questa facoltà dell'allungamento dell'acciaio costituisce, effettivamente, la sua superiorità sul ferro, ben altrimenti che l'aumento di resistenza alla rottura, poichè dà, in qualche modo, la misura della sicurezza che è possibile raggiungere col metallo impiegato.

In conseguenza, trattandosi di acciaio da impiegare nella costruzione di ponti, si dovrà, avanti tutto, stabilire l'allungamento minimo che potrà subire al momento della rottura.

La cifra da adottare, viene fissata, in ciascun caso, nel capitolato d'appalto (1).

In massima è da ritenere che gli acciai delle lamiere, destinate alla costruzione dei ponti, debbono poter subire l'allungamento del 22 per cento, almeno, nella media di tutte le prove eseguite, senza che alcuna prova isolata dia una cifra inferiore al 18 per cento. Questi allungamenti dovranno essere misurati sopra una lunghezza L legata all'area S della sezione trasversale della sbarra di prova dalla relazione:

$$\frac{L^2}{S} = \text{cost.}$$

Fissato, in tal modo, il limite minimo dell'allungamento, si verrà a prescrivere la resistenza alla rottura.

A questo riguardo è da notare che, nello stato attuale della metallurgia, un acciaio, che dà più del 20 per cento di allungamento, non potrebbe presentare, per lamiera da 8 a 20 mm. di grossezza, più di 50 a 55 kg. per millimetro quadrato di resistenza alla rottura. Un tale limite non può essere costantemente raggiunto nella pratica, e sembra che, attualmente, con le condizioni di allungamento sopra indicate, possa prescrivere che la resistenza alla rottura delle lamiere d'acciaio, sia, almeno, di 45 kg. per millimetro quadrato, per la media delle prove applicabili ad una fornitura, senza che alcuna prova isolata possa discendere ad una cifra inferiore a 40 kg. (2).

Gli esperimenti dovranno procedere lentamente con aumento progressivo del carico di prova ad intervallo d'un certo numero di minuti fra gli accrescimenti successivi del carico stesso, in maniera da evitare il riscaldamento della sbarra, e l'aggiunta di un nuovo sovracarico prima che il precedente abbia prodotto tutto il suo effetto.

Coefficiente di sicurezza. — Quale sarà il coefficiente di sicurezza da introdurre nei calcoli, per un acciaio che soddisfi alle condizioni sopra indicate?

I ferri impiegati nelle costruzioni resistono a sforzi di trazione compresi fra 30 e 35 kg. per millimetro quadrato, in media a 32 kg. e, secondo il metodo empirico, seguito finora da molti costruttori, di assumere pel coefficiente di sicurezza una frazione (da $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{5}$) del coefficiente di rottura, il coefficiente di sicurezza del ferro varia da 6 a 8 kg. per millimetro quadrato. In conseguenza il coefficiente di sicurezza

(1) Dal Ministero della marina in Francia, si prescrive, in media, il 22 per 100, per le lamiere destinate alle costruzioni, aventi la grossezza di 8 a 20 mm.

Gli ingegneri americani, nel ponte di Monongahela, hanno fissato, per i pezzi cementati soltanto all'estensione, un allungamento minimo del 18 per cento; ma questi pezzi si trovano in condizioni di resistenza assai più favorevoli delle lamiere delle travate, assoggettate a sforzi di tensione, flessione e taglio.

Pel ponte di Forth si prescrive che gli acciai, tanto dei pezzi compressi che di quelli tesi, possano subire, al momento della rottura, un allungamento superiore al 20 per cento.

(2) Nel ponte di Monongahela per l'acciaio, che doveva fornire un'allungamento del 18 per cento, era prescritta una resistenza di 49,7 a 56,2 kg. per millimetro quadrato.

Nel ponte di Forth gli acciai dei pezzi, assoggettati a trazione, con allungamento minimo del 18 per cento dovranno possedere da 47 a 52 kg. di resistenza alla rottura.

che, nelle stesse condizioni di stabilità, si potrà assumere per gli acciai, che, prima di rompersi, resistono a sforzi di 45 a 50 kg. per millimetro quadrato, sarà di 10 a 11 kg. per millimetro quadrato (1).

A conclusioni non molto diverse si arriva se, in luogo di riferire il massimo sforzo, a cui si vuole cimentare l'acciaio nelle costruzioni, alla resistenza alla rottura, si prende in considerazione il limite di elasticità.

Infatti mentre il limite di elasticità del ferro impiegato nella costruzione dei ponti varia da 13 a 15 kg. per millimetro quadrato, il limite di elasticità dell'acciaio, che resiste ad un carico di rottura di 45 kg. per millimetro quadrato con un allungamento del 22 per cento, può ritenersi di circa 22 kg. per millimetro quadrato. In conseguenza, a norma di quanto prescrivono gli scrittori più versati nella scienza delle costruzioni, che cioè i materiali metallici non debbano assoggettarsi, in buone condizioni di stabilità, a sforzi superiori alla metà di quelli corrispondenti al limite di elasticità, il coefficiente di sicurezza dell'acciaio potrà assumersi in media di 11 kg. per millimetro quadrato.

L'aumento di resistenza dell'acciaio, in paragone al ferro, porterà di conseguenza una riduzione nelle dimensioni della sezione trasversale delle travi dei ponti, e questa riduzione emergerà, inoltre, da un'altra considerazione relativa alla saetta che assumono le travi sotto l'azione dei sovraccarichi.

Infatti, a parità di altre condizioni, la saetta prodotta su d'una trave da un peso determinato è in ragione inversa del momento d'inerzia della sezione trasversale della trave e del coefficiente di elasticità della materia (2). Il coefficiente di elasticità del ferro è di 18000 kg. per millimetro quadrato, mentre quello dell'acciaio raggiunge 22000 kg., quindi il loro rapporto è di 18 a 22 o di 0,80.

Essendo: Ω la sezione trasversale delle ali di una trave a doppio T di ferro; h l'altezza della sua sezione trasversale; f la saetta sotto un carico di momento inflettente M ; R il coefficiente di sicurezza per millimetro quadrato, E di elasticità; Ω_1 , h_1 , f_1 , R_1 , E_1 le quantità corrispondenti per una trave di acciaio posta nelle medesime condizioni di carico; si avrà, ricordando che i momenti d'inerzia delle sezioni trasversali sono proporzionali in prodotti Ωh^2 , $\Omega_1 h_1^2$, e trascurando, nel calcolo dei momenti stessi, le pareti verticali delle travi:

$$\frac{f_1}{f} = \frac{E \Omega h^2}{E_1 \Omega_1 h_1^2} = 0,80 \frac{\Omega h^2}{\Omega_1 h_1^2}.$$

D'altra parte essendo:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{\frac{M h}{\Omega h^2}}{\frac{M h_1}{\Omega_1 h_1^2}} = \frac{\Omega_1 h_1^2}{\Omega h^2} \cdot \frac{h}{h_1}$$

e

$$\frac{R}{R_1} = \frac{2}{3} \quad (\text{all'incirca})$$

(1) Nel ponte di Monongahela i pezzi tesi, sopportano soltanto uno sforzo di 9,30 kg. per millimetro quadrato, mentre per le sbarre del traliccio si è adottato il coefficiente di sicurezza di 10,5 kg.

Nel ponte di Forth si è ammesso il coefficiente di sicurezza di 11,8 kg. per millimetro quadrato. È però da notare che questa cifra si applica allo sforzo del metallo nelle circostanze e sotto i carichi più sfavorevoli, compreso l'effetto del vento, che, per le condizioni locali, ha grande importanza.

(2) Ad esempio, per una trave di lunghezza L collocata su due appoggi e caricata di un peso P nel suo punto medio, la saetta f è espressa dalla formola

$$f = \frac{PL^3}{48EL}$$

e nel caso di un carico uniformemente distribuito, in ragione di p kg., per metro lineare, dalla formola:

$$f = \frac{5}{384} \frac{pL^4}{EL}.$$

se si ammette che le due travi subiscano la medesima saetta, sotto l'azione del carico, e quindi $f_1 = f$ risulterà:

$$\Omega_1 h_1^2 = 0,80 \Omega h^2$$

d'onde

$$\frac{\Omega_1 h_1^2}{\Omega h^2} = 0,80 = \frac{h_1}{h} \cdot \frac{R}{R_1} = \frac{2}{3} \frac{h_1}{h}$$

e quindi

$$h_1 = 1,20 h.$$

Pertanto la trave di acciaio, per conservare la stessa saetta della trave di ferro, dovrà avere un'altezza eguale a $\frac{6}{5}$ di quest'ultima.

Da quest'aumento di altezza deriva la diminuzione della sezione trasversale, poichè avendosi

$$\Omega_1 h_1^2 = 0,80 \Omega h^2$$

se ne deduce

$$\Omega_1 = \frac{5}{9} \Omega$$

ossia la sezione trasversale delle ali della trave di acciaio sarà $\frac{5}{9}$ di quella delle ali della trave di ferro.

È d'uopo, per altro, riflettere che questo calcolo è soltanto approssimativo, non essendosi tenuto conto delle pareti verticali delle travi.

Le lamiere di acciaio essendo tanto più resistenti alla rottura per trazione, quanto più sono sottili, sembrerebbe naturale di conseguire la diminuzione della sezione trasversale a spese della grossezza delle lamiere formanti le ali delle trave, dando la preferenza alle lamiere assai sottili, e dotate di maggiore resistenza. Se però si osserva che coll'aumento di resistenza scema la facoltà d'allungamento e la duttilità, e sono più temibili le improvvise rotture, si riconoscerà che sarà preferibile ottenere la diminuzione della sezione trasversale riducendo la larghezza o il numero delle lamiere che costituiscono le ali delle travi, conservando a ciascuna lamiera una grossezza che, all'infuori di circostanze eccezionali, non sia minore di 8 o 10 mm. (1).

III. *Norme per l'impiego dell'acciaio.* — Nell'impiego dell'acciaio si devono usare molte precauzioni, in dipendenza della costituzione molecolare di questo metallo. Lo stato liquido che attraversa, quantunque favorevole all'omogeneità della massa, presa nel suo insieme, costituisce nelle più piccole parti della massa stessa un elemento d'eterogeneità che è la caratteristica dell'acciaio e spiega, fino ad un certo punto, le anomalie che in esso si riscontrano relativamente alla resistenza.

L'acciaio, per la sua struttura, può essere paragonato ad uno smalto, e qualunque urto, qualunque azione violenta, può indurre alterazione nelle parti scosse. Così l'apertura di fori, mediante il punzone, o l'azione delle cesoie, disgrega le parti prossime a quella operata e danneggia non soltanto la loro resistenza ma anche quella dell'intero pezzo, nel quale possono estendersi le fessure e le soluzioni di continuità, prodotte dall'opera violenta dell'utensile, in modo che, se si vuole restituire o conservare ai pezzi d'acciaio la primitiva resistenza, occorre togliere le parti alterate.

Invece gli utensili che agiscono su piccole masse, come la lima, la macchina a forare, ecc., non disgregano le parti vicine a quelle su cui agiscono, e devono quindi essere esclusivamente impiegate, quando si vogliono evitare fessure o altre alterazioni nella massa del pezzo.

Per ciò che riguarda i fori eseguiti col punzone, apposite esperienze hanno dimostrato che la zona alterata non si estende oltre un millimetro e $\frac{1}{2}$ dai bordi dei fori. In conseguenza può impiegarsi il punzone, senza pericolo di danneggiare la massa del metallo, purchè si eseguiscano i fori con diametro inferiore di tre a quattro millimetri a quello richiesto, e venga usato il trapano per dar loro il diametro definitivo.

(1) Nella costruzione del ponte di Forth s'impiegano lamiere di considerevoli grossezze, cioè da 25 a 30 mm. per la maggior parte.

Si può completare utilmente quest'operazione arrotondando leggermente, con la lima, gli angoli dei fori, essendo opportuno di evitare gli spigoli vivi.

La stessa avvertenza si deve avere per l'impiego delle cesoie.

Il martellamento e qualunque sorta d'urti possono produrre alterazioni nell'acciaio e devono quindi essere evitate o almeno attenuate.

È riconosciuto che qualunque alterazione sparirebbe se, a lavoro terminato, si potessero assoggettare i pezzi d'acciaio a ricottura; ma quest'operazione non è praticabile per le travi dei ponti.

Ribaditure. — Per le stesse ragioni alcuni costruttori preferiscono i chiodi ribaditi di ferro a quelli di acciaio.

I pezzi d'acciaio da unire essendo, a dimensioni eguali, più resistenti di quelli di ferro, richieggono chiodi ribaditi più robusti e più numerosi. Si possono rendere più robusti o formandoli di metallo più resistente o aumentandone le dimensioni. Sarebbe preferibile il primo partito che ha il vantaggio di conservare l'omogeneità della costruzione; ma l'impiego dei chiodi d'acciaio presenta difficoltà, e sembra più conveniente ottenere l'aumento di resistenza della ribaditura accrescendo il diametro o il numero dei chiodi ribaditi.

Altri costruttori invece sono di parere che si possano adottare i chiodi ribaditi di acciaio, purchè s'impieghino lamiere di qualità superiore sotto il riguardo della malleabilità.

La sola esperienza potrà risolvere la questione.

Prove dei pezzi da mettere in opera. — Anche attenendosi alle precauzioni sopra accennate non si può avere sicurezza che i pezzi d'acciaio, a lavoro finito, non abbiano subito modificazioni tali da alterarne la resistenza e provocarne bruscamente la rottura, anche sotto l'azione di carichi relativamente piccoli. Ciò fu confermato dall'esperienza.

Non essendo d'altronde conveniente rinunciare all'impiego dell'acciaio nelle costruzioni, attesi i considerevoli vantaggi che presenta, si dovrà adottare il partito di provare isolatamente tutti i pezzi, dopo terminati, assoggettandoli a sforzi un poco superiori a quelli che effettivamente sopporteranno nell'opera di cui fanno parte.

In conseguenza se si vuole impiegare l'acciaio nella costruzione dei ponti con tutte le garanzie di sicurezza, occorrerà introdurre nei capitolati di appalto le condizioni di prova dei diversi pezzi, dopo compiuti.

Le parti delle grandi travate saranno assoggettate nello stabilimento, prima di essere montate, a sforzi un poco superiori a quelli, che dovranno sopportare in opera. Queste prove, durante le quali i pezzi verranno accuratamente esaminati in tutte le loro parti, non rendono meno indispensabili le prove dei sovraccarichi fissi o mobili che si dovranno eseguire ad opera compiuta, analogamente a quanto si pratica per i ponti di ferro.

Tutte le suindicate prove faranno necessariamente aumentare il prezzo di costo dei ponti di acciaio che risulterà, per questa ragione, ed indipendentemente dal prezzo del materiale, superiore a quello dei ponti di ferro. Peraltro siccome attualmente il prezzo dell'acciaio è sensibilmente eguale a quello del ferro, potrà avvenire che l'aumento di costo prodotto dalla suaccennata circostanza sia più che compensato dalla diminuzione di peso, e che quindi ne risulti definitivamente un'economia nell'importo totale. È inoltre possibile che, quando si sarà acquistata, sull'impiego dell'acciaio, una maggiore esperienza, siano da ritenersi superflue alcune delle precauzioni e prove che ora si riconoscono necessarie; diminuendo così il costo della mettitura in opera. Ma occorre, per giungere a questo, che il nuovo metallo possa essere impiegato presso di noi con quella sicurezza con cui è attualmente adoperato dagli ingegneri inglesi ed americani, pei quali non esistono più apprensioni di sorta intorno al modo di comportarsi dell'acciaio laminato.

E. ROCCHI

Capitano del Genio.

(Rivista di Artiglieria e Genio).

MECCANICA APPLICATA

RELAZIONE DEL GIURÌ
PER IL CONCORSO INTERNAZIONALE
sulla Trazione meccanica e sul Materiale delle tramvie

IN OCCASIONE

dell'Esposizione universale d'Anversa del 1885

(Continuazione e fine).

II.

Motori e vetture automotrici del 1° gruppo (tramvie urbane).

Riassunti i dati relativi a ciascun sistema di trazione, la relazione del Giurì, prima di concludere sul merito comparativo dei diversi motori, si ferma ancora sui tre punti essenziali seguenti, cioè:

1° Difetti od inconvenienti constatati durante l'esercizio.

— La vettura ad aria compressa risultò troppo lenta a mettersi in moto, ed in generale alquanto pigra nelle manovre. La locomotiva Krauss esigeva prese d'acqua troppo frequenti.

2° Necessità di girare il locomotore in fine della corsa.

— Tanto la vettura ad aria compressa, quanto la vettura Rowan esigevano questa manovra alle due estremità della linea di esercizio.

3° Numero di persone necessarie per la condotta del motore. — La relazione dichiara che da questo punto di vista la vettura elettrica ha presentato sugli altri sistemi una superiorità incontestabile. Per tutti gli altri sistemi volendosi condurre la macchina con un solo uomo, si è obbligati naturalmente a trascurare più o meno il fuoco durante la marcia, a non fare sufficiente attenzione all'indicatore del livello, e a presupporre che gli organi del meccanismo, e le diverse manovre delle aste di comando non siano mai causa eventuale di distrazione. Devesi tuttavia eccezzuare anche la vettura ad aria compressa, abbenchè necessiti pur essa di un piccolo generatore di vapore a scopo di riscaldamento, e quindi di un focolare.

Queste osservazioni del Giurì sono per altro seguite dalla dichiarazione che tutti i motori per il primo gruppo (tramvie urbane) sono stati al concorso condotti da un solo uomo; benchè non mancassero nel secondo gruppo (tramvie vicinali) motori condotti da due uomini, pressochè identici a quelli del 1° gruppo; tali ad es. le locomotive Krauss.

A facilitare il proprio compito il giurì riuni in tre gruppi, A, B, C, le molteplici condizioni componenti il programma di concorso.

Nel GRUPPO A comprese le seguenti: — 1. Assenza più o meno completa di pennacchio del vapore; — 2. Assenza di fumo e di faville; — 3. Assenza più o meno completa di rumori; — 4. Eleganza d'aspetto; — 5. Facilità di poter separare il motore dalla vettura propriamente detta; — 6. Disposizioni del freno che ne permetta l'azione sul maggior numero possibile di ruote del treno, coll'osservazione che i freni manovrati dal conduttore del treno, in seguito ad un segnale del macchinista, non sarebbero tenuti in calcolo, se non nel caso in cui il conduttore si trovasse solo sul motore, e che in ogni caso si sarebbe data la preferenza ai freni manovrati direttamente dal macchinista; — 7. Presenza di un involucro di protezione del motore per tenerlo il più possibilmente nascosto al pubblico pur rimanendo visibile ed accessibile al macchinista in tutte le sue parti; — 8. Facilità di comunicazione tra il macchinista ed il conduttore del treno.

Dal punto di vista complessivo delle 8 su riferite condizioni, il Giurì ha classificato i 5 sistemi concorrenti coll'ordine di priorità seguente:

Vettura elettrica — Vettura Rowan — Vettura ad aria compressa — Locomotiva Wilkinson — Locomotiva Krauss.

La relazione inoltre osserva che la vettura ad aria compressa è da ritenersi superiore alla vettura Rowan per ri-

guardo alle due prime condizioni, ma che viene dopo a motivo della sua inferiorità per riguardo a tutte le altre condizioni.

Nel GRUPPO B il Giurì ha riunite le seguenti altre condizioni del programma di concorso: — 9. Protezione più o meno completa degli organi motori contro l'azione della polvere e del fango; — 10. Regolarità e tranquillità della marcia; — 11. Disposizioni per facilitare il passaggio nelle curve di piccolo raggio; — 12. Costruzione la più semplice e più razionale; — 13. Facilità di visitare e pulire l'interno delle caldaie; — 14. Peso morto del treno rispetto al numero dei posti; — 15. Celerità colla quale il motore può essere posto in servizio; — 16. Continuità del servizio giornaliero senz'altre fermate che quelle compatibili colle esigenze del servizio; — 17. Spese di manutenzione per vettura e per chilometro; — 18. Forza effettiva di trazione, le vetture essendo completamente cariche.

Non occorre dire che riguardo alla condizione 9^a la vettura elettrica è stata classificata l'ultima, essendo troppo evidente che l'influenza della polvere e della belletta può riescire di danno agli apparecchi elettrici della vettura, i quali, come si è visto, non erano punto protetti; e ciò ad onta che durante il concorso non siasi verificato alcun inconveniente.

In merito alla condizione 12^a il Giurì ha ritenuto di costruzione più razionale la vettura automotrice che cammina indifferentemente nei due sensi; e ad ogni modo preferibile ancora la vettura automotrice che cammina in una sola direzione al sistema dei rimorchiatori; e quanto a semplicità di costruzione diede pure il primo posto alla vettura elettrica.

La classificazione per la condizione 14^a risultava evidentemente dai seguenti rapporti del peso p della vettura in servizio, senza viaggiatori, al peso π dei viaggiatori valutati a 70 chilogrammi caduno.

$$\text{Vettura elettrica: } \frac{p}{\pi} = \frac{4250}{70 \times 34} = 1.78.$$

$$\text{Vettura Rowan: } \frac{p}{\pi} = \frac{7250}{70 \times 50} = 2.07.$$

$$\text{Vettura ad aria compressa } \left\{ \begin{array}{l} \frac{p}{\pi} = \frac{10000}{70 \times 56} = 2.55 \text{ se coll'imperiale.} \\ \frac{p}{\pi} = \frac{10000}{70 \times 48} = 8.00 \text{ non tenendo conto dell'imp.} \end{array} \right.$$

Quanto alla condizione 15^a, la quale è una condizione essenziale per casi d'urgenza, ma perde assai della sua importanza in servizio normale, il Giurì ha constatato che il primo posto spettava alla vettura elettrica poichè a mettere a posto gli accumulatori sulla vettura occorreva minor tempo che a mettere in funzione la piccola caldaia per il vapore di riscaldamento della vettura ad aria compressa. Inoltre si è verificato il tempo occorrente a mettere rapidamente in pressione le caldaie a vapore degli altri sistemi, e si ebbero i seguenti risultati:

Per la vettura Rowan occorsero rispettivamente 34, 36 e 40 minuti primi per portare la sua caldaia alle pressioni di 3, di 4, e di 8 atmosfere.

Per la vettura Wilkinson si impiegarono 35, 40, 44 e 47 minuti primi per arrivare rispettivamente alle pressioni di 2, 4, 6 ed 8 atmosfere.

Infine occorsero due ore perchè la caldaia della locomotiva Krauss potesse raggiungere le 8 atmosfere.

Il Giurì non poteva a meno che dare una certa importanza alla condizione 16^a, relativa alla continuità del servizio; e diede il primo posto da questo punto speciale di vista alla vettura Rowan, perchè il suo macchinista poteva prendere seco tutta la carica di coke e d'acqua che gli occorreva. Viene subito dopo la locomotiva Wilkinson, la quale, se abbisognava di approvvigionamenti più frequenti, non diede tuttavia a constatare ritardo alcuno alla partenza, anche in servizio forzato. La vettura elettrica era pure puntuale alla partenza, ma nell'entrare in stazione a fare il cambio degli

accumulatori era costretta a subire qualche ritardo per ingombro delle vetture da tramvia che casualmente incontrava sul binario che doveva percorrere nel recarsi alla stazione di carica degli accumulatori. È bensì vero che tali ritardi debbono dirsi cagionati da circostanze estranee al sistema di trazione. Ma ad ogni modo durante il servizio forzato le occorreva una volta al giorno di lasciar trascorrere l'ora di partire. La locomotiva Krauss, obbligata a rifornirsi più frequentemente ancora della Wilkinson, fu classificata dopo la vettura elettrica; e finalmente rimase ultima la vettura ad aria compressa perchè per le manovre ai triangoli, per il passaggio dei viaggiatori da un solo lato, e per la presa d'aria di cui abbisognava ad ogni viaggio, diede luogo in servizio forzato a ritardi piuttosto frequenti.

La condizione 17^a riflettente le spese di manutenzione non ci pare sia stata presa dal Giuri in sufficiente considerazione, dappoichè si è astenuto dal tradurla in cifre, limitandosi a dire che riteneva meno costose le riparazioni per quei sistemi che hanno meglio soddisfatto alle cinque prime (da 9 a 13) delle condizioni riunite nel gruppo B. Noi lamentiamo questa omissione tanto più che troviamo in prima linea la vettura elettrica, e ci mancano come dati di apprezzamento oltre alle spese di manutenzione degli accumulatori, quelle che in più lungo esercizio potrebbero occorrere per il loro rinnovamento.

L'ultima delle condizioni del gruppo B riguarda lo sforzo di trazione effettivo, essendo le vetture completamente cariche. Su questo proposito la Relazione osserva essere sempre possibile avere un locomotore capace di produrre lo sforzo di trazione necessario a trasportare un dato numero di viaggiatori ad una distanza data e su di una pendenza parimente determinata; la questione vera a risolversi esser quella di ottenere il risultato nelle condizioni più economiche; fra queste condizioni doversi porre in prima linea il rapporto tra il peso morto del treno e quello dei viaggiatori, che è la condizione 14^a del programma, di già trattata; doversi in seguito tener conto per rimorchiatori a vapore di ciò che può dirsi la facoltà di ripristinare la propria riserva di vapore, la quale dipende dalla rapidità colla quale si può riprodurre la quantità di vapore necessaria in un minuto

secondo; e per altri motori del numero di viaggi che l'energia immagazzinata potrà permettere di fare. Da questo punto di vista i locomotori che non sono a vapore hanno la precedenza su quelli in cui la motrice è alimentata di continuo da un generatore di vapore, e la vettura elettrica ha pure la precedenza sulla vettura ad aria compressa. È indubitato che gli ordinari locomotori a vapore presentano effettivamente minore elasticità nella quantità di lavoro possibile ad essere spesa nell'unità di tempo.

La forza di trazione E per i locomotori a vapore, calcolata colla formola su riferita, è risultata:

per la locomotiva Wilkinson di 686 Cg.
 » » Krauss » 550 »
 » » vettura Rowan » 366 »

A valutare convenevolmente queste cifre è necessario osservare che il programma assegnava il peso massimo di chilogrammi 1750 a trasmettersi da ogni ruota sui regoli; la quale condizione limita il peso dei motori a quattro volte tanto, ossia a 7 tonnellate, e quindi la forza di trazione E calcolata in base all'aderenza di $\frac{1}{10}$ a 700 chilogrammi.

Prese tutte insieme le dieci condizioni riunite nel gruppo B, come conclusione delle suriferite considerazioni per ogni singolo sistema, il giuri ha classificato i 5 sistemi concorrenti coll'ordine stesso di priorità che per il gruppo A, cioè:

Vettura elettrica — Vettura Rowan — Vettura ad aria compressa — Locomotiva Wilkinson — Locomotiva Krauss.

Nel GRUPPO C non sono rimaste che due condizioni del programma di concorso; cioè il consumo minimo di combustibile, ed il consumo minimo d'olio.

Nel quadro che segue è registrato il consumo del combustibile e dell'olio per treno-chilometro di percorso utile; ossia non compreso il percorso per le manovre in testa di linea. Questo primo termine di confronto in base all'effetto utile è giustificato dal fatto che la vettura Rowan e la Beaumont non meno che le locomotive Wilkinson e Krauss percorrevano i triangoli ad ogni viaggio, le prime per necessità, e le seconde solo per evitare le manovre dell'attacco e del distacco. La vettura elettrica poi non faceva che il percorso utile, nè dava luogo a consumo durante le soste.

Designazione delle macchine	N. dei viaggi d'andata e ritorno	Percorso utile di ogni viaggio in chilometri	Effetto utile in treni-chilometri	Natura del combustibile impiegato	Consumo di combustibile per treno-chilometro	Consumo di olio per treno-chilometro
					Chg.	Gr.
Vettura Rowan.	829	4584	3800.136	Coke	1.734	12.4
Vettura elettrica.	830	»	3804.720	Litantrace	1.735	11.8
Locomotiva Wilkinson	781	»	3580.104	Coke	2.793	32.4
» Krauss	779	»	3570.936	Coke	2.884	23.9
Vettura Beaumont.	716	»	3282.144	Litantrace	12.522	87.

È da notarsi quanto al consumo d'olio che per stabilire il confronto tra le locomotive, e le vetture automotrici, si è assegnata alle prime anche la quantità d'olio occorrente per una vettura rimorchiata, e la stessa osservazione vale anche

per la tabella seguente nella quale è registrato il consumo di combustibile e d'olio per treno-chilometro, comprendendo nel percorso anche la parte utilizzata nelle manovre in testa di linea.

Indicazione dei motori	N. dei viaggi di andata e ritorno	Percorso di ogni viaggio	Percorso in treni-chilometri	Natura del combustibile adoperato	Consumo di combustibile per treno-chilometro	Consumo di olio per treno-chilometro
		Chm.	Chm.		Chg.	Gr.
Vettura Rowan.	829	5.089	4218.781	Coke	1.562	11.2
Vettura elettrica.	830	4.584	3804.720	Litantrace	1.735	11.8
Locomotiva Wilkinson	781	5.089	3974.509	Coke	2.510	29.2
» Krauss	779	5.089	3964.331	Coke	2.590	21.6
Vettura Beaumont.	716	5.089	3643.724	Litantrace	11.270	79.

Il percorso necessario per le manovre in testa di linea era abbastanza considerevole (505 metri); ma la vettura elettrica che non abbisognava di tale percorso figura in questo quadro colla stessa cifra del quadro precedente. Ora è evidente

che se avesse realmente percorsi i triangoli, ed a vuoto, siccome fecero gli altri motori, presentando essa il minor peso a vuoto ed il minor rapporto del peso morto al peso utile, e non spendendosi con essa che l'energia proporzionata

al lavoro da produrre, il suo consumo medio per treno-chilometro sarebbe sensibilmente diminuito.

La natura del combustibile adoperato era un elemento del quale il Giuri non poteva a meno di tenere debito conto; ed invero devesi ritenere che ad Anversa il litantrace all'epoca degli esperimenti costava da L. 9,65 a 9,95 la tonnellata, ed il coke preventivamente lavato valeva L. 18,62 la tonnellata.

In conseguenza dei su riferiti risultati il Giuri per quanto riguarda le condizioni del gruppo C dispose nell'ordine di merito seguente i motori presentati al concorso:

Vettura elettrica — Vettura Rowan — Locomotiva Wilkinson — Locomotiva Krauss — Vettura ad aria compressa.

E questa stessa è stata pure la classificazione che il Giuri ad unanimi voti adottava come conclusione finale di tutti gli esperimenti fatti, decretando il *diploma d'onore* alla Società l'Electricque di Bruxelles; il *diploma di medaglia d'oro* al sig. W. R. Rowan di Berlino; quello di *medaglia d'argento* alle due ditte Black, Hawthorn e Comp. (locomotiva Wilkinson) di Gateshead-on-Tyne (Newcastle) e Krauss e Comp. di Monaco; e per ultimo un *diploma di medaglia di bronzo* alla Beaumont compressed air Locomotive Company di Londra.

III.

Motori del 2° Gruppo (tramvie vicinali).

Nel secondo gruppo, riguardante i sistemi di trazione sulle tramvie vicinali, hanno preso parte al concorso le seguenti Ditte:

La Società *la Métallurgique*, di Bruxelles con due tipi di locomotive, di cui uno in uso per la tramvia di Ixelles, e l'altro per la tramvia di Liège-Seraing;

Krauss e Comp., con una locomotiva del sistema Krauss; Henschell et fils, con una locomotiva;

La Maschinenfabrik d'Esslingen, con una locomotiva.

Queste locomotive erano tutte di forza diversa, mentre dovevano tutte rimorchiare treni di quattro vetture di viaggiatori su di una linea orizzontale. Evidentemente ciascuna di quelle locomotive era stata costruita per condizioni d'esercizio differenti. Epperò le macchine di questo secondo gruppo si presentavano meno bene ad un confronto che i motori del 1° Gruppo.

Le locomotive della Métallurgique sono a tre assi accoppiati, distanti fra loro di m. 1,80; tutte le altre invece non hanno che due assi distanti rispettivamente m. 1,50, 1,60 ed 1,40.

L'impiego dei tre assi accoppiati per le locomotive della Métallurgique è giustificato da riguardi particolari al binario, il quale essendo meno caricato, richiederebbe minore manutenzione, e potrebbe quindi venir stabilito in condizioni relativamente più economiche.

La relazione registra i dati seguenti più necessari per ogni locomotiva, ed i rapporti più interessanti a stabilire un confronto:

DATI E RAPPORTI PIÙ ESSENZIALI	LOCOMOTIVE					
	Henschell	MÉTALLURGIQUE		Krauss	Esslingen	
		Liège-Seraing	Ixelles			
Peso a vuoto	P = Chg.	11200	11300	12000	8600	10300
» in servizio	P ₁ = »	14700	15200	14600	10700	12650
Superficie di riscaldamento diretta	s = mq.	3.25	3.04	3.04	1.89	3.20
» » totale	S = »	26.35	18.60	18.60	20.71	26.30
» della graticola	G = »	0.64	0.64	0.64	0.34	0.67
Pressione nella caldaia	t = atm.	14	12	12	15	14
Diametro dei cilindri	d = mm.	260	230	260	210	245
Corsa degli stantuffi	l = »	350	330	360	300	300
Diametro delle ruote	»	800	800	832	750	800
Sforzo di trazione	$E = 0,50 \frac{td^2l}{D} = \text{Chg.}$	2070	1428	1755	1323	1589
Altezza dell'asse della caldaia sui regoli	m.	1.69	1.24	1.24	1.43	1.73
Riserva d'acqua	litri	2300	930	1400	1010	1200
Riserva di coke	»	500	740	600	460	250
Rapporto $\frac{d^2l}{S} =$		0.0008979	0.0009385	0.0013083	0.000638	0.0006846
» $\frac{d^2l}{S} =$		0.00728	0.006264	0.008005	0.007000	0.005627
» $\frac{P}{P_1} =$		0.7619	0.7434	0.8219	0.8037	0.8142
» $\frac{P_1}{S} =$		557.875	817.204	695.238	516.658	480.988
» $\frac{P_1}{s} =$		4523.077	5000.000	4802.632	5661.376	3953.125
» $\frac{P'}{G} =$		22968.750	23750.000	22812.500	31470.588	18880.597
» $\frac{S}{G} =$		41.1718	29.0625	29.0625	60.9117	39.2537
» $\frac{P}{E} =$		5.411	7.913	6.838	6.500	6.482

Raggruppate in tre categorie distinte A, B, C le condizioni tutte del programma di concorso, il Giuri comprese nella categoria A le condizioni seguenti relative alla *sicurezza, polizia e condizioni accessorie*, cioè:

1° Assenza più o meno completa del pennacchio di vapore; — 2° assenza più o meno completa di rumori; — 3° assenza del fumo; — 4° elegante aspetto; — 5° freno che permetta di fermare sul più breve tratto possibile; — 6° involuppo del

meccanismo motore tale da renderlo il più possibile nascosto al pubblico, pur rimanendo visibile ed accessibile al macchinista in ogni sua parte.

Il Giuri stabilì che le suesposte condizioni potevano dirsi sufficientemente adempiute per un esercizio di tramvie vicinali qualora si impieghi del coke a vece del litantrace; abbiasi un ceneraio sotto la graticola, ed un para-scintille nel camino; si mascherino alquanto le diverse uscite del vapore,

quelle comprese dei rubinetti di spurgo; si soffochi il vapore di scappamento per impedirne il rumore, e ricorriasi ad una condensazione sommaria nelle traverse degli abitati.

Le locomotive di Henschell e della Métallurgique rispondono a tutte queste condizioni, mentre la locomotiva della Maschinenfabrik di Esslingen, e quella di Krauss e C. non sono provviste nè di condensatore, nè di apparecchio per dissimulare la scarica del vapore.

Invece dal punto di vista dei mezzi di rapido infrenamento la locomotiva Krauss è risultata in prima linea per il suo freno a leva di grandissima efficacia; vengono in seguito le locomotive di Henschell e di Esslingen munite di freno a vite ed a pedale; mentre le locomotive della Métallurgique non hanno che il freno a vite.

Finalmente alla condizione del programma relativo alla possibilità di sorvegliare gli organi del meccanismo durante la marcia, il Giuri non ha creduto poter dare una grande importanza, ben sapendosi che le relative facilità di dar olio mentre si viaggia non hanno dato mai risultati soddisfacenti per quanto riguarda il consumo. Ad ogni modo in tutte le locomotive presentate al concorso l'oliatura delle aste di accoppiamento non potevasi fare che durante le fermate.

Riassumendo, dal complesso delle condizioni raggruppate nella lettera A il Giuri ha classificato le locomotive concorrenti nell'ordine che segue:

Krauss — Métallurgique (Ixelles e Liège-Seraing) — Henschell — Esslingen.

Nella lettera B il Giuri ha riunite le seguenti altre condizioni del programma di concorso, riferentisi alla manutenzione ed alla costruzione; cioè — 7° Protezione più o meno completa del meccanismo motore dalla polvere e dal fango; — 8° marcia regolare e tranquilla; — 9° costruzione semplice e razionale; — 10° facilità di visitare e nettare l'interno delle caldaie; — 11° continuità del servizio senza necessità di fermate oltre a quelle compatibili colle esigenze del servizio; — 12° spese di manutenzione per treno-chilometro.

Le suriferite condizioni, ove si eccettuino le questioni relative alla scelta dei materiali, alle dimensioni delle parti soggette a fregamento e ad altri minuti particolari, si riducono in ultima analisi alla questione dell'avere cilindri interni, oppure esterni.

Le sole locomotive di Henschell e di Esslingen hanno cilindri interni. E nella prima l'intelaiatura consta di lungaroni doppi, internamente alle ruote. I lungaroni sono esterni nelle locomotive della Métallurgique; mentre nella locomotiva Krauss sono interni e servono da parete ai serbatoi dell'acqua.

La protezione degli organi del meccanismo dall'azione della polvere e del fango pare debba riuscire più efficace colle macchine a cilindri interni, e ne dovrebbe risultare una certa economia nel consumo di materie grasse, e nella manutenzione. Devesi tuttavia notare che sono appunto codeste locomotive le quali hanno consumato più olio. Nella relazione del Giuri si spiega il fatto osservando che nelle macchine da tramvia, lo spazio disponibile è sempre molto limitato, e se per una parte i cilindri interni permettono di meglio garantire il meccanismo, per altra parte la poca libertà lasciata ai movimenti del macchinista rende l'operazione stessa dell'oliatura assai intralciata e più difficile.

La locomotiva Krauss che ha le ruote esternamente all'intelaiatura si trova in condizioni meno favorevoli delle altre per riguardo alla protezione degli organi del meccanismo.

La Commissione giudicatrice non ha creduto pronunciarsi sull'influenza che nella manutenzione possa esercitare la posizione esterna od interna dei cilindri. Ogni sistema ha i suoi sostenitori, e la questione è stata già anche troppo ventilata. Nelle prove speciali del concorso non si sono verificati che due casi di usure, l'uno sopra una macchina a cilindri interni, stato attribuito a insufficienza di superficie di un asse a gomito, e l'altro sopra una macchina a cilindri esterni dovuto a causa fortuita indipendente dal sistema.

Per quanto poi riguarda la dolcezza e la tranquillità della marcia risultarono in migliori condizioni la locomotiva Krauss per la sua sospensione su tre punti, e la posizione alquanto

bassa del serbatoio dell'acqua, e le locomotive della Métallurgique per la poca altezza della caldaia sui regoli, e la larga base di sospensione.

Le spese di manutenzione per treno-chilometro non furono dalla Commissione valutate con cifre direttamente per ogni macchina, ma si ritenne meno costoso di riparazioni quel sistema che meglio soddisfaceva alle condizioni 7^a, 8^a, 9^a e 10^a.

Il Giuri, tenuto conto delle diverse condizioni del programma, raggruppate sotto la lettera B, ha relativamente ad esse classificato le macchine concorrenti nell'ordine che segue:

Henschell; — Métallurgique (Liège-Seraing e Ixelles); — Krauss; — Esslingen.

Infine le condizioni raggruppate sotto la lettera C e relative alla economia del combustibile e dell'olio erano le due seguenti, cioè: — 13° Consumo minimo di combustibile (coke), preso il treno-chilometro a base di tale determinazione; e 14° consumo minimo d'olio, grasso, ecc.

Il consumo di carbone e d'olio risulta dal seguente quadro comparativo:

Designazione della locomotiva	Percorso effettuato Chilom.	Consumo per treno-chilometro di		
		coke Chg.	olio Gr.	grasso Gr.
Esslingen	5511	3.542	20	6
Métallurgique (Liège-Seraing)	5774	3.666	20	6
Krauss	5549	3.765	14	6
Henschell	5474	3.785	26	5
Métallurgique (Ixelles)	5557	3.973	20	7

Il paragone istituito semplicemente sul percorso chilometrico dà naturalmente la preferenza alla macchina più leggera dappoichè essa ha aderenza sufficiente. Un più razionale confronto deve tener conto del peso rimorchiato, la macchina compresa; eppertanto nel quadro che segue si è tenuto conto del consumo di coke per tonnellata-chilometro.

Designazione della locomotiva	Percorso effettuato Chilom.	Peso rimorchiato macchina compresa	Consumo di coke per tonnellata chilometro
		Tonn.	Chg.
Esslingen	5511	31.125	0.1137
Henschell	5474	32.500	0.1164
Métallurgique (Liège-Seraing)	5774	32.472	0.1128
Métallurgique (Ixelles)	5557	32.800	0.1211
Krauss	5549	29.165	0.129

Non meno importante dato da tenersi in conto è la quantità d'acqua consumata dalle locomotive; e tale consumo risulta appunto dal quadro seguente:

Designazione della locomotiva	Consumo d'acqua		
	al giorno	per viaggio (andata e ritorno)	per chilom.
	Litri	Litri	Litri
Métallurgique (Ixelles)	1561	111.50	22.06
Henschell	1728	123.00	23.70
Métallurgique (Liège-Seraing)	1900	135.50	26.00
Esslingen	1900	135.50	26.00
Krauss	2758	197.00	37.50

La Commissione giudicatrice in ordine alle condizioni della lettera C addiveniva alla seguente classificazione di merito:

Esslingen; — Henschell; — Métallurgique, Liège-Seraing e Ixelles; — Krauss.

Nello stabilire il peso dei treni di esperimento si è calcolato per le locomotive la media del loro peso a vuoto compre-

savi l'acqua della caldaia, e del loro peso in ordine di servizio.

La tara delle vetture componenti un treno è risultata di 12800 Chg. con un carico di viaggiatori di 6400 Chg. (cifre rilevate). È da notare che un treno ogni quattro non era composto che di tre vetture.

La tara delle vetture componenti un treno, per il binario di 1 metro è risultata di 12400 Chg. con un carico di viaggiatori di 6800 Chg. (cifre rilevate).

Queste cifre addimostrano come l'elemento « materiale mobile » intervenga in modo alquanto accessorio nella scelta dello scartamento del binario.

Come per le macchine concorrenti nel 1° gruppo (tramvie urbane), anche per queste del 2° gruppo il Giuri ha tenuto conto delle tre seguenti circostanze:

1° *Difetti ed inconvenienti verificati durante l'esercizio.* Per tutta la durata del concorso non ebbesi a verificare difetto od inconveniente alcuno.

2° *Necessità di girare il locomotore alle due estremità della linea.* Nessuna delle locomotive presentate a questo concorso aveva tale necessità. Tuttavia la relazione fa notare che le locomotive di Henschell, d'Esslingen e di Krauss dovrebbero essere obbligate a girare se i regolamenti di polizia prescrivessero una posizione determinata del macchinista per rispetto al senso del movimento. Le sole locomotive della Métallurgique potrebbero in tal caso esimersi dall'obbligo di girare.

3° *Numero delle persone indispensabili a condurre la macchina.* Nelle locomotive della Métallurgique il passaggio dalla piattaforma anteriore a quella posteriore è alquanto incomodo; ed ammissibile solo in casi di necessità assoluta. Gli apparecchi di comando del regolatore, della inversione del vapore, del freno, e della sirena sono a comodità del macchinista e suscettibili di essere manovrati da ciascuna piattaforma. Queste macchine richiedono ad ogni modo due uomini, ma la posizione del macchinista, che è sempre sul davanti della macchina, è condizione assai vantaggiosa, in quanto gli permette di vedere la via da percorrere nel modo più completo. Nella locomotiva Krauss il passaggio da destra a sinistra dal davanti è impedito dalla cassa del fumo. Per le locomotive di Esslingen e di Henschell la circolazione attorno alla caldaia è intieramente libera; e per esse, come per la locomotiva Krauss, gli apparecchi di comando sono raggruppati verso il centro a comodità del macchinista. Se il macchinista non dovesse durante la marcia caricare il focolare, e governare il fuoco, le locomotive di Krauss, di Esslingen e quelle pure di Henschell potrebbero essere condotte da un uomo solo. Ma ciò non sarebbe ad ogni modo ammissibile che su di una linea chiusa, e non per binarii stabiliti sulle strade ordinarie. Al concorso di Anversa, tutte le macchine del 2° gruppo erano condotte da due uomini.

Conclusione del Giuri per le locomotive del 2° gruppo (tramvie vicinali). — Appoggiandosi sulle considerazioni e classificazioni particolari sovra esposte, il Giuri si è pronunziato all'unanimità per il conferimento del diploma d'onore alla Ditta Henschell e fils, ed alla Società Métallurgique di Bruxelles. Successivamente la Ditta Krauss e Comp., ebbe il diploma di medaglia d'oro, con tre voti su otto per il diploma d'onore, ed altro diploma di medaglia d'oro veniva pure assegnato a grande maggioranza alla Maschinenfabrik di Esslingen.

IV.

Vetture per tramvie a vapore.

Al concorso speciale di trazione a vapore essendo stato annesso quale accessorio un concorso di vetture, il Giuri portò di preferenza la sua attenzione sulla costruzione e sullo studio dei particolari, e cercò di conciliare nel suo giudizio per quanto era possibile gli interessi opposti del pubblico e delle imprese d'esercizio, tenendo in conto uguale tanto le comodità per i viaggiatori quanto la buona utilizzazione dello spazio, e del peso.

Per le vetture delle tramvie vicinali fu assegnato a unanimità di voti il diploma di medaglia d'oro alla Società la Mé-

tallurgique di Bruxelles; il diploma di medaglia d'argento alla Société Anonyme des Ateliers de Construction *Etablissement Raghenoa Malines*; ed il diploma di medaglia di bronzo alle due Ditte *Nicaise et Delcuve di La Louvière*, ed *A. et V. Halot di Louvain*.

Per le vetture delle tramvie urbane: il diploma di medaglia d'oro alla *Société Anonyme Franco Belge de construction de matériels*, che lavora a *Raismes* in Francia ed a *La Croÿère* nel Belgio; ed il diploma di medaglia d'argento a *W. R. Rowan di Berlino* per la vettura costruita nelle officine di *Herbrand e Comp. ad Ehrenfeld*, presso Colonia.

G. S.

NOTIZIE

Istituzione di un Consiglio superiore dei lavori geodetici dello Stato. — I diversi dicasteri debbono non rare volte fare eseguire lavori geodetici, topografici e geometrici in alcuna parte del regno. Ciascuno di essi possiede elementi scientifici e tecnici per qualche ramo speciale di lavoro geometrico; ma nell'interesse dello Stato era più che mai desiderabile un accordo tra i Ministeri stessi, la mancanza del quale faceva sì che alcuni lavori di identica natura si eseguissero da amministrazioni diverse; che altri i quali con poche variazioni o poco aumento di spesa potevano adattarsi agli scopi di più amministrazioni, venivano eseguiti collo scopo e per l'uso esclusivo di una sola; ed infine che i lavori già eseguiti dai passati governi e giacenti negli archivi restassero ignorati, benchè utilizzabili in tutto od in parte.

Ora che si sta per intraprendere la grande operazione del catasto geometrico del Regno il bisogno di un tale accordo si fece maggiormente sentire.

Epperò con R. decreto in data 7 novembre venne istituito un Consiglio superiore dei lavori geodetici dello Stato, nello scopo di promuovere, sviluppare e coordinare i lavori concernenti le carte topografiche, le livellazioni ed altre misure e rappresentazioni geometriche del territorio dello Stato, in modo da soddisfare convenientemente e con economia di spese alle occorrenze dei diversi dicasteri. Il Consiglio dipende per la parte amministrativa dal Ministero delle finanze.

Nel Consiglio sono rappresentati i Ministeri delle finanze, della guerra, della marina, della pubblica istruzione, dei lavori pubblici, di agricoltura, industria e commercio.

Ciascun Ministero si farà rappresentare da un commissario nominato con decreto reale sulla proposta del ministro rispettivo.

Alla Commissione è addetto un segretario nominato con decreto reale sulla proposta del presidente del Consiglio dei ministri, sentito il Consiglio stesso.

Un regolamento da approvarsi con decreto reale sulla proposta del presidente del Consiglio dei ministri di concerto col ministro delle finanze, sentito il Consiglio dei ministri, stabilirà le norme per l'esercizio delle funzioni del Consiglio superiore dei lavori geodetici dello Stato.

G. S.

Il cinquantenario delle strade ferrate in Francia. — A Parigi trovò eco ed entusiasmo la proposta d'iniziativa privata di celebrare convenientemente nel 1887 il cinquantesimo anniversario della prima strada ferrata apertasi in Francia, che fu quella da Parigi a Saint-Germain, apertasi all'esercizio nel 1837. Prima di quell'anno avevansi bensì in Francia alcuni esempi di strade ferrate, e particolarmente quelle da Andrézieux a Saint-Etienne, e da Saint-Etienne a Lione; ma desse non servivano che un'industria particolare, e non erano destinate al servizio dei viaggiatori.

A degnamente festeggiare il cinquantenario si è ventilato un programma al quale il Governo della repubblica, ed il Consiglio municipale della città di Parigi, non che la pubblica stampa hanno fatto buon viso. E che consisterebbe: in una esposizione internazionale di strade ferrate, e delle industrie che vi hanno attinenza; in un congresso internazionale; e nella erezione di un monumento a Marco Seguin, il quale fin dal 1839 pubblicava il famoso libro: *De l'influence des chemins de fer et de l'art de les construire*.

I giornali osservano, a loro volta, che già l'Inghilterra nel 1875, gli Stati Uniti a Chicago nel 1883 ed il Belgio nel 1885 hanno festeggiato il loro cinquantenario, per cui la Francia non deve lasciarsi fuggire la occasione di fare altrettanto; e già vi è chi ha presentato il progetto di un edificio monumentale destinato ad accogliere convenientemente tutto il materiale della progettata esposizione internazionale. Le Società italiane delle strade ferrate del Mediterraneo e dell'Adriatico, hanno dichiarato al Ministero dei lavori pubblici ch'esse aderiscono in massima a prendere parte alla celebrazione del 50° anniversario delle ferrovie francesi.

G. S.

Le condotture d'acqua della città di Genova. — Genova possiede tre condotture d'acqua le quali forniscono in complesso 47500 metri cubi d'acqua al giorno, ossia 550 litri al minuto secondo. La più antica appartiene al Municipio e fu costruita fin dal 1729; è un vero acquedotto monumentale la cui lunghezza ammonta a circa 20 chilometri, prende le acque sottocorrenti di un torrente, e fornisce circa 100 litri per minuto secondo.

L'altra conduttura ha una lunghezza di circa 26 chilometri; prende le acque nella sottocorrente della Scrivia, e per mezzo di due tubi di ghisa le conduce a Genova approfittando della Galleria dei Giovi: fornisce circa 200 litri per minuto secondo. Fu costruita da pochi decenni dalla Società Nicolai.

La terza conduttura è recentissima, fu ultimata da un paio d'anni ed appartiene alla Società De-Ferrari-Galliera; la sua lunghezza è di circa 19 chilometri, di cui 2 in galleria. L'acqua che alimenta questo acquedotto è quella che cade sopra un bacino di 1770 ettari di estensione; essa viene raccolta in un gran serbatoio la cui traversa muraria ha 37 metri d'altezza e uno spessore di metri 30 alla base, con un cubo di muratura di 25000 metri; l'altezza utile però del serbatoio non è che di metri 16; e contiene circa 2 milioni di metri cubi d'acqua, la quale è sufficiente per 3 mesi, con un'estrazione di 250 litri per minuto secondo. Un secondo serbatoio di compensazione fu costruito in Lavanina, l'acqua vi è pure trattenuta da una traversa muraria, di dimensioni però molto minori che non il primo serbatoio.

Un'altra opera d'importanza è la galleria di 2 chilometri di lunghezza; larga metri 1,90 ed alta 2,50.

La conduttura forzata ha 17 chilometri di lunghezza; una parte della pressione disponibile viene utilizzata per una fabbrica, e ad onta di ciò all'entrata della città la pressione è ancora così forte che deve ridursi a 115 metri col mezzo di una valvola a mano. La maggior parte dell'acqua fornita da questa conduttura viene utilizzata nell'industria quale forza motrice, e la richiesta è così grande che la stessa Società ha progettato la costruzione di un altro serbatoio capace di 3 milioni di metri cubi d'acqua; in tal modo potrà fornire 500 litri per minuto secondo. Le spese dei lavori già eseguiti ammontano a 7 milioni.

Ad onta di questi tre acquedotti veramente grandiosi, l'acqua di cui a Genova si dispone non è delle migliori, il che potrebbe fare supporre che le sottocorrenti non sono generalmente da consigliarsi per l'alimentazione delle città; tuttavia è bene osservare che le acque tanto della prima conduttura quanto della seconda, non sono vere acque di sottocorrenti, ma bensì di filtrazione. Infatti sebbene la presa dell'acquedotto Nicolai si faccia nell'alveo della Scrivia a qualche metro di profondità, per mezzo di una galleria trasversale, pure i materiali che sovrastano sono così smossi e poco coerenti che le acque della corrente superiore penetrano con facilità e danno luogo alla sottocorrente. Da questa circostanza ebbe origine il colera in Genova nel 1884, per essere stata inquinata l'acqua dalla corrente superiore.

Le acque dell'acquedotto municipale s'intorbidiscono pure sovente per le stesse ragioni. Quelle poi della conduttura De-Ferrari-Galliera sono ancora meno buone perchè si raccolgono alla superficie di una vasta estensione di terreno aperto; queste ultime però, come già si è detto, servono specialmente all'industria come forza motrice.

G. CRUGNOLA.

Calcolo degli sforzi nelle costruzioni metalliche determinati staticamente. — Due sono i metodi grafici comunemente impiegati nella ricerca degli sforzi sviluppati nei singoli membri di una costruzione staticamente definita, vale a dire che soddisfa alla condizione

$$2n = s + 3,$$

dove n significa il numero dei nodi nei quali i diversi pezzi concorrono, e s il numero di questi elementi (*).

L'uno di questi metodi è quello delle figure reciproche, detto anche di Cremona, e che consiste (**) nello stabilire l'equilibrio in ogni singolo nodo partendo da uno degli appoggi e procedendo di nodo in nodo, fino ad arrivare all'altro appoggio, od anche a un piano di simmetria.

Il secondo metodo è quello di Culmann (***) il quale procede per sezioni ideali che segano ogni volta 3 pezzi della costruzione ed eccezionalmente 2 (quando cioè le loro direzioni si tagliano sulla linea d'azione della risultante) e scompone la somma di tutte le forze esterne alla sezione fatta, in tre componenti dirette secondo le direzioni dei pezzi tagliati, con che si trovano gli sforzi agenti nei medesimi.

Il noto metodo delle sezioni di Ritter in Aquisgrana, non è che a metà grafico, esso introduce i bracci di leva e stabilisce l'equilibrio fra i momenti delle forze esterne e quelli delle forze interne, considerando quest'ultime non già come reazioni molecolari della materia ma bensì come azioni, ossia come forze esterne la cui risultante sarebbe identica colla risultante delle vere forze esterne.

L'amico mio prof. Ritter di Zurigo, nella seduta del 10 novembre del Collegio degli Ingegneri e Architetti di Zurigo, ha richiamato l'attenzione dei suoi colleghi sopra un quarto metodo, interamente grafico, proposto due anni or sono dal dottor H. Zimmermann di Berlino, nel quale si opera nel modo seguente. Tanto il carico permanente quanto il sovracarico si suppongono concentrati nei nodi della costruzione e vengono riuniti da un poligono delle forze la cui linea di chiusura è la tavola inferiore, e la distanza del polo la larghezza degli intervalli della costruzione. Per ogni intervallo si ottengono in tal modo, costruendo un quadrilatero, gli sforzi agenti nelle tavole superiore, inferiore e nella diagonale. Con questo metodo si ottiene una maggiore celerità e sicurezza nella costruzione; inoltre nessuna linea ausiliaria viene a cadere fuori della figura della costruzione da calcolarsi; le forze cercate poi si ottengono nell'immediata vicinanza dei membri nei quali agiscono; il che contribuisce alla chiarezza ed evita delle confusioni. Questo metodo ha per altro i seguenti difetti: Per determinare le forze nei ritti si deve ricorrere ad una piccola costruzione secondaria; quando i carichi non sono disposti simmetricamente, occorre calcolare i momenti in un diagramma speciale, od anche con cifre, il che ha pur luogo per quelle costruzioni le cui tavole sono curvilinee. Finalmente se gli intervalli sono ineguali fra loro, il metodo diventa più complicato.

Sarà quindi bene conoscere tutti i metodi per scegliere quello che meglio si presta a seconda delle circostanze.

G. CRUGNOLA.

Uso del sale per lo sgombrò della neve. — L'ingegnere capo dei ponti e strade, sig. Barabant riferisce negli Annali sull'uso del sale fatto a Parigi nel 1885 e 1886 per lo sgombrò della neve, e conchiude proponendo questo sistema come il più speditivo e nello stesso tempo il più economico. Le principali esperienze si riferiscono a quattro nevicate avvenute nel gennaio e nel dicembre 1885 e nel gennaio 1886; i risultati ottenuti sono i seguenti:

(*) CRUGNOLA. — *Dei tetti metallici — Applicazione dei metodi grafici allo studio della stabilità delle incavallature* — Torino, 1877, § 34.

(**) CRUGNOLA. — Libro citato § 40 e 41.

(***) Id. id. § 37 e 38.

DATE	Altezza della neve caduta	Temperatura	Peso per metro quadrato Chg.	Quantità di sale impiegato per metro quadrato		Spese per chilometro quadrato		OSSERVAZIONI
				e per tutta l'altezza della neve caduta	e per centimetro d'altezza	e per tutta l'altezza della neve caduta	e per centimetro d'altezza	
				Grammi	Grammi	Lire	Lire	
1ª Divisione (Circoscrizione 1ª fino alla 10ª).								
Dal 12 al 24 Gennaio 1885	0. 09 (*)	+1ª — 1º	5.21	160	17.8	0.035	0.0038	(*) Altezza caduta in 5 neviccate
» 8 » 10 Dicembre »	0. 13 (**)	+1ª — 1º	17.03	125	9.5	0.031	0.0024	(**) » » » 2 »
» 8 » 13 Gennaio 1886	0.055 (***)	+1ª 1º	6.49	128	23.3	0.018	0.0033	(***) » » » 4 »
» 22 » 24 » »	0. 09(****)	-1ª — 3º	6.46	91	10.1	0.033	0.0037	(****) » » » 3 »
2ª Divisione (Circoscrizione 11ª fino alla 20ª)								
Dal 12 al 24 Gennaio 1885	0.10	0ª — 3º	»	160	16.0	0.033	0.0023	La spesa per chilogramma di neve caduta varia alquanto, mentre non vi sono grandi differenze nelle spese per centimetro d'altezza di neve caduta.
» 8 » 10 Dicembre »	0.11	0ª — 3º	13.13	174	15.8	0.031	0.0028	
» 8 » 13 Gennaio 1886	0.05	+0.7ª — 4º	5.18	166	32.6	0.024	0.0048	
» 22 » 24 » »	0.09	-1ª — 7º	6.10	145	15.6	0.022	0.0023	
				Medie	17.6		0.0033	

Dallo specchio riportato si vede che la spesa per lo sgombrò della neve non fu che di L. 0,0033 per metro quadrato e per un centimetro d'altezza di neve, compreso ogni spesa pel personale e pel materiale. L'importanza di questo risultato diventa grandissima, quando si paragona al costo dello sgombrò fatto negli anni precedenti senza l'uso del sale. Infatti nell'inverno del 1879-80, Parigi per un'altezza totale di metri 0,50 di neve, spese L. 3,025,000, ossia 60,500 lire per centimetro d'altezza, vale a dire L. 0,0085 per metro quadrato e per centimetro d'altezza. L'economia ottenuta è del 66 per 100 circa.

Di fronte a tali cifre crediamo che anche le nostre città dell'Alta Italia, debbano sperimentare un tal mezzo, specialmente Torino, Milano ed altre, dove lo sgombrò della neve costa sacrifici enormi.

Il sale commisto alla neve produce un liquido la cui temperatura può discendere fino a 15° sotto zero senza congelarsi, è quindi naturale l'idea di fare liquefare in tal modo la neve, lo sgombrò non riuscirà che più facile, poichè un liquido si fa scorrere facilmente fino alle bocche di scarico nelle fogne od altrove, mentre la neve richiede tutto un lavoro per riunirla in un mucchio, caricarla e poi trasportarla nei luoghi di deposito o di scarico; quando poi la neve, per abbassarsi della temperatura si agghiaccia, allora lo sgombrò riesce sempre più difficile, dovendola staccare dal suolo cui aderisce fortemente.

Nelle nostre città non si verifica mai il caso in cui la neve cada ad una temperatura al di sotto di 15°; quindi l'impiego del sale è sempre possibile. Lo spandimento deve eseguirsi, come consiglia l'ingegnere Barabant, appena la neve incomincia a cadere seriamente, la circolazione rende il miscuglio più intimo, il quale dapprima consistente ma senza aderire al suolo, si liquefa in breve, cosicchè dopo quattro o cinque ore si possono scoprire le strade con una scopatrice a macchina, fregare gli andari con utensili appropriati, e spingere il tutto nei canali di scolo, aggiungendovi dell'acqua ove occorra far presto. È ovvio il comprendere che nel modo esposto lo sgombrò ha luogo colla massima facilità.

Si potrebbe obiettare che un miscuglio così freddo non è tanto sano pei passeggeri e pei cavalli che sono costretti a calpestarlo, e che inoltre potrebbe nuocere ai pavimenti delle strade e degli andari, esposti a continue alternative di gelo e di disgelo. Ma l'esperienza ha dimostrato che il soggiorno del miscuglio sul suolo è così breve, che non può produrre nocumento alcuno; d'altra parte l'autorità municipale può abbreviare questo soggiorno quanto è possibile, poichè il liquido può togliersi appena il miscuglio comincia a fondersi; i cavalli poi si premuniscono unguendo l'interno del piede con grasso, ciò impedisce che le unghie si spacchino. In quanto poi ai pavimenti non nuoce che a quelli fatti in macadam, ma questo sistema è ormai scomparso dall'interno di quasi tutte le nostre città, e dove si trovasse ancora per caso, ivi si potrebbe limitatamente evitare l'impiego del sale.

Lo spandimento può farsi col badile, o meglio con apposite macchine, e la quantità richiesta è di 20 grammi circa per metro qua-

drato e per centimetro di altezza di neve caduta. Se la temperatura è molto fredda, si potrà aumentare alquanto la quantità suddetta per dare maggior forza al miscuglio.

Gli esperimenti da noi riportati furono eseguiti a Parigi su grande scala, ed è bene riferire che il Municipio aveva ottenuto dal Governo l'esenzione dalle tasse che gravitano sul sale, cosicchè invece di 157 lire la tonnellata, venne a pagare lire 31,40 per tonnellata. Questa esenzione deve naturalmente venire concessa dal nostro Governo alle città che chiederanno di fare uso del sale per lo sgombrò della neve. D'altra parte il sale che per tal uso si richiede è il sal gemma greggio, contenente circa 95 per 100 di cloruro di sodio, il quale non può servire per altro uso di cucina. D'altronde il Governo potrebbe fare depositare il sale destinato a quest'uso in appositi magazzini e quindi sorvegliarne l'impiego. Giova però ricordare che prima delle esperienze riportate, l'ingegnere capo d'Ussel ne aveva però fatte altre nel dicembre del 1879 (*) a Parigi, e che sebbene non avesse pensato ad ottenere l'esenzione dalla tassa, per cui dovette pagare il sale 220 lire la tonnellata, pure trovò una forte economia per rispetto agli altri mezzi di sgombrò comunemente impiegati.

Noi quindi richiamiamo l'attenzione di tutti gli ingegneri che si trovano in condizioni di potere sperimentare questo mezzo perchè facciano dei saggi, e ne comunichino i risultati ai colleghi.

G. CRUGNOLA.

Applicazione del microfono alla ricerca di fughe nei condotti d'acqua.— Nel *Centralblatt für Elektrotechnik* il signor Ph. Seubel ha pubblicato la notizia di una nuova applicazione da lui fatta del microfono, per la ricerca di una fuga d'acqua da un condotto di terra cotta.

Nell'estate del 1878, trovandosi egli a Canton nell'Ohio, Stati Uniti, fu avvertito che erasi guastato il condotto principale dell'acqua potabile di quella città, in un tratto fra lo stabilimento delle pompe e un lago distante circa tre miglia e che non si era riusciti a trovare il punto del guasto. Il condotto era formato da un tubo di terra di circa 0^m,60, posto alla profondità di circa 2^m in un terreno sabbioso, traverso al quale l'acqua scorreva senza però trapelare dal suolo. Pareva che il solo mezzo di scoprire il luogo del guasto fosse quello di fare degli scavi a caso in diversi punti del percorso.

Il signor Seubel pensò allora di esaminare il condotto per mezzo di un microfono, facendo chiudere il condotto all'estremità presso le pompe, per modo che avrebbe dovuto cessare ogni movimento dell'acqua se il condotto fosse stato in buona condizione, mentre invece nel caso opposto, si doveva sentire il rumore dell'acqua nel tratto al disopra della rottura.

(*) Veggasi la memoria dell'ing. D'Ussel pubblicata nell'*Ingegneria civile*, annata 1881, a pag. 41.

Egli preparò un apparecchio portatile composto di una pila, di un microfono di costruzione speciale e di un telefono. Fatto chiudere il condotto allo stabilimento delle pompe, applicò il microfono direttamente sul condotto e si pose in osservazione col telefono a circa 5^m di distanza. Ottenne un risultato completo; sentì nel telefono un rumore molto distinto, tanto da credere ch'esso provenisse dal vento il quale allora spirava assai forte; fece allora coprire accuratamente il microfono per preservarlo da ogni azione esterna, ma il rumore continuò. Per assicurarsi che questo provenisse veramente dallo scorrere dell'acqua fece allontanare a poco a poco il microfono; il rumore venne gradatamente più debole, finchè cessò del tutto. La rottura doveva dunque trovarsi più vicino alle pompe. Continuò le esperienze a distanze di 40 a 50^m; il rumore si sentiva ugualmente forte, finchè diminuì subitamente, ciò che indicava certamente che si era oltrepassato il punto della rottura e in fatti, riportato indietro l'apparecchio, si ottenne di nuovo un rumore più forte. In questo modo egli riuscì a localizzare il punto del guasto sopra una lunghezza di 10^m e, fatto in quel tratto uno scavo, si scoprì che effettivamente il condotto era ivi seriamente danneggiato.

(Giornale del Genio Civile).

Forza esplosiva di alcuni composti. — Il chimico francese Berthelot suggerisce un modo abbastanza semplice per valutare la forza esplosiva di alcune sostanze.

Il di lui metodo consiste nel calcolare, in base alla composizione chimica della materia esplosiva, il volume dei gas prodotti dalla esplosione e la quantità di calore sviluppata nella reazione. Il prodotto dei due numeri rappresentanti il volume e il grado di calore darebbe entro certi limiti la misura della forza esplosiva. Di tal modo il Berthelot ha calcolato la forza esplosiva di un certo numero di composti e miscugli detonanti. Nella tavola qui sotto, la seconda colonna indica il calore sviluppato dalla combustione di un chilogramma della materia esplosiva. La terza il volume dei gas, espresso in litri, sprigionati nella combustione della stessa unità di misura. La quarta è il prodotto di queste due quantità; prodotto che, come si disse, indicherebbe secondo l'opinione del chimico francese la potenza esplosiva approssimativa delle sostanze descritte nella prima colonna dello specchio.

SOSTANZE ESPLOSIVE	Calore sviluppato	Volume dei gas in litri	Forza esplosiva
Polvere da mina	509	0173	88
Polvere da cannone	608	0225	137
Polvere da caccia	641	0216	139
Polvere a base di nitrato di soda	764	0248	190
Polvere a base di clorato di potassa	972	0318	309
Fulmicotone	590	0801	472
Acido picrico	687	0780	536
Picrato di potassa	578	0585	337
Fulmicotone mescolato con clorato di potassa	1420	0484	680
Acido picrico mescolato con clorato di potassa	1424	0408	582
Picrato mescolato con clorato di potassa	1422	0347	478
Nitroglicerina	1320	0710	939

Come appare dalla tavola riportata, la nitroglicerina è di gran lunga il più potente fra i diversi esplosivi conosciuti. Il francese Papillon la chiama « l'ideale della forza portatile ». Berthelot dice di essa: « Brucia » completamente senza residui: in fatto anzi, dà un eccesso di ossigeno; » sviluppa quasi altrettanto calore quanto la polvere da cannone e tre » volte tanto e mezzo di gas, e possiede peso per peso una forza esplosiva sette volte maggiore; mentre volume per volume, sviluppa una » energia dodici volte più grande ». Egli soggiunge: « Teoreticamente » vi è una sola sostanza che possa superarla: il protossido liquefatto di » azoto (ossido nitrico) mescolato con etere o qualche altro carburo liquefatto ». Tali misture superano i 1400° di calore e la loro energia può venire espressa dal numero 1000. È però praticamente impossibile l'ottenere negli usi comuni l'esplosione di questi miscugli costituiti da

gas liquefatti, giacchè detti gas dovrebbero prima essere compressi per venire ridotti allo stato liquido, poi venire conservati in vasi ermeticamente chiusi, e mescolati e fatti detonare sotto tal forma.

(Rivista di Artiglieria e Genio).

Ricerche sulla resistenza alla trazione sulle tramvie. — Il signor Wright ha presentato una relazione su quest'argomento alla Western Society of Engineers (S. U. A.), di cui ecco il sunto:

Gli esperimenti vennero fatti a mezzo del dinamometro Fairbanks.

Sulle tramvie a cavalli di Chicago, la velocità è di km. 13,5 all'ora.

La durata del servizio dei cavalli, che prima era di 4 anni, ora, dopo adottata una nuova lastricatura, è salita a 5 anni, durata media su tutte le ipopotramvie d'America.

La resistenza di una carrozza che col suo carico medio di 14.8 passeggeri pesa kg. 3070, è stata trovata essere, su rotaie logore, di kg. 50, in cifra tonda, il che rappresenta kg. 16.2 per tonnellata, alla velocità di kg. 8 all'ora, comprese le fermate.

Su rotaie d'acciaio, nuove, questa resistenza è discesa a kg. 27.2, eguale a kg. 8.8 per tonn. Questa è la media.

La massima resistenza, per lo spostamento alla partenza, è stata riscontrata di kg. 127.4 per tonn.

Il lavoro medio di una pariglia è di cavalli-vapore 1.208, ossia di c. v. 0.604 per cavallo vivo.

I cavalli fanno in media, giornalmente, 138 minuti di lavoro, di cui 13.22 di arresto. Restano 124.78 di cammino effettivo, decomponentesi in 116.89 di lavoro normale, e 7.89 di lavoro straordinario (spostamento alla partenza).

Tresca ha trovato, per carrozze le cui ruote non avevano dente (bordo) che da un lato solo della carrozza, la resistenza di kg. 6.9 per tonnellata, su rotaie a canale.

D. K. Clark nella sua opera sui tramways, valuta la resistenza media d'una carrozza normale in kg. 9.2.

(Bollettino del Collegio degli Ingegneri di Napoli).

La carta idrografica d'Italia. — Un nuovo importantissimo lavoro si va elaborando per iniziativa della Direzione generale dell'agricoltura, cioè la carta idrografica d'Italia. Questa carta sarà nella scala di 1 a 100,000, e quindi in 277 fogli, come quella topografica dello stato maggiore e nella stessa scala. Essa comprenderà tutti i fiumi, i torrenti ed altri corsi d'acqua, i canali tanto agricoli che industriali; darà inoltre minute indicazioni di tutti gli opifici mossi da forza idraulica e di tutti i terreni irrigati e di quelli pei quali sono allo studio progetti d'irrigazione.

Presso ogni città ove si trova un osservatorio od una Stazione meteorologica sarà segnata in millimetri la quantità media di pioggia annuale che cade in quel territorio.

Unitamente alla carta saranno inoltre pubblicate per ciascuna provincia relazioni atte ad illustrarle meglio ed elenchi riguardanti le portate dei fiumi o torrenti, come pure la forza idraulica che dai medesimi si potrebbe utilizzare a vantaggio dell'agricoltura e delle altre industrie.

La Direzione generale dell'agricoltura, nel promuovere codesto non facile lavoro, ha tenuto presenti le carti industriali che fin dal 1877 erano state compilate dall'ex-Corpo degl'ingegneri del macinato, ampliate ora e modificate secondo le trasformazioni avvenute posteriormente nei singoli territori e coll'aggiunta di tutti i terreni a canali irrigui mediante la diligente opera di Commissioni idrauliche istituite in ogni capoluogo di provincia.

La pubblicazione di detta carta sarà intrapresa fra breve, e si principierà dall'Emilia, all'intento di illustrare convenientemente e come ben merita il progetto di quell'opera grandiosa del Canale Emiliano, progetto che si sta compilando dallo stesso Ministero dell'agricoltura.

La spesa prevista, supera di poco le 100,000 lire, e la prima parte del lavoro è stata già assunta dalla nota ditta Carlo Virano di Roma.

(Bollettino del Collegio degli Ingegneri di Napoli).

Fig. 2 e 3. Apri-serra per le grandi portate

Scala di 1 a 200

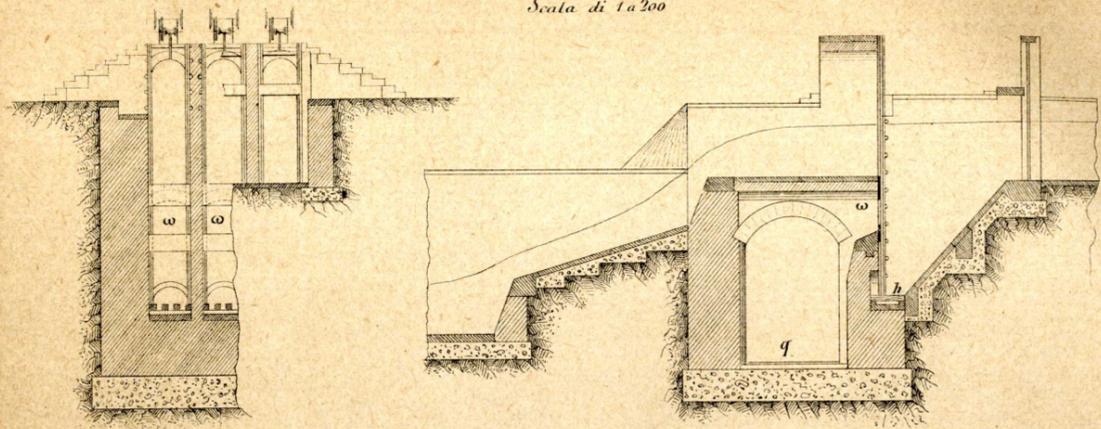
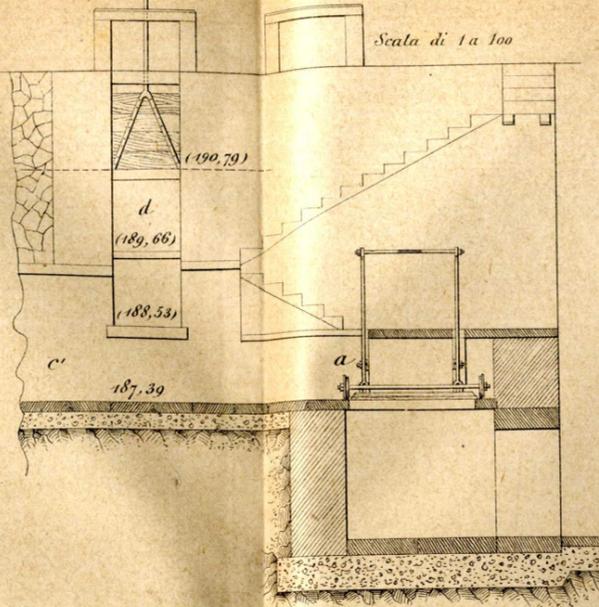


Fig. 4. - Apri-serra per le piccole portate - Fig. 5.

Scala di 1 a 100



Scala di 1 a 50

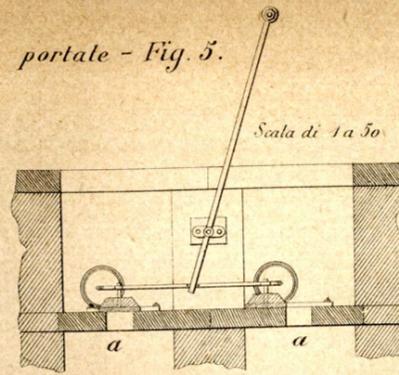


Fig. 6. Apri-serra per le portate medie

Scala di 1 a 50

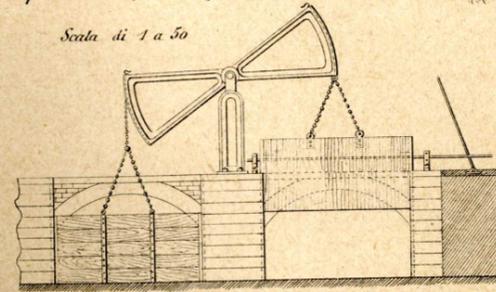


Fig. 7. Torre degli efflussi

Scala di 1 a 100 - Sezione (1-2)

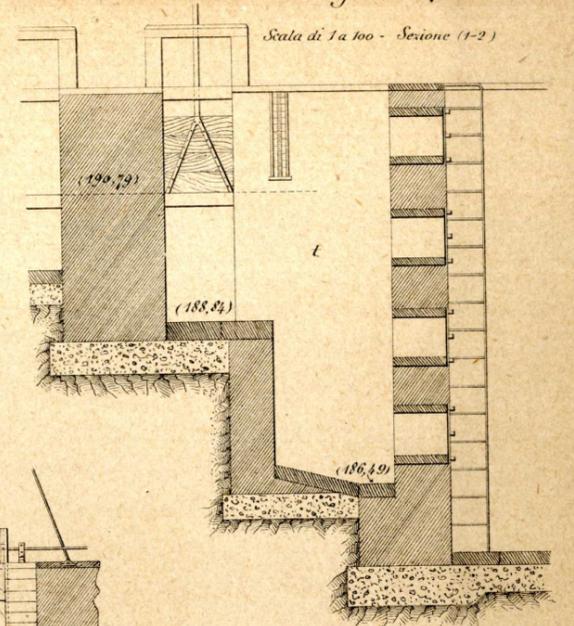
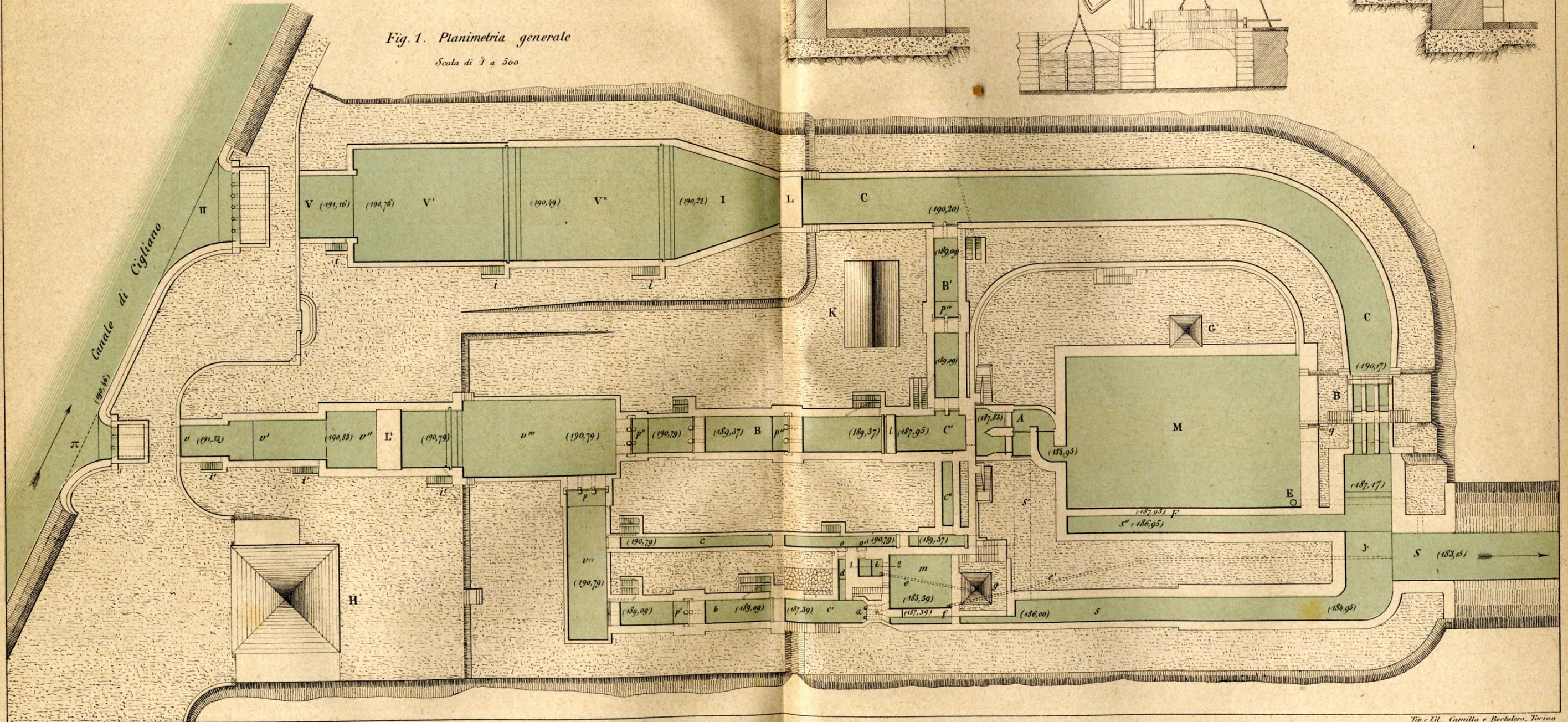


Fig. 1. Planimetria generale

Scala di 1 a 500



STAZIONE IDROMETRICA SPERIMENTALE da costruirsi presso Santhià

S. SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI

Tip. Lit. Camilla e Bertolero, Torino