

**L'INGEGNERIA CIVILE**

B

**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.***COSTRUZIONI METALLICHE****DEI PONTI GIREVOLI  
IN GENERALE****E DI QUELLO RECENTEMENTE COSTRUITO  
PER L'ARSENALE DI TARANTO**

Veggansi le Tavole X a XII del 1887

*(Continuazione).***V. — Meccanismo motore e di rotazione.****1. — MECCANISMO MOTORE.**

I meccanismi motori dei ponti girevoli variano quasi per ciascuno di essi, e però si possono classificare nelle quattro distinte categorie seguenti:

1. Movimento senza meccanismo speciale;
2. Id. a braccia d'uomini mediante un sistema di ruote dentate;
3. Movimento a vapore o ad aria compressa;
4. Id. per mezzo dell'acqua.

Non abbiamo compreso il movimento mediante argani o maneggi perchè completamente abbandonato; si eseguiva facendo avvolgere una fune sul fuso dell'argano o sulla colonna del maneggio, situati sopra la sponda dove era la spalla coll'asse di rotazione; la corda andava ad applicarsi all'estremità libera dell'avambraccio. Nel ponte sul canale Lachine di Montreal, l'argano veniva messo in moto da una ruota idraulica.

Volendo descrivere le quattro categorie di sistemi di meccanismi motori, anche sommariamente, oltrepasseremmo i limiti fissati ad una pubblicazione di questa natura, poichè per ciascuno di essi si dovrebbero dare dei disegni sufficienti a ben comprendere il loro modo d'agire, il che richiederebbe un gran numero di disegni e lunghe spiegazioni; perciò ci limitiamo a dire poche parole su ciascuna delle quattro categorie, riserbando di dare invece una dettagliata descrizione del meccanismo adottato pel ponte di Taranto.

\*

Il movimento a mano senza meccanismo non è ammissibile nei ponti di qualche importanza e dove c'è un certo traffico, per cui non si trova questa applicazione che nei piccoli ponti di legno, leggeri e di antica costruzione, e sopra canali secondari.

Oggidì però è quasi completamente abbandonato, anche nei piccoli ponti; solo in qualche caso raro, dove circostanze speciali non rendono conveniente l'applicazione di altri sistemi, si trova il movimento a mano senza meccanismi, e ne abbiamo un esempio nel ponte girevole sul canale Righwart di Amsterdam.

\*

Il movimento con sistema di ruote dentate ha avuto una applicazione assai estesa, e lo troviamo non solo come sistema speciale e unico, ma anche in moltissimi ponti mossi a vapore o per forza idraulica allo scopo di supplire a questi in caso di rotture o riparazioni agli apparecchi ordinari.

In generale si ha una ruota dentata mossa da un manubrio per mezzo di un albero verticale a cui è fissata; essa imbecca nella corona motrice, d'ordinario fissata al perno, e mette in moto il ponte, il quale gira o interamente sul perno, o sulla corona di guida, o col peso ripartito sull'una e sull'altra. È evidente che per ponti di grandi dimensioni converrà applicare due alberi e due ruote dentate.

Quando il ponte, oltre al movimento di rotazione, deve farne un secondo nel senso verticale, si disporrà l'albero su cui è fissata la ruota in conseguenza. La corona motrice viene spesso fusa con quella che serve di guida alle rotelle, ma in molti casi le due ruote sono anche separate, ed allora si può variare i loro raggi, anzi è bene di farlo, aumentando quello della prima, per dare un maggior braccio di leva alla forza motrice, e diminuendo quello della seconda a cui agiscono le resistenze.

\*

L'applicazione del vapore pel movimento dei ponti girevoli non è così estesa come sembrerebbe doverlo essere in questo secolo, in cui tutto va a vapore, ma ciò si spiega facilmente quando si considera che l'impiego di macchine a vapore richiede una spesa considerevole, inquantochè il fuoco deve essere sempre mantenuto acceso per poter essere pronti ad ogni richiesta di apertura e chiusura del ponte; ora ciò non può aver luogo che in quei ponti che si devono aprire e chiudere quasi continuamente, allora sì che la spesa occasionata da un impianto di questa natura viene compensata: diversamente è preferibile ricorrere a sistemi idraulici, coi quali si possono mettere in movimento anche ponti di luci grandissime. Ora quelli che si trovano nelle condizioni suddette sono pochissimi; perciò è raro l'impiego del vapore.

Tuttavia per ponti di grandi dimensioni, specialmente in America, troviamo qua e là dei casi di questa natura; così il ponte di Albany sull'Hudson (New-York), che ha una lunghezza di m. 83,6 e un peso di 350 tonnellate; quello sulla baia di Raritan, già più volte menzionato, lungo 144 metri e pesante 590 tonnellate e più recentemente il ponte Keokuk e Hamilton nello Stato Iowa. Nel secondo si fa uso di una macchina a vapore di 10 cavalli di forza, colla quale in due minuti e 15 secondi si apre e si chiude il ponte; nel terzo la macchina è a due cilindri di 20 cent. di diametro e 254 cent. di corsa, i quali trasmettono il moto mediante manicotti di innesto a due rotismi che imbeccano nel cerchio dentato.

La macchina a vapore fornisce pure l'acqua necessaria per i torchi idraulici; essi sono in numero di 4, situati sotto i 4 ritti verticali che si elevano sul tamburo, e quando vuolsi aprire il ponte, sollevano la travatura di circa 10 centimetri; ciò basta, tenuto calcolo dell'inflexione, per liberare gli appoggi e per concentrare tutto il peso sul perno: in allora ha luogo il movimento di rotazione prodotto dalla macchina a vapore e trasmesso da un sistema di ruote. Per chiuderlo, lo si gira fino ad avere approssimativamente la sua posizione. Apparecchi speciali alle due estremità lo guidano nella posizione definitiva, dopo di che viene abbassato per mezzo dei torchi idraulici, ed appoggiato così sui

propri supporti, tanto alle estremità, quanto sul pilone. L'altezza dei supporti è calcolata in modo che  $1/4$  circa del peso proprio della travatura viene ad essere supportato da ciascuno di essi, l'altra metà gravita sul pilone.

Con questa disposizione e coll'altra già accennata, che cioè la tavola inferiore sul pilone è interrotta, quella superiore in corrispondenza è munita di cerniera, si ottiene che il ponte agisce non come una trave continua, ma come due travi semplici, indipendenti ed appoggiate sui propri supporti. Con ciò si è ottenuto un vantaggio importante nella costruzione dei ponti girevoli, poichè il ponte agisce come trave continua quando è aperto o in via d'aprirsi, giacchè la cerniera si tende e stabilisce la continuità nella tavola superiore, le due parti della tavola inferiore si premono l'una contro l'altra, con che diventa essa pure continua; quindi la continuità del ponte si manifesta quando è vantaggiosa, mentre cessa allorchando il ponte è chiuso e dove potrebbe costituire un inconveniente.

È ovvio che le macchine a vapore possono agire anche sopra una fune od una catena che apra il ponte tirandolo alla sua estremità libera; in questo caso si situano sulla sponda. Volendo impiegare una trasmissione, la macchina e la caldaia si possono installare tanto vicino alle travi principali, quanto sopra o sotto le medesime.

Come già si disse, è prudente di installare pure apparecchi che permettano di muovere il ponte anche a braccia d'uomini, per quei casi in cui la macchina a vapore non funzionasse.

In certi casi si è pure ricorso all'impiego dell'aria compressa ad altissima tensione; ma questo sistema richiede l'impianto di compressori speciali, e riesce costoso assai; inoltre non si è sempre sicuri d'un buon andamento, perchè l'aria compressa varia di tensione e produce degli sconcerti. L'uso della medesima era pure stato proposto pel ponte di Taranto, da noi già descritto in tutti i suoi dettagli, ma la Direzione del Genio Militare per la costruzione dell'Arsenale di Taranto ed il Comitato di Artiglieria e Genio l'hanno proscritta appunto perchè d'impianto troppo costoso, ma principalmente perchè non avrebbe dato che un rendimento utile assai limitato, il quale per la tensione di 30 atmosfere non si poteva ritenere superiore al 20 per cento.

\*

Il sistema che impiega l'acqua per la rotazione è il più comunemente usato nei ponti di grandi dimensioni di recente costruzione, e dove ciò è possibile; ed infatti è anche dei più vantaggiosi, sebbene l'effetto utile non sia da paragonare con quello delle macchine a vapore, in causa dell'inerzia propria alle grandi masse d'acqua e delle resistenze che incontra nelle condotture; ma esso offre maggior economia e stabilità, poichè l'acqua non si espande, e quindi si è sempre padroni di fermare il movimento a piacere.

Alcuni rimproverano ai sistemi idraulici il pericolo che l'acqua si congeli, ma è noto che ciò si può impedire con diversi mezzi, o mescolando all'acqua certe sostanze, o riscaldando lo spazio dove essa si trova, od anche sostituendo all'acqua un altro liquido.

L'uso dell'acqua può applicarsi in varii modi, o derivandola da una conduttura esistente, o creando serbatoi speciali a cui essa viene elevata, oppure mediante accumulatori. Quest'ultimo sistema lo troviamo nel ponte di Marsiglia ed anche in quello sull'Ouse presso Goole (fig. 17). Il primo modo invece fu seguito in origine pel ponte di Harlem della terza Avenue a Nuova-York.

Anche pel ponte dell'Ourcq alla Villette (presso Parigi), l'acqua si prende nei serbatoi di Ménilmontant, e arriva al cilindro con una pressione di 45 metri di altezza, corrispon-

dente a 4,35 atmosfere; in causa delle resistenze però non agisce che con una pressione di 3,50 atmosfere, il che produce sullo stantuffo uno sforzo di 5740 chilog. met.

Pel ponte di Taranto si pensa pure di adottare questo modo di derivare l'acqua quando sarà ultimato l'acquedotto che devesi costruire pei bisogni della città e dell'arsenale, poichè dalla posizione locale riuscirà possibile di avere la quantità di acqua necessaria a tale livello da non dovere più elevarla meccanicamente. Questa circostanza anzi ha influito assai sulla scelta del sistema idraulico ivi adottato a preferenza di quello ad aria compressa stato proposto dall'Impresa, come già si disse.

Finalmente l'uso di macchine a vapore per elevare l'acqua all'altezza necessaria per avere la pressione voluta, è generale, e fu seguito in moltissimi ponti: fra gli altri, in quello di Rock-Island a Davenport sul Mississippi (invece di acqua si adopera glicerina) e da noi nel ponte di Taranto, che descriveremo minutamente in appresso (N. 3).

## 2. — MECCANISMO DI ROTAZIONE.

Ciò in quanto al motore; il meccanismo di rotazione poi può essere il medesimo anche quando il motore è diverso. Nel ponte sull'Ouse, per esempio, il quale non appoggia altrimenti che sopra una corona di rotelle e il cui peso è di 670 tonnellate, la corona dentata  $a, a$  ha un raggio di metri 4,88 e viene messa in moto, mediante un ingranaggio A mosso da una macchina idraulica a tre cilindri (fig. 17) del diametro di m. 0,114, una corsa di m. 0,462, una pressione di 50 atmosfere e 40 rivoluzioni al minuto, di una forza di 40 cavalli circa. L'accumulatore B viene sollevato per mezzo di una macchina a vapore di 12 cavalli di forza. Tanto la macchina idraulica, quanto quella a vapore sono in doppio esemplare per evitare interruzioni in caso di accidenti.

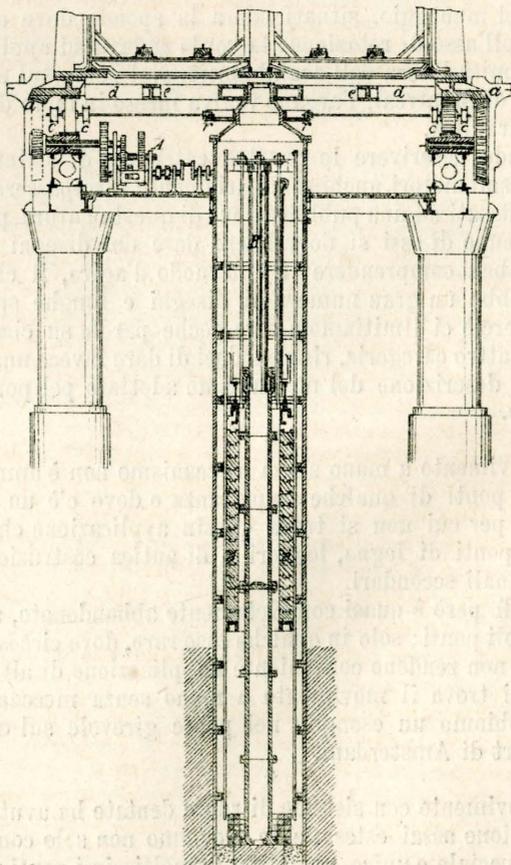


Fig. 17. — Meccanismo di rotazione del ponte sull'Ouse.  
Scala di 1 a 180.

Nei ponti il cui peso viene quasi interamente sopportato dal perno centrale, si dispone una ruota orizzontale sotto il ponte stesso, sulla quale si avvolge una catena od una fune mossa da uno o due cilindri; il moto della ruota viene comunicato agli altri meccanismi per mezzo di opportuni alberi di trasmissione.

Nel già menzionato ponte sul canale dell'Ourcq alla Villette, lo stantuffo si muove in un senso o nell'altro, secondo che la pressione dell'acqua agisce sull'una o sull'altra faccia, e mette in movimento due aste di ferro a cui sono collegati gli estremi di una catena che dopo di aver passato per alcune puleggie, va ad accavalcarsi per circa due terzi sopra la circonferenza di una ruota orizzontale di raggio eguale a m. 0,90 solidale con l'ossatura del ponte, e fa girare così il ponte in un senso o nell'altro. Pel caso in cui non si potesse utilizzare la pressione idraulica, le catene di manovra possono avvolgersi sopra il fuso di un argano, il quale si muove a braccia d'uomini e produce la rotazione del ponte.

### 3. — MECCANISMO MOTORE E DI ROTAZIONE DEL PONTE DI TARANTO.

Nel ponte di Taranto si è impiantato un gran serbatoio metallico su una vecchia torre lungo la sponda destra del nuovo canale, ed all'altezza di oltre 22<sup>m</sup>,00 sul livello medio del mare.

Si è ricorso a questo espediente d'accordo con la Direzione del Genio Militare, perchè l'Amministrazione appaltante prescriveva che la pressione dell'acqua motrice non dovesse troppo scostarsi dalle 2 1/2 atmosfere, e che la riserva d'acqua in carica fosse bastante per poter manovrare due volte il ponte senza la minima perdita di tempo. Ora con queste restrizioni sarebbe stato impossibile di adottare cilindri idraulici ed accumulatori, come si è fatto per altri ponti da noi descritti, e ciò perchè essi sarebbero risultati di dimensioni eccezionali e di efficacia molto limitata.

Il serbatoio è di forma cilindrica, con fondo a calotta sferica, della capacità di 600 m<sup>3</sup> di acqua. Una caldaia del sistema Field a tubi verticali fornisce il vapore a due pulsometri del tipo n. 1 della fabbrica Dégauchal di Parigi, i quali provvedono all'alimentazione del serbatoio.

La superficie riscaldata è di 25 metri quadrati.

I pulsometri si sono messi in numero di due, perchè l'uno serva di scorta all'altro; essi possono tuttavia, secondo il bisogno, funzionare tanto separatamente, quanto uniti. In quest'ultimo caso però, forzando molto l'evaporazione del generatore, si verificano forti ebollizioni, con rischio di trascinare nei pulsometri una parte dell'acqua bollente, che, oltre allo spreco di calore, deteriorerebbe molto le valvole di gomma; funzionando invece con un solo apparecchio per volta, questo inconveniente non si verifica.

Dal fondo del serbatoio si diramano due tubolature di ghisa di m. 0,355 di diametro interno; la prima segue la sponda destra e con due gomiti raggiunge una turbina collocata nello spallone destro del ponte; la seconda s'immerge in un cunicolo a sezione circolare che attraversa il canale navigabile e sbocca sull'altra sponda, e mercè due altri gomiti giunge alla turbina dello spallone sinistro verso il Borgo. Lungo il cunicolo la tubolatura è sorretta da mensole di ghisa.

Quattro valvole a saracinesca, due presso il serbatoio e due presso le turbine, intercettano il passaggio dell'acqua nel caso di dovere riparare qualche guasto.

Le turbine sono (tav. XI, 1887) ad 8<sup>m</sup>,95 al disotto del piano di appoggio del ponte, e l'albero verticale A<sub>1</sub>, che ognuna di esse comanda, corrisponde al centro di rotazione della travatura.

Le turbine hanno il diametro di 0<sup>m</sup>,95 e sono ad am-

missione parziale in causa della forte pressione. La semicorona superiore del distributore è fissa ed ha 7 cassette di distribuzione, e la ruota motrice inferiore ha 44 palette. La sezione trasversale delle cassette è trapezia, ed ha la base superiore di m. 0,068, l'inferiore di m. 0,15.

Ciascuna turbina ha la forza di 14 cavalli (effettivi al freno), il che equivale ad una forza di circa 2 cavalli per ogni cassetta. In regime normale fa 240 rivoluzioni al minuto, velocità straordinaria, quando si considera che l'albero verticale in prolungamento di quello delle turbine nel movimento di altalena della coda si dispone secondo una linea spezzata; ma nel caso nostro è perfettamente ammissibile, avendosi applicato un giunto cardanico, come diremo in appresso. Per ogni operazione di apertura e chiusura del ponte è stato prescritto che il consumo di acqua non debba oltrepassare il volume di 150 metri cubici.

La manovra dell'apparecchio di distribuzione dell'acqua alla ruota motrice delle turbine si fa per mezzo di trasmissioni, che attraversando le spalle del ponte, spuntano sulle piattaforme dove appoggia il ponte; cosicchè i due operai che manovrano le due turbine (una per ogni travata) seguono con la vista il movimento degli avambracci e regolano in conseguenza la forza e la velocità dei movimenti.

L'albero A, di 0<sup>m</sup>,08 di diametro comandato dalla turbina si eleva fino nella testa del cardine o perno centrale di rotazione. Le sue oscillazioni laterali sono impedito da due traverse metalliche, poste a diverse altezze e fissate nella muratura.

Il cardine principale è costituito da un robusto masso di ghisa di forma speciale, le cui sezioni orizzontali sono tutte circolari. La base slargata di tale cardine costituisce una piattaforma circolare, di diametro medio 1<sup>m</sup>,70, dalla quale partono dei raggi *a, a* (tav. XI e XII) anch'essi di ghisa, che collegano la piattaforma in parola con la corona *b, b* sulla quale rotolano le ruote portanti R, R (tav. XII). Su questa piattaforma rotolano 16 rulli di acciaio, alquanto conici, e su di essi appoggia un'altra piattaforma, la cui corona *c, c* (tav. XI) corrispondente ai rulli è di acciaio, e la rimanente parte di ghisa, e viene in contatto con la testa del cardine, mercè 12 rulli *d, d* verticali e cilindrici di ghisa.

Il meccanismo di rotazione presenta così la originalità che le ruote motrici e portanti R, R in numero di due, agiscono per semplice aderenza sopra una rotaia ordinaria di acciaio, e precisamente come in una locomotiva di ferrovia. Infatti, mentre la corona sulla quale agiscono le ruote del retrobraccio è formata di una rotaia Vignole di acciaio (36 chilog. a m. l.), la circonferenza delle ruote stesse è garantita da un cerchione d'acciaio come i veicoli ferroviari. Il carico preponderante su queste ruote agisce come il peso proprio delle locomotive, ma con rapporto più favorevole all'aderenza, anche quando la rotaia è bagnata alla superficie di contatto.

Questa disposizione ha potuto adottarsi in seguito alla cura che si è avuto nel ridurre al minimo la lunghezza dei bracci di leva delle resistenze ed aumentare invece per quanto si poteva quello delle potenze.

L'interasse adottato per le travi maestre e la disposizione della piattaforma del cardine primario è tale da far gravitare sul cerchio di diametro m. 1,70 (fig. 2 e 3, tav. XII) circa  $\frac{2}{3}$

del carico totale, mentre  $\frac{1}{3}$  è ripartito metà per parte sul

cerchio di diametro 6<sup>m</sup>,30. D'altra parte, le ruote motrici che determinano la rotazione del ponte agiscono con raggio o braccio di leva di 10<sup>m</sup> (fig. 4, tav. XII).

La testa del cardine è vuota per accogliere il giunto car-

danico costituito dall'estremità dell'albero  $A_1$ , dal piede di un albero  $A_2$  che si eleva in corrispondenza di quello inferiore  $A_1$  e da un pezzo o manicotto speciale di acciaio.

Questo giunto cardanico permette all'albero  $A_2$  d'inclinarsi rispetto alla verticale, allorchando si esegue il movimento di altalena per il sollevamento o l'abbassamento della coda della travatura e funziona perfettamente.

L'albero  $A_2$  (chiamato 1° motore) di m. 0,095 di diametro è assicurato alle travi intermedie del ponte mediante due robuste traverse a crociera in ferri speciali; siccome il movimento di una turbina ha luogo sempre nello stesso senso, e i due movimenti del ponte, di rotazione e di altalena devono effettuarsi nelle due direzioni, così si è provveduto per mezzo di una terna d'ingranaggi conici. A tal uopo l'albero  $A_2$  porta due rocchetti conici, rivolti in senso opposto, ognuno di 0<sup>m</sup>,50 di diametro e con 38 denti, che imboccano in una ruota  $R_2$  di egual diametro e numero di denti, calettata su di un albero  $A_3$  orizzontale di m. 0,08 di diametro. Il primo di detti rocchetti serve per la rotazione della travatura da sinistra a destra, l'altro per la rotazione inversa, cioè da destra a sinistra. Epperò sullo stesso albero  $A_2$ , fra i due rocchetti è interposto un manicotto speciale d'innesto, il quale, spinto a mezzo di una leva contro l'uno o contro l'altro rocchetto, trasmette così il movimento dell'albero  $A_2$  alla ruota  $R_2$  in un senso, o nel senso opposto.

All'estremo di detto albero  $A_3$  (chiamato 2° albero motore) havvi un rocchetto di m. 0,24 di diametro con 19 denti, che imbecca in una ruota  $R_3$  di m. 0,48 di diametro con 38 denti, calettata su un albero  $A_4$  di m. 0,09 di diametro, il quale si prolunga fin verso l'estremo della coda.

Sullo stesso albero  $A_4$  (detto 3° albero motore) presso il terz'ultimo montante delle travi è disposto un altro rocchetto di m. 0,24 di diametro con 17 denti, il quale imbecca in una ruota  $R_4$  di m. 0,96 di diametro con 68 denti, calettata su un albero corto  $A_5$  di m. 0,09 di diametro, inclinato rispetto al precedente  $A_4$ . All'estremo di detto albero  $A_5$  si ha un piccolo rocchetto di acciaio del diametro di m. 0,1875 e 11 denti, che imbecca in due ruote coniche  $R_5$ , aventi ognuna 0<sup>m</sup>,75 di diametro e con 44 denti, le quali sono calettate su alberi  $A_6$  (tav. XII) orizzontali ed in direzione trasversale al ponte. Questi portano agli estremi rocchetti di acciaio del diametro di m. 0,26 e con 10 denti, i quali imbeccano in ruote  $R_6$  di m. 0,78 di diametro con 30 denti, calettate su alberi  $A_7$  di m. 0,135 di diametro, obliqui all'asse longitudinale del ponte, e che portano agli estremi le ruote motrici  $R_1$ , di cui fu fatto già cenno.

Da quanto precede risulta che, facendo la turbina 240 giri al minuto,

l'albero $A_1$	farà	240	giri al 1'
l'albero $A_2$	id.	id.	id.
la ruota $R_2$	id.	id.	id.
l'albero $A_3$	id.	id.	id.
la ruota $R_3$	id.	120	id.
l'albero $A_4$	id.	id.	id.
la ruota $R_4$	id.	30	id.
l'albero $A_5$	id.	id.	id.
la ruota $R_5$	id.	$\frac{30}{4} = 7\frac{1}{2}$	id.
l'albero $A_6$	id.	id.	id.
la ruota $R_6$	id.	$\frac{30}{12} = 2\frac{1}{2}$	id.
l'albero $A_7$	id.	id.	id.
le ruote motrici R	faranno	id.	id.

Ora le ruote motrici hanno il diametro di m. 0,75; lo sviluppo della loro circonferenza misura quindi 4<sup>m</sup>,71225, e per 2 rivoluzioni e  $\frac{1}{2}$  si avrà un percorso di 11<sup>m</sup>,78; ma

lo sviluppo della corona sulla quale rotolano le dette ruote motrici, tenuto conto di un solo quadrante, misura:

$$2\pi r = \frac{2 \times 3,1416}{4} \times 10 = 15^m,708;$$

adunque le ruote motrici percorreranno questo quadrante (ossia la travatura girerà di un angolo di 90°) in:

$$\frac{15,708}{11,780} = 1' 2''.$$

Il meccanismo pel movimento di altalena o di coda fu congegnato nel modo seguente:

Sullo stesso albero  $A_4$  (terzo albero motore), al di là del terz'ultimo montante, havvi un manicotto d'innesto per rendere il movimento di detto albero solidale o pur no con quello del suo prolungamento.

All'estremo di esso si ha un rocchetto conico di ghisa, di m. 0,264 di diametro con 15 denti, il quale imbecca in una ruota  $R_7$  (tav. XI) di m. 0,44 di diametro con 25 denti, calettata su un albero  $A_8$  (tav. XII) orizzontale, di m. 0,07 di diametro, disposto trasversalmente al ponte e fissato con cuscinetti alle pareti laterali della coda.

Questo albero  $A_8$  porta 4 viti perpetue di bronzo, a due filetti, del diametro di m. 0,16 e col passo di m. 0,0568, le quali imbeccano in quattro ruote dentate orizzontali  $R_8$ , aventi m. 0,39 di diametro e 22 denti. Tali ruote di ghisa sono fissate sulla testa di altrettante viti calanti di ferro, munite di custodie di ghisa e chiocciolo di bronzo. Le viti hanno m. 0,125 di diametro ed il passo della loro impanatura è di m. 0,0041; cosicchè per ogni giro delle ruote  $R_8$  la vite (e quindi la coda) si alza e si abbassa di m. 0,0041. Ne segue che per ottenere il massimo abbassamento o rialzamento (che in chiave misura m. 0,827 con un braccio di leva di m. 33,65 rispetto al centro di rotazione) si avrà per la coda un'altezza da vincere di:

$$0,827 \times \frac{10,00}{33,65} = 0^m,246$$

e quindi un numero di giri delle viti di:

$$\frac{0,246}{0,0041} = 60 \text{ giri.}$$

E poichè l'albero  $A_4$  fa 120 giri al 1'  
 la ruota  $R_7$  » 72 id. id.  
 l'albero  $A_8$  » 72 id. id.  
 le ruote  $R_8$  fanno 30 id. id.

se ne deduce che per l'intero movimento di coda occorrono:

$$\frac{60}{30} = 2'.$$

La forza motrice calcolata in base agli attriti che si sviluppano sotto il carico risultò di circa 7 cavalli, ma questa forza fu portata al doppio, sia per far fronte alla resistenza che presenta un meccanismo nuovo, sia anche per avere a disposizione una forza maggiore nel caso di leggero vento contrario, nel momento della rotazione. Si comprende facilmente che con vento forte le navi non transiterebbero il canale, e sarebbe nello stesso tempo grave imprudenza manovrare il ponte.

Il movimento a mano od a braccia, si ottiene mercè l'aggiunta di un rocchetto e (tav. XI) sull'albero  $A_4$  (terzo motore) accanto a quello che conduce la ruota  $R_4$ ; il detto rocchetto aggiunto ha m. 0,28 di diametro e 20 denti, ed imbecca ad angolo retto in una ruota  $R_9$  dello stesso diametro e con lo stesso numero di denti, calettata su di un albero verticale  $A_9$  di m. 0,07 di diametro.

All'estremo di questo un rocchetto di m. 0,2 di dia-

metro, avente 15 denti, imbecca una ruota orizzontale  $R_{10}$  di  $1^m,20$  di diametro con 90 denti.

L'albero verticale  $A_{11}$  di tale ruota  $R_{10}$  ha m. 0,08 di diametro, ed il suo estremo superiore giunge al livello della impalcatura propriamente detta del ponte, dove può innestarsi, ogni qualvolta occorre, ad un argano, al quale si applicano 8 leve di circa  $2^m$  di lunghezza. Ad ogni leva si applica la forza di 3 uomini.

Evidentemente i potenti attriti che si sviluppano nel meccanismo, ed il gravissimo peso di ciascuna travatura fanno sì che il movimento a mano riesce relativamente assai lento. Questo tempo può invero calcolarsi con una certa approssimazione nel modo seguente pel movimento di altalena della travatura.

Poichè pel completo rialzamento (od abbassamento) della coda occorrono 60 giri delle viti calanti, si avranno in corrispondenza:

60	giri	per la ruota $R_5$
144	id.	l'albero $A_8$
144	id.	la ruota $R_7$
240	id.	l'albero $A_4$
240	id.	la ruota $R_9$
240	id.	l'albero $A_9$ e
40	id.	la ruota $R_{10}$

e quindi anche 40 giri completi dell'argano e degli uomini applicati alle leve. Supposta la circonferenza media percorsa dagli operai, del raggio di m. 1,5 e quindi dello sviluppo di m. 9,42, si avrà un percorso medio totale di m. 377 circa.

Ammettendo una velocità media (massima) di m. 0,5 per secondo, il tempo necessario per l'intero movimento risulterà di

$$\frac{377}{0,5 \times 60} = 12' 34''.$$

Per la rotazione si ha che le ruote motrici R debbono fare:

$$\frac{15,708}{4,71225} = 3,34$$

giri per percorrere la metà della corona sulla quale rotolano; se ne deduce che:

l'albero $A_7$	deve fare	3,34	giri
la ruota $R_6$	id.	id.	id.
l'albero $A_6$	id.	10	id.
la ruota $R_5$	id.	id.	id.
l'albero $A_5$	id.	40	id.
la ruota $R_4$	id.	id.	id.
l'albero $A_4$	id.	160	id.
la ruota $R_9$	id.	160	id.
l'albero $A_9$	id.	160	id.
la ruota $R_{10}$	id.	$26 \frac{2}{3}$	id.

e quindi anche l'argano dovrà fare  $26 \frac{2}{3}$  giri, ed il tempo occorrente nelle ipotesi come sopra, risulterà di:

$$12' 34'' \times \frac{26,66}{40} = 8' 23''.$$

Sommando i due tempi così calcolati, si ha per l'intero movimento a braccia  $20' 57''$ .

Alle prove si ottenne per la chiusura del ponte una durata di  $21' 20''$ , ossia quasi esattamente la durata di sopra calcolata, ma per l'apertura del ponte (sempre col movimento a mano e compreso il movimento di altalena) si ebbe una durata di soli  $15' 25''$ . Ciò si spiega, perchè nella operazione di apertura il movimento di altalena si fa abbassando la coda, ed è chiaro che in tal caso il peso preponderante della medesima va a favore del lavoro motore.

Col motore idraulico si ebbero i seguenti risultati: Apertura in  $7'$  e chiusura in  $10'$  (compreso sempre il tempo pel

movimento di altalena). Il rapporto fra queste due durate  $7' : 10'$  collima perfettamente con quello  $15' 25'' : 21' 20''$ , trovato per gli esperimenti col meccanismo a mano, e va perciò analogamente spiegato.

Il volume d'acqua consumato in ciascuna operazione completa di apertura e chiusura del ponte fu, alle prove, di 85 metri cubici, quindi di molto inferiore a quello di 150 metri cubici che era stato prescritto dal contratto.

\*

Il ponte fu costruito a corpo pel prezzo di 400,000 lire, non compreso però il meccanismo motore e di rotazione, pei quali si è provveduto con contratto speciale concluso colla stessa impresa. La lunghezza della travatura essendo di metri 89, il costo per metro lineare viene ad essere di L.  $4494,38 = \frac{400000}{89}$ , e per mq. di superficie

$$L. 670,80 = \frac{4494,38}{6,70}.$$

Il costo dei meccanismi motore e di rotazione fu di lire 45000; la conduttura per le turbine fu pagata a cottimo in lire 25000, per cui si ha un totale di lire 70000, ossia di lire 786,52 per metro lineare di ponte e lire 117,38 per metro quadrato di impalcatura. Tenendo conto del prezzo già trovato per la costruzione del ponte stesso si ha una spesa di lire 5280,90 per metro lineare e di lire 788,18 per metro quadrato di superficie.

Il peso della parte metallica ammonta a tonn. 536,144, così ripartite:

Rifornitore . . . . .	tonn.	29,909
Tubi di condotta . . . . .	»	59,013
Ferri delle travate . . . . .	»	342,151
Meccanismi fissi . . . . .	»	54,633
Meccanismi mobili col ponte . . . . .	»	50,438

Totale come sopra tonn. 536,144

oltre il carico di zavorra formato in gran parte da tappi provenienti dalla bucaura al punzone dei ferri all'officina e in parte completato con pani di ghisa di qualità scadente.

#### 4. — TEMPO E FORZA IMPIEGATA PER APRIRE E CHIUDERE.

Il tempo necessario all'apertura e chiusura costituisce una delle condizioni più importanti nella scelta di un ponte girevole e del meccanismo motore; più esso è breve, meglio sarà. È ovvio che tale tempo sarà maggiore pei ponti mossi a braccia d'uomini, che non per quelli mossi coll'acqua o col vapore.

Abbiamo visto che per quello di Taranto col motore idraulico occorrono 7 minuti per l'apertura e 10 per la chiusura, mentre col meccanismo a mano si richiedono  $15' 25''$  per l'apertura e  $21' 20''$  per la chiusura. Dalle esperienze eseguite da Shaler Smith (1) su moltissimi ponti americani, il cui peso veniva sopportato da una corona di rulli, risulta che la resistenza complessiva riferita all'asse della corona è in media di 0,007 del peso che gravita sulla medesima; ciò vale nelle migliori condizioni, che raramente si verificano, poichè quando il tempo è umido o soffiano venti fortissimi, le resistenze possono crescere fino a quintuplicarsi.

Per curiosità possiamo applicare questi dati al ponte di Goole sul fiume Ouse, per doppio binario, a due campate di metri 30,5 ciascuna e con una lunghezza totale di 76 metri. Il suo peso è di 680 tonnellate, il diametro della corona di rulli è di m. 9,14; per cui la resistenza sarà:

$$R = 0,007 \cdot 680 = 4,760 \text{ tonnellate.}$$

(1) *Transactions of the americ. — Soc. of civ. eng.*, 1875, pag. 395.

Per girarlo di 90° occorrerà un lavoro:

$$L = \frac{4,76 \cdot \pi \cdot r}{2} = \frac{4,76 \cdot 3,14 \cdot 4,07}{2} = 30,847 \text{ tonn. m.}$$

Un uomo, lavorando breve tempo, può fare in un minuto:

$$0,015 \cdot 60 = 0,9 \text{ tonn. m. ;}$$

cosicchè per aprire il ponte suddetto gli occorreranno:

$$\frac{30,847}{0,9} = 34,27 \text{ minuti.}$$

Ora se applichiamo a questo ponte la forza che si richiede per quello di Taranto, che ha una luce minore (essa è di m. 59,40, quindi per una sola ala m. 24,70) ed una minore lunghezza di travatura (m. 89 complessivamente, ossia per ogni ponte girevole 44,5; invece che per quello di Goole abbiamo 76 metri, avendo una travata sola per le due campate), e richiede 8 leve, ad ognuna delle quali si applica la forza di 3 uomini, quindi in tutto 24 uomini, si avrebbe:

$$\frac{34,27}{24} = 1,428,$$

ossia minuti 1,428. Ora, in realtà, questo ponte si apre a pressione idraulica, e dalle esperienze fatte risulta che basta un minuto. Si vede che il calcolo da noi esposto è abbastanza esatto.

La trasmissione occorrente sarebbe di:

$$\frac{4,76}{24 \cdot 0,015} = 13,22,$$

la quale però praticamente dovrà aumentarsi.

Si vede quindi che il tempo per aprire un ponte girevole dipende dal suo peso, dalla trasmissione e dalle condizioni atmosferiche (se è umido, o tira vento, ecc.); in generale per tutti i ponti costruiti varia fra 1 e 7 minuti, e per non allungare di troppo questo lavoro abbiamo inscritto il tempo, dove è a nostra conoscenza, nelle tabelle che daremo in fine all'articolo.

Pel ponte di Brest sulla Penfeld lavorano generalmente due uomini per ciascuna parte (è a due falde), ed impiegano 15 minuti per aprirlo quando il tempo è calmo, mentre se tira vento forte, il numero d'uomini necessario aumenta considerevolmente ed anche il tempo richiesto. All'Hâvre, dove la travata pesa 120 tonnellate, 4 uomini l'aprono, spingendo la coda, in 4 minuti. Nel ponte del bacino di raddobbo di Marsiglia, il moto viene comunicato dall'acqua compressa dei bacini, condottata con una pressione di 50 atmosfere, agli apparecchi seguenti:

al torchio centrale che solleva il ponte per creare il perno su cui deve girare;

al cilindro di manovra dei cunei che fissano la coda;

ai due apparecchi che agiscono sulla catena di rotazione; e

ad un apparecchio di compressione che fornisce al torchio centrale l'acqua compressa a 270 atmosfere e alle valvole e cassette di distribuzione.

Con ciò un uomo solo basta per guidare le manovre di sollevamento e di rotazione anche quando soffiano venti fortissimi; durante il movimento il torchio centrale sopporta 685 tonnellate, e le rotelle del retrobraccio 15 tonnellate; il peso totale del ponte è di 700 tonnellate.

(Continua)

GAETANO CRUGNOLA.

## MOTORI TERMICI INDUSTRIALI

### IL MOTORE AD ARIA CALDA DI BENIER

(Veggasi la Tav. III)

Il motore di Benier, che fu presentato nel 1887 all'Esposizione di macchine per l'estinzione di incendi di Torino, è di quei motori ad aria calda che diconsi aperti od a rinnovazione di fluido motore, perchè ad ogni colpo completo della macchina rinnovasi il fluido che deve agire sullo stantuffo-motore: appartiene poi a quella categoria di motori che diconsi a prodotti della combustione, perchè non è l'aria calda pura che agisce, espandendosi, sullo stantuffo motore, ma sono i gas caldi che si generano dalla combustione del carbone impiegato nella macchina.

Il motore Benier non può dirsi nuovo nello stretto senso della parola, perchè non fondato su principio nuovo, ma per la sua disposizione particolare si sono in parte eliminati alcuni seri inconvenienti che più o meno riscontransi nei motori congeneri anteriormente costrutti, e presenta quindi dei reali perfezionamenti rispetto a questi.

Si sa che il coefficiente economico di un motore termico, cioè il rapporto tra il calore utilizzato ed il calore speso, dipende essenzialmente dai limiti della temperatura massima e minima, tra i quali può funzionare la macchina. Uno di questi limiti, l'inferiore, è stabilito dalla temperatura dell'ambiente esterno, oltre il quale non si può discendere, l'altro dalla temperatura di regime del focolaio che funge da sorgente di calore: sarebbe massimo il coefficiente economico di quel motore termico che funzionasse tra questi limiti di temperatura.

Questo coefficiente economico massimo, per ragioni d'indole puramente pratica, non è raggiunto da alcun motore termico.

Distinguonsi due grandi categorie di motori termici, i motori a vapore acqueo ed i motori ad aria calda; nei primi col mezzo della condensazione si raggiunge una temperatura minima non molto lontana da quella che la natura concede; ma la temperatura massima, in causa delle altissime pressioni che assume il vapore a temperatura relativamente bassa, è assai lontana da quella disponibile. Coi secondi, al contrario, mentre la temperatura massima si avvicina a quella disponibile, si scosta d'assai la temperatura inferiore da quella dell'ambiente esterno. Però la differenza di temperatura utilizzata è assai maggiore nei motori ad aria calda, e per questa ragione il loro coefficiente economico è sensibilmente superiore a quello dei motori a vapore, e sotto questo punto di vista quelli posseggono una marcata superiorità rispetto a questi.

Di tutti i motori ad aria calda che si presentarono nella pratica, uno solo ebbe un vero successo incontestabile, ed è il motore a compressione, così detto a gas-luce; gli altri, in causa particolarmente dell'alta temperatura a cui devono funzionare, presentano inconvenienti tali nella pratica da rendere insignificante il vantaggio apportato dal loro coefficiente economico. Se non che il motore a gas-luce, per l'impossibilità d'averne in ogni luogo il combustibile che impiega e specialmente per l'alto prezzo di questo combustibile che lo rende vantaggioso solo fino a potenze relativamente basse, non ha potuto finora che sostituirsi in parte al motore a vapore.

Lo scopo del motore Benier sarebbe appunto quello di godere dei vantaggi del motore a gas-luce senza averne i difetti.

Per constatare fino a qual punto sia stato raggiunto l'intento, è necessario procedere, innanzi tutto, ad una particolareggiata descrizione del motore.

\*

Il motore Benier componesi essenzialmente di un cilindro motore a semplice effetto, di una pompa d'aria, degli organi di distribuzione dell'aria, degli organi di trasmissione del movimento, di un alimentatore automatico del combustibile, di un regolatore a forza centrifuga, e finalmente di una intelaiatura pel collegamento delle singole parti del motore.

*Cilindro motore.* — Il cilindro motore, rappresentato in diverse posizioni nelle fig. 2, 3 e 4 della tavola, è indicato colla lettera C; è ad asse verticale e in esso scorre uno stantuffo P a canna, il cui diametro inferiormente, per circa  $i \frac{2}{3}$  dell'altezza, è più piccolo di quello del cilindro motore, in modo che rimane uno stretto spazio anulare tra i due. Pel rimanente  $\frac{1}{3}$  esiste contatto a sfregamento dolce, e

da questo semplice contatto risulta la chiusura ermetica tra stantuffo e cilindro. Sul fondo inferiore del cilindro motore trovasi il focolaio, costituito da una graticola speciale e da pareti cilindriche formate da uno spessore di grafite che hanno l'ufficio di proteggere le pareti metalliche del cilindro motore dall'azione nociva di una troppo alta temperatura. La graticola è di ferro e di forma speciale com'è rappresentata nella fig. 6, è bucherellata alla parte superiore e provvista sull'asse e dalla parte concava di un codolo, che serve ad unirli a vite ad un coperchio in ghisa, che costituisce la chiusura del fondo del cilindro. Il modo d'unione di questo coperchio al cilindro è di facile montatura, condizione essenziale, dovendosi ogni volta che si mette in moto la macchina levare il fondo per pulire la graticola. Il canale conduttore dell'aria compressa sbocca tra l'orlo della graticola ed il fondo del cilindro e non trova altro accesso che al vano formato dalla concavità della graticola stessa.

L'aria necessaria alla combustione arriva sotto la graticola pel canale *c*, che parte da un cassetto di distribuzione *b'* (fig. 4), che sarà descritto in seguito; l'aria, attraversando il focolaio, trasformasi nei prodotti della combustione, che per l'alta temperatura che acquistano, si dilatano agendo sullo stantuffo motore. Dal cassetto *b'* si diparte un secondo canale *b*, che si dirige in alto e termina in un condotto anulare che circonda il cilindro e comunica coll'interno di questo.

Le pareti del cilindro, al disotto di questo canale anulare, sono protette da una camicia, in cui circola dell'acqua fredda. Nella parete laterale del cilindro e poco sopra il focolaio trovasi la luce *e* di scarico protetta da una fitta grata, la quale mette alla camera della valvola conica *h*, che è la valvola di scarico; da questa camera parte il condotto di scarica dei prodotti della combustione. Quando la valvola *h* è innalzata, la capacità interna del cilindro motore comunica coll'ambiente esterno ed avviene allora la scarica dei prodotti della combustione.

*Pompa d'aria.* — Il cilindro G della pompa d'aria (figure 2 e 3), che trovasi nell'interno dell'intelaiatura della macchina, è ad asse orizzontale ed a semplice effetto; in esso scorre uno stantuffo a canna. Dal suo fondo dipartesi il canale *o* che in un colpo completo di stantuffo fa comunicare, per effetto del cassetto di distribuzione, l'interno del corpo di pompa *o* coll'ambiente esterno o col canale *c*, che mette al cilindro motore. Tra questi due periodi ne esiste un terzo, durante il quale, sempre per effetto del cassetto di distribuzione, il corpo di pompa rimane ermeticamente chiuso.

*Organi di distribuzione.* — Il cassetto di distribuzione, rappresentato a parte nella fig. 6, serve tanto alla pompa d'aria, che al cilindro motore; la scarica però per quest'ul-

timo è regolata da apposita valvola conica. Lo specchio è provvisto di tre luci A, B, C; la prima comunica coll'ambiente esterno, la seconda col corpo di pompa e la terza col cilindro motore. Il cassetto è provvisto di tre piedi, F, G, H, due dei quali, F ed H, laterali, il terzo intermedio, il quale divide i due vani D ed E. Se D mette in comunicazione il condotto A col condotto B, il corpo di pompa comunica coll'esterno; se il piede G si sovrappone al condotto B, il corpo di pompa è isolato, ed infine, se il vano E mette in comunicazione il condotto B col condotto C, il corpo di pompa comunica coll'interno del cilindro motore. Il piede intermedio G è attraversato da un canaletto che termina all'esterno con un rubinetto, aprendo il quale la pompa comunica ognora coll'ambiente esterno.

*Organi di trasmissione del movimento.* — Lo stantuffo motore, per mezzo del gambo articolato *E'* (fig. 1 e 3), trasmette un movimento oscillatorio al bilanciere E, al di cui estremo opposto si articola la biella motrice *D'*, che trasmette un movimento di rotazione all'albero a gomito D, su cui trovasi calettato il volante V e la puleggia *V'*. All'albero a gomito è pure articolato il tirante F, che trasmette un movimento oscillatorio al bilanciere *F'*; a quest'ultimo è articolato il gambo *G'* dello stantuffo della pompa. Questa disposizione fa sì che la pompa riesca mossa come da una manovella, di lunghezza uguale a quella motrice, ma calettata a 90° rispetto a quest'ultima.

All'estremità dell'albero motore D, opposta a quella su cui trovasi il volante, vi è calettata una camma *d* (fig. 1 e 2), che comunica un movimento oscillatorio alla leva *d'*, la cui legge dipende dal garbo della camma; all'estremità inferiore della leva *d'* si articola il tirante *e* che comunica il movimento da destra a sinistra al cassetto; nel ritorno, quest'ultimo è sollecitato dall'azione delle molle *l*, *l'*, che si tendono durante la corsa d'andata.

Dal lato del volante l'albero motore porta una seconda camma *h'* che trasmette un movimento oscillatorio alla leva *H'* destinata a sollevare la valvola *h* durante il periodo di scarica.

*Regolatore a forza centrifuga.* — Il regolatore a forza centrifuga *L'* (fig. 1 e 3), per mezzo dell'asta M, quando si innalza o s'abbassa, fa ruotare il disco *n*, e questo, per mezzo dell'asta *M'*, la piccola manovella *n'*, la quale fa oscillare una valvola a farfalla *c'* (fig. 4) che trovasi sul condotto *c*, che mette sotto alla graticola del focolaio. L'azione del regolatore si limita adunque a restringere più o meno il canale *c*; siccome l'aria che dalla pompa ad aria passa al cilindro motore segue due vie, cioè quella del detto canale *c* e quella del canale *b*, così quanto più strozzato riescirà il passaggio pel primo, tanto minore sarà la quantità d'aria che va al focolaio e tanto maggiore sarà quella che va nel cilindro senza scaldarsi.

*Alimentatore automatico.* — L'alimentatore automatico dovrebbe avere per scopo l'alimentazione uniforme del combustibile e proporzionata alla potenza sviluppata dalla macchina. Esso si compone di una specie di ruota a corona di tazze *L'* (fig. 1 e 3), posta in movimento di rotazione continua dalla stessa macchina. Le tazze della ruota vengono a pescare nella tramoggia I, ove trovasi il combustibile in pezzi; ne prendono un pezzo per volta, lo sollevano per lasciarlo cadere quando trovansi fuori della portata della tramoggia. Convenientemente guidati, i pezzi di combustibile, nella caduta da un canale J, vengono uno alla volta a penetrare nella cavità *J'*, e da questa nello spazio S di uno speciale cassetto che riceve un movimento alternativo dalla macchina stessa. Lo specchio su cui scorre il cassetto, è provvisto del canale inclinato *e'* (fig. 2 e 3), che sbocca sopra il focolaio. Appena la cavità S viene a sovrapporsi al canale *e'*, essa è tolta dal-

l'ambiente esterno dal coperchio  $g$ ; il pezzo di carbone allora cade sul focolaio senza che l'ambiente interno del cilindro motore possa mettersi in comunicazione coll'ambiente esterno. Se questo alimentatore soddisfa, si vedrà più avanti.

*Intelaiatura della macchina.* — Per l'intelaiatura della macchina non è necessario spendere parole, giacchè i disegni ne dimostrano a sufficienza e la forma e la destinazione delle parti.

*Fasi della distribuzione.* — Le fasi della distribuzione facilmente si determinano conoscendo il garbo delle camme che comandano il cassetto e la valvola di scarico. Essendo la manovella della pompa calettata a  $90^\circ$  rispetto a quella motrice ed essendo il senso della rotazione dell'albero motore da sinistra a destra, mentre lo stantuffo motore trovasi a mezzo della sua corsa discendente, quello della pompa si troverà alla sua posizione estrema di sinistra. A questa posizione dei due stantuffi corrisponde la posizione del cassetto rispetto allo specchio, rappresentata nella fig. 6, la qual posizione indica che è appena chiusa la comunicazione tra l'ambiente esterno e la capacità interna della pompa. La camma, che ruota nello stesso senso dell'albero motore, trovasi nella posizione rappresentata nella fig. 5. A partire da questa posizione i raggi vettoriali della camma aumentano leggermente, per cui l'estremo superiore della leva che comanda il cassetto correrà da sinistra a destra di lunghezze eguali all'aumento del raggio vettore, ed il cassetto si trasporterà con eguali spostamenti da destra a sinistra essendo uguali i bracci della leva di comando. Nella posizione attuale della fig. 5 è appena terminato il periodo di aspirazione della pompa, e ritornando il suo stantuffo da sinistra a destra comprimerà l'aria racchiusa nel corpo di pompa, compressione che durerà fino a che il piede  $G$  del cassetto col suo orlo di destra non sarà giunto in presenza dell'orlo di destra della luce  $B$  dello specchio, ch'è quella del canale che va alla pompa. Questo avverrà quando il cassetto si sarà trasportato di una lunghezza eguale alla differenza di larghezza tra il piede  $G$  e la luce  $B$ , cioè quando l'aumento del raggio vettore della camma a partire dalla posizione attuale è eguale a questa differenza.

Per trovare l'angolo descritto dalla manovella durante il periodo di compressione, se diciamo  $a$  la larghezza del piede  $G$  e  $b$  quella della luce  $B$ , basta portare verso destra a partire dal punto  $S$  di contatto della camma colla leva, una lunghezza  $a-b$ , e poi con centro in  $O$ , asse dell'albero motore, descrivere una circonferenza di raggio eguale al raggio vettore  $OS$ , più la lunghezza  $a-b$ . Questa circonferenza, tagliando il profilo della camma nel punto  $T$ , l'angolo  $SOT$  sarà quello descritto dalla manovella motrice quando cessa il periodo di compressione della pompa. Quest'angolo, essendo inferiore a  $90^\circ$ , vuol dire che la compressione cesserà un po' prima che lo stantuffo della pompa sia giunto a metà della sua corsa, ed un po' prima che lo stantuffo motore sia giunto all'estremo della sua corsa discendente.

A partire da questa posizione apresi la comunicazione tra la pompa ed il cilindro motore, ed avviene il periodo d'alimentazione dell'aria compressa. È facile trovare la durata di questo periodo: infatti esso durerà per un angolo  $TOV$ , essendo il punto  $V$  dato dalla intersezione della stessa circonferenza di raggio  $OT$  col profilo della camma; questo periodo termina un po' prima che lo stantuffo motore sia giunto a mezzo della sua corsa ascendente ed un po' prima che lo stantuffo della pompa sia giunto al suo estremo di destra.

Non può succedere a questo periodo immediatamente quello d'aspirazione dell'aria, perchè il cassetto deve ancora percorrere da sinistra a destra una lunghezza  $a-b$ .

Per trovare il punto in cui incomincia l'aspirazione, basta descrivere con centro in  $O$  una circonferenza di raggio  $OS$  ed il punto  $Z$  in cui essa incontra il profilo della camma darà l'angolo  $VOZ$  di cui deve girare la manovella motrice, a partire dal termine del periodo di alimentazione, perchè incominci il periodo di aspirazione. Quest'ultimo poi dura da  $Z$  fino in  $S$ .

Le fasi della distribuzione ottenute colla camma e col cassetto di questo motore sono tre:

1° Compressione dell'aria nella pompa per un po' meno della metà della corsa da sinistra a destra;

2° Alimentazione d'aria compressa nel cilindro motore che termina un po' prima che lo stantuffo della pompa sia giunto all'estremo della sua corsa da sinistra a destra;

3° Aspirazione dell'aria che dura fino al termine della corsa di ritorno dello stantuffo della pompa con un po' di posticipazione all'origine del periodo.

Queste fasi sarebbero riprodotte esattamente nella macchina se il punto di contatto della camma colla leva che comanda il cassetto si mantenesse sulla retta  $OS$ ; il punto di contatto sta invece quasi sempre superiormente a questa retta in causa dell'oscillazione della leva e del profilo della camma, e questa circostanza fa sì che i due bracci della leva non si mantengono eguali. Le differenze che ne derivano nello spostamento del cassetto sono insignificanti e di nessuna influenza per i punti  $P$  ed  $R$ , ma piuttosto rilevanti pel punto  $Q$ , ove si è riscontrato un errore in più di mm. 3,5, cioè il cassetto nel diagramma della fig. 5 rimane per la posizione  $OQ$  della camma spostato di mm. 3,5 in più da sinistra a destra, quindi appare una chiusura anticipata della luce di alimentazione. Portando da  $Q$  una lunghezza di mm. 3,5 e tracciando con centro in  $O$  un arco di circolo di raggio  $OQ + 3,5$  nel punto in cui questo arco taglia il profilo della camma, si avrà il termine del periodo di alimentazione. Ciò avviene in vicinanza del punto  $Q$  stesso, per cui il periodo di alimentazione si può ritenere duri fino al fin di corsa dello stantuffo della pompa.

Quanto agli organi dello scarico, le cose sono così disposte che la valvola  $h$  si apre un po' avanti l'arrivo dello stantuffo motore alla sua posizione più alta, e si chiude quando lo stantuffo è giunto al fine della corsa discendente. Le fasi che riguardano il cilindro motore saranno adunque tre:

1° Introduzione dell'aria compressa per la prima metà della corsa ascendente;

2° Espansione dei prodotti della combustione per la seconda metà della corsa ascendente;

3° Scarica dei prodotti della combustione per tutta intera la corsa discendente.

*Diagramma della macchina.* — La sovrapposizione delle tre fasi della distribuzione della pompa e delle tre fasi della distribuzione del cilindro motore dà il diagramma. Ma per rappresentare graficamente il diagramma è necessario conoscere la legge che lega la pressione al volume per ciascuna fase. Per quanto riguarda la pompa d'aria non è difficile vedere che l'aspirazione avviene a pressione costante, di poco inferiore all'esterna; che la compressione, attesa la rapidità del movimento dello stantuffo ed in causa dell'involucro d'aria che circonda il cilindro della pompa, avverrà pressochè adiabaticamente. Quanto al periodo d'evacuazione dell'aria compressa, esso segue una legge analoga a quella d'introduzione nel cilindro motore. Delle difficoltà gravi si presentano invece nella ricerca della legge d'introduzione dell'aria nel cilindro motore e nel successivo periodo d'espansione; diverse circostanze intervengono a modificare questa legge, prima di tutto l'incertezza sul peso d'aria che passa sotto la graticola, in secondo luogo

l'incertezza sulla quantità di calore sottratto ai prodotti della combustione dalla camicia d'acqua che circonda il cilindro e finalmente l'incertezza sul valore delle resistenze passive che incontra l'aria nel passare lungo i condotti ed attraverso lo strato di combustibile. Si può però con qualche probabilità decidere sul valore della pressione dei prodotti della combustione alla fine del periodo d'introduzione dell'aria, e per questa ricerca è necessario ricorrere alle dimensioni della macchina.

Dimensioni della pompa d'aria:

Diametro del cilindro . . . .	m.	0,32
Corsa dello stantuffo . . . .	»	0,26
Volume generato dallo stantuffo	m <sup>3</sup>	0,01698
Peso d'aria ad ogni colpo . . .	chg.	0,0219

Dimensioni del cilindro motore:

Diametro del cilindro . . . .	m.	0,40
Corsa dello stantuffo . . . .	»	0,42
Volume generato dallo stantuffo	m <sup>3</sup>	0,05275

Se si ritiene che la compressione duri per la metà della corsa dello stantuffo della pompa e che si faccia adiabaticamente, si otterrà una pressione massima eguale ad atmosfere 2.65 ed una temperatura assoluta di 380°, ritenendo di 288° la temperatura assoluta esterna. Se  $\frac{3}{4}$  del volume

d'aria compressa passano al cilindro motore, ne passerà un volume di m<sup>3</sup> 0,0064. Dopo attraversata la graticola, quest'aria occuperà la metà del volume generato dallo stantuffo motore, cioè m<sup>3</sup> 0,0264. Il rapporto tra questi due volumi essendo eguale a 4, vuol dire che l'aria assumerà un volume quadruplo, ed in tali condizioni perchè la pressione sia eguale a quella iniziale di introduzione sarà necessario che la temperatura assoluta finale dell'aria sia quadrupla dell'iniziale, ossia di  $380^\circ \times 4 = 1520^\circ$ , pari ad una temperatura centigrada di 1247°. Ritenuto ora; che il peso d'aria ammesso alla combustione è di grammi 16,5; che il peso di combustibile consumato ad ogni colpo è di grammi 1,5, come si vedrà in appresso; che una parte del calore svolto è sottratto dalla camicia d'acqua; che infine non tutto il calore svolto è somministrato all'aria in questo primo periodo d'introduzione, è a ritenersi che quella temperatura non sarà raggiunta dai prodotti della combustione, e che quindi la pressione loro sarà inferiore a quella dell'aria nella pompa. Le ipotesi più vantaggiose per la macchina che si possono fare sono adunque, quella della costanza della pressione durante il periodo di introduzione tanto nella pompa che nel cilindro motore e quella dell'eguaglianza di queste due pressioni. Durante il periodo di espansione, i prodotti della combustione ricevono ancora calore dal focolaio, ma contemporaneamente ne trasmettono alla camicia d'acqua; avremo quindi una linea d'espansione non molto lontana dall'adiabatica. Finalmente il pe-

riodo di scarica si fa a pressione costante eguale a quella dell'ambiente esterno.

Ciò premesso, il diagramma teorico della macchina si potrà ritenere essere quello della fig. 18, in cui EA, AB e FB sono i periodi d'aspirazione, di compressione e d'evacuazione della pompa, e FC, CD e DE sono i periodi di introduzione, d'espansione e di scarica del cilindro motore.

Di utile rimane il diagramma ABCD, che sarà quello che darà il lavoro indicato dalla macchina.

Questo diagramma è quello della macchina originaria di Ericson, riprodotto in molte altre macchine ad aria calda, e segnatamente in quelle di Hock e di Buckett, che hanno molta analogia coll'attuale di Benier.

\*

*Risultati d'esperienze.* — Il motore Benier ora analizzato fu sperimentato da apposita Commissione nel recinto dell'Esposizione di pompe ed attrezzi da pompieri. La Commissione non avendo per compito un'analisi completa del motore, ciò che non sarebbe stato concesso dall'ambiente stesso in cui si facevano le esperienze, si è limitata ad una prova dinamometrica con determinazione del consumo di combustibile. Il combustibile impiegato fu il coke, come quello più conveniente per queste macchine. Ecco i risultati ottenuti:

Durata dell'esperimento . . . . .	ore	2,00
Carbone pesato prima dell'esperimento . . . . .	chg.	42,00
» rimasto dopo . . . . .	»	22,00
» consumato in due ore . . . . .	chg.	20,00
» » all'ora . . . . .	»	10,00

<i>Freno.</i> — Braccio del freno . . . . .	m.	1,40
Peso segnato dalla bilancia . . . . .	chg.	30,00
Tara da dedursi . . . . .	»	1,50
Peso effettivo . . . . .	chg.	28,50

Attrito prodotto dalle ganasce sulle puleghe del freno riportato all'estremità del braccio del freno . . . . .	»	0,366
Peso effettivo totale . . . . .	chg.	28,866

Numero di giri dell'albero motore al 1' . . . . .	105,5
Lavoro effettivo in cavalli-vapore . . . . .	5,90
Consumo di combustibile per cavallo ora . . . . .	chg. 1,70

Fu inoltre determinato il consumo di combustibile durante il lavoro a vuoto della macchina, e fu trovato di chilogrammi 4,90, cioè quasi la metà di quello che la macchina consumava per un lavoro di 6 cavalli effettivi.

La potenza massima di cui era capace la macchina era compresa fra i 7 e gli 8 cavalli, ma oltre i 7 cavalli la velocità non mantenevasi uniforme.

Non si può negare che questi risultati sieno soddisfacenti, perchè il consumo di combustibile di kg. 1,7 per cavallo-ora per una macchina di soli 6 cavalli effettivi, è molto limitato, ma l'economia di combustibile non è un requisito sufficiente per una macchina ad aria calda, ed altre macchine congeneri, come quelle di Buckett e di Hock, che diedero pure risultati soddisfacentissimi quanto ad economia di combustibile, difettavano però di altri requisiti indispensabili, riguardanti particolarmente la conservazione, la manutenzione e l'esercizio del motore.

L'alta temperatura a cui deve funzionare un motore a prodotti della combustione, l'impurità del corpo stesso impiegato quale intermediario della trasformazione del calore in lavoro, furono sempre le piaghe principali di questi motori. L'alta temperatura non concede una lubrificazione conveniente delle parti sfreganti, non concede guarnizioni

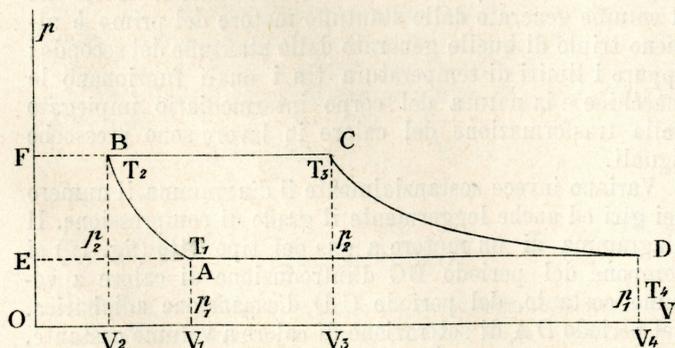


Fig. 18.

per una buona tenuta ermetica. I prodotti della combustione, pieni di particelle solide, danneggiano le pareti rigandole e corrodendole, talchè dopo poco tempo d'impiego gli organi più delicati riescono pressochè inservibili.

Quel che distingue principalmente il motore Benier dai suoi congeneri sono i mezzi impiegati allo scopo di eliminare i suaccennati inconvenienti. Le parti delicate soggette all'alta temperatura od all'azione dei prodotti della combustione sono nei motori ad aria calda gli organi di distribuzione e le superficie di contatto dello stantuffo e del cilindro motore. Nei motori di Buckett e di Hock, l'aria compressa passa prima nel focolaio, e poscia, attraversando l'organo di distribuzione, passa al cilindro motore. È naturale che l'organo di distribuzione è posto in cattivissime condizioni, sia per l'effetto dell'alta temperatura come per l'effetto delle impurità dei prodotti della combustione. Le parti a sfregamento del cilindro motore non sono protette e subiscono pur esse l'azione dell'alta temperatura e dei prodotti della combustione. Nel motore Benier invece, il cassetto di distribuzione è posto tra la pompa ed il focolaio e quindi è attraversato da aria pura, che non possiede che una temperatura sempre inferiore ai 100 centigradi; il cassetto può essere quindi convenientemente lubrificato, e le sue superficie sfreganti non riescono nè rigate nè corrose. D'altra parte l'aria spinta dalle pompe si suddivide in due condotti, l'uno dei quali, come si è veduto, mette in vicinanza delle superficie sfreganti dello stantuffo e del cilindro, e la forma come un anello protettore di queste parti, impedendo ai prodotti della combustione di lambirle e risparmiandole dall'effetto nocivo del loro contatto.

Solo la valvola di scarico non ha protezione di sorta, e ne avrebbe pur essa di bisogno, perchè i prodotti della combustione l'attraversano ad alta temperatura; ed anzi, per la disposizione particolare del focolaio e forse anche per un leggiero difetto di distribuzione, pel quale riesce per qualche istante contemporaneamente aperta la valvola di scarica e quella di introduzione, la combustione continua anche durante la scarica, evacuandosi per tal modo i prodotti della combustione ad una temperatura vicina ai 500 centigradi. Tolto questo difetto di qualche entità, si ha ragione di credere che nel motore Benier sieno eliminati gli inconvenienti dei motori ad aria calda provenienti dall'influenza nociva dell'alta temperatura e dei prodotti della combustione.

Il giudizio dato qui sopra del motore Benier riflette puramente la conservazione e la manutenzione, ma non l'esercizio. Sono, si può dire, condizioni indispensabili per un motore di piccola potenza la limitata sorveglianza durante l'esercizio, la pronta e facile messa in azione ed il limitato consumo di materie lubrificanti. Queste circostanze costituiscono assieme le spese di esercizio, che se riescono gravi distruggono da sole il vantaggio dell'economia del combustibile.

La sorveglianza sarebbe pressochè eliminata, quando il combustibile fosse somministrato automaticamente alla macchina in proporzione della potenza ch'essa è chiamata a sviluppare, e siccome questa potenza in rari casi si mantiene costante, così anche l'alimentazione del combustibile deve subire analoghe variazioni.

Il motore Benier è bensì provvisto di un alimentatore automatico, ma questo non solo non soddisfa alla condizione suesposta, ma soddisfa male anche alla condizione di una alimentazione costante, per la quale sarebbe necessario il ridurre i pezzi di carbone a grossezza pressochè uniforme, e bisognerebbe che fosse meglio guidato il combustibile, che abbandonando le tazze della ruota alimentatrice viene a cadere nel vano del cassetto di alimentazione. L'imper-

fezione dell'alimentatore automatico rende costantemente necessaria la presenza di una persona destinata a regolare l'alimentazione.

La messa in azione richiede un'operazione preparatoria, che è quella dell'accensione di una discreta quantità di carbone che deve essere introdotta bene incandescente nel focolaio della macchina; poscia il movimento della macchina deve farsi a mano d'uomo, e finchè la temperatura dell'interno del cilindro non sia tale da ottenere uno sviluppo di lavoro per cui la macchina possa funzionare a vuoto.

Quest'operazione richiede almeno una mezz'ora, ed in certi casi 45 minuti e perfino un'ora. D'altronde, per la messa in moto di una macchina di 6 cavalli è insufficiente l'assistenza di due persone, e se ne richiedono almeno tre e forse anche quattro. Potrebbe essere alleggerito il lavoro manuale della messa in moto sopprimendo in quel frattempo il periodo di compressione dell'aria nella pompa, ciò che si può ottenere, ma solo imperfettamente, aprendo il robinetto che trovasi sul cassetto e di cui si è detto nella descrizione. La messa in azione è quindi tutt'altro che facile e pronta. Il consumo di materie lubrificanti è forse un po' eccessivo, ma questa circostanza ha poca importanza a fronte delle altre.

Riguardo al motore Benier si presenta ancora un'altra domanda. Sarà possibile la costruzione di motori fondati sullo stesso principio e di grande potenza? Si è visto che il motore provato al freno, sviluppava al massimo una potenza di 7 cavalli effettivi; per ottenere un motore di maggior potenza, a parità d'altre circostanze, altro non resta che aumentare proporzionalmente i volumi della pompa e del cilindro motore, perchè se si modificasse il diagramma della macchina, di necessità ne verrebbe modificato sostanzialmente l'organismo della macchina stessa. Il motore di 7 cavalli effettivi possiede un volume complessivo di  $m^3 0,07$ , cioè  $m^3 0,01$  per cavallo; ne viene di conseguenza che un motore di 100 cavalli dovrebbe avere un volume di  $m^3 1,00$ , di cui  $m^3 0,750$  circa apparterrebbero al cilindro motore, e l'altra parte di  $m^3 0,250$  apparterrebbe alla pompa. Se si volesse mantenere allo stantuffo la velocità che possiede quello del motore da 7 cavalli, che è di m. 1,50, e se si volesse ottenere lo stesso numero di giri, il motore da 100 cavalli dovrebbe avere un cilindro col diametro di m. 1,50 e la pompa un diametro di m. 1. Questi diametri riescono relativamente eccessivi, e lo sarebbero egualmente anche aumentando la velocità dello stantuffo fino a m. 2.

Sul volume della pompa e del cilindro influiscono specialmente la natura del diagramma della macchina, il numero dei giri ed il grado di compressione, e per diminuire il volume delle parti essenziali della macchina, e quindi del suo complesso, si dovrebbe ricorrere in ispecial modo ad altro diagramma.

Se infatti si paragona il motore Benier con un motore a gas-luce, non di 7, ma di 8 cavalli effettivi, si trova che il volume generato dallo stantuffo motore del primo è almeno triplo di quello generato dallo stantuffo del secondo; eppure i limiti di temperatura tra i quali funzionano le macchine e la natura del corpo intermediario impiegato nella trasformazione del calore in lavoro sono pressochè uguali.

Variano invece sostanzialmente il diagramma, il numero dei giri ed anche leggermente il grado di compressione. Il diagramma di un motore a gas del tipo Otto (fig. 19) si compone del periodo BC d'introduzione di calore a volume costante, del periodo CD d'espansione adiabatica, del periodo DA di sottrazione di calore a volume costante, e finalmente del periodo AB di compressione adiabatica. Il coefficiente economico di questo diagramma riesce eguale

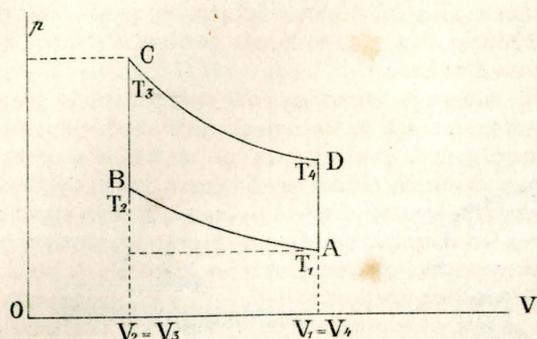


Fig. 19.

a quello della fig. 18 che appartiene al motore Benier, se le temperature assolute  $T_4$  e  $T_1$  sono uguali, cioè se si parte dalla stessa temperatura iniziale e si comprime il fluido colla stessa legge e collo stesso grado. L'espressione algebrica del coefficiente economico  $\mu$  è data da:

$$\mu = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

in cui  $Q_1$  è il calore speso e  $Q_2$  è il calore sottratto. Se percorrendo i due diagrammi collo stesso fluido si spende la stessa quantità di calore  $Q_1$ , e si impiega lo stesso peso di fluido motore, un chilogrammo, ad esempio, il lavoro esterno raccolto sarà eguale pei due diagrammi.

Se ora osserviamo i volumi finali, vediamo che nel diagramma della figura 18, appartenente al motore Benier, si ha:

$$V_4 = V_1 \frac{T_4}{T_1} \quad (1)$$

in cui  $V_1$  è appunto il volume finale del diagramma della fig. 19.

La relazione che lega le quattro temperature  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  è data da:

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{T_3}{T_2}$$

e la (1) si ridurrà a:

$$V_4 = V_1 \frac{T_3}{T_2} \quad (2)$$

La temperatura  $T_3$  è data da:

$$T_3 = T_2 + \frac{Q_1}{c_p}$$

in cui  $c_p$  è il calore specifico a pressione costante del fluido motore. Quindi sostituendo in (2) si avrà:

$$V_4 = V_1 \left( 1 + \frac{Q_1}{c_p T_2} \right) \quad (3)$$

La formola (3) dice che il volume finale  $V_4$  del diagramma della fig. 18, sarà tanto più grande del volume finale  $V_1$  del diagramma della fig. 19 quanto maggiore è la quantità di calore spesa, e quanto più piccolo è  $T_2$ , ossia quanto più piccolo è il grado di compressione. Se, ad esempio, supponiamo:

$$Q_1 = 120 \quad T_2 = 400$$

sarà:

$$V_4 = V_1 \left( 1 + \frac{120}{0,25 \times 400} \right) = 2,2 \cdot V_1$$

essendo  $c_p = 0,25$  pei prodotti della combustione.

Da ciò si vede che a parità d'ogni altra circostanza, il motore Benier dovrebbe avere un volume del cilindro motore più che doppio di quello di un motore a gas-luce. Im-

porta poi osservare che la quantità di calore  $Q_1 = 120$  calorie non è per nulla esagerata, perchè conduce ad una temperatura  $T_3$ , massima del diagramma, eguale a  $1000^\circ$  per il diagramma della fig. 19, ed eguale ad  $880^\circ$  per il diagramma della fig. 18.

Si può adunque concludere che il diagramma del motore Benier mal si presta alle macchine di grande potenza. Quanto poi ai motori di piccola potenza, potranno riuscire convenienti quando siano provvisti di un alimentatore automatico soddisfacente, e quando sia resa più pronta e più facile la loro messa in moto. A queste condizioni il motore Benier diventerà il motore economico per eccellenza, in causa specialmente dell'impiego del combustibile solido, le di cui calorie costano assai meno di quelle del gas-luce.

C. PENATI.

## TECNOLOGIA INDUSTRIALE

SUL BUSTO MECCANICO UNIVERSALE  
DEL SIG. EMILIO FERRARI.

### RELAZIONE della Commissione nominata dalla Direzione della Società Promotrice dell'Industria Nazionale.

Il signor Ferrari Emilio, che dopo avere esercitato la sua professione di tagliatore d'abiti (*coupeur*) presso importanti sartorie, trovasi ora proprietario d'una di esse con relativo negozio da panni, in Torino (via Roma, n. 35, 1° p°) presentava alla Direzione della Società Promotrice dell'Industria Nazionale un Busto meccanico da lui denominato *Universale*, in quanto che raggiunge lo scopo di riprodurre a volontà tutte le possibili forme e proporzioni di un corpo umano. E la Direzione della Società predetta dava ad apposita Commissione l'incarico di riferire sull'utilità e particolarità di un tal trovato.

I sottoscritti componenti la Commissione, dopo avere esaminato diligentemente il Busto meccanico universale del signor Ferrari ed aver avuto gentilmente dal medesimo tutte le dilucidazioni occorrenti, sono lieti di riconoscere che il busto presentato raggiunge effettivamente lo scopo utilissimo e pratico per il quale esso fu immaginato e costruito.

Lo scopo che l'egregio inventore si propone non è soltanto quello di offrire ai sarti ed alle sarte la comodità di confezionare un abito dietro misure esatte, senza aver d'uopo di provarlo alla persona alla quale esso è destinato; ciò che d'altronde tornerebbe utilissimo nel caso in cui il cliente è di residenza lontana; ma presenta inoltre il vantaggio ben più essenziale di poter correggere i minimi difetti che si verificano negli abiti confezionati per troppa giustezza di qualche misura, o qualora la cucitura abbia inavvertentemente ripiegato di troppo i lembi della stoffa.

Il busto del signor Ferrari riesce a correggere il difetto colla massima facilità, senza che sia necessario scuire e ricucire, sciupando la stoffa, ma unicamente valendosi della elasticità che presentano i tessuti, in ispecie quelli di lana, se inumiditi e stirati col sussidio del ferro convenientemente riscaldato.

Una tale operazione esige di poter applicare l'abito ad una corazza metallica sufficientemente resistente all'azione della soppressatura, ma capace nel tempo istesso di assumere tutte le dimensioni e le deformazioni occorrenti a riprodurre nel modo più esatto il busto dell'individuo al quale un abito è destinato.

Il busto del signor Ferrari consta per l'appunto di una corazza in lamina di bronzo, esternamente lucida e brillante (fig. 22), composta di quattro pezzi principali, riuniti secondo linee verticali, una anteriore l'altra posteriore secondo le mediane del petto e del dorso e le altre due ai fianchi. I quattro pezzi possono essere fra loro allontanati od avvicinati, essendo la continuità della superficie egualmente ottenuta da opportuni copri giunti assicurati ai pezzi principali per mezzo di perni scorrevoli pressochè orizzontalmente in apposite feritoie *f, f*.

Con opportuno meccanismo il quale rimane disposto internamente alla corazza (fig. 20 e 21), e col semplice girare di un volante manubrio V

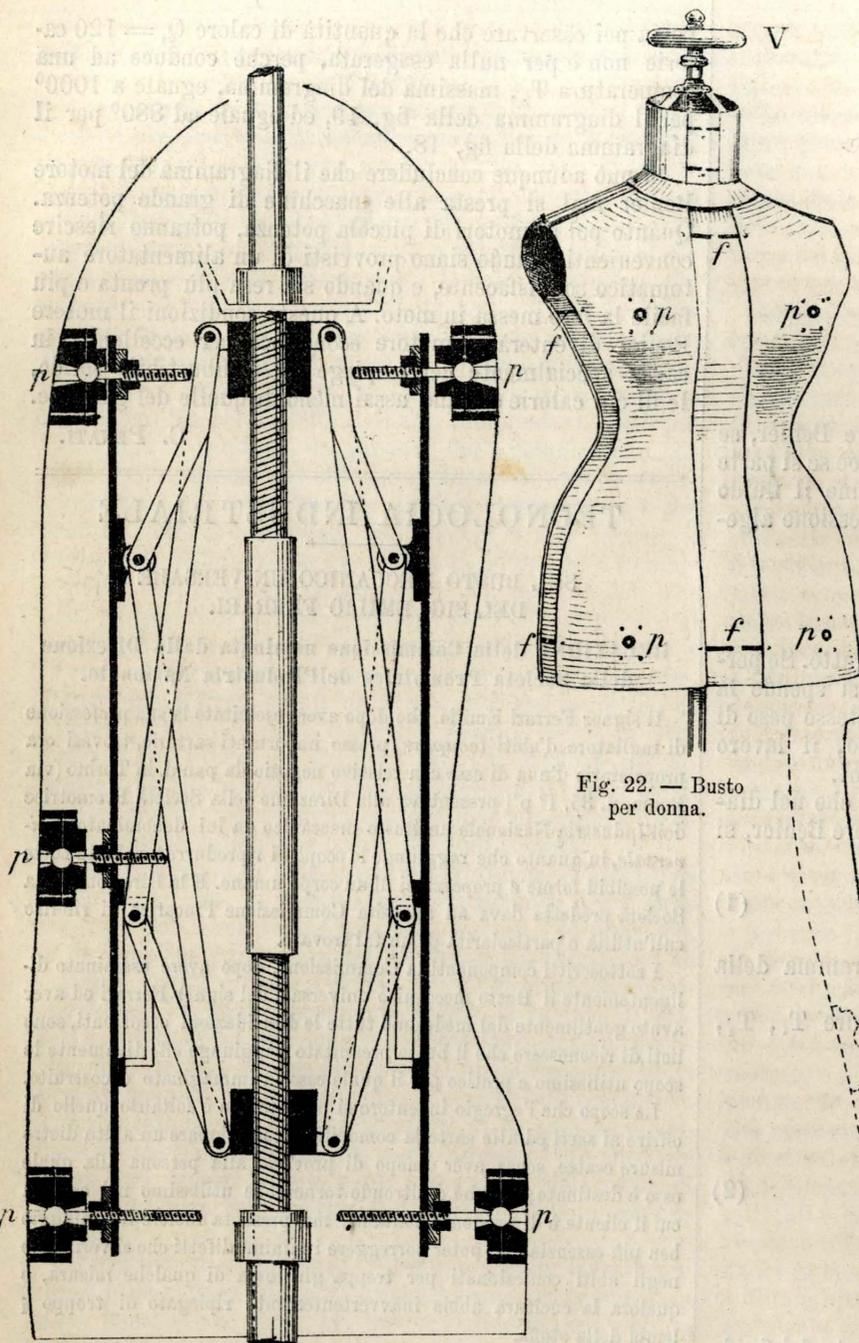


Fig. 22. — Busto per donna.

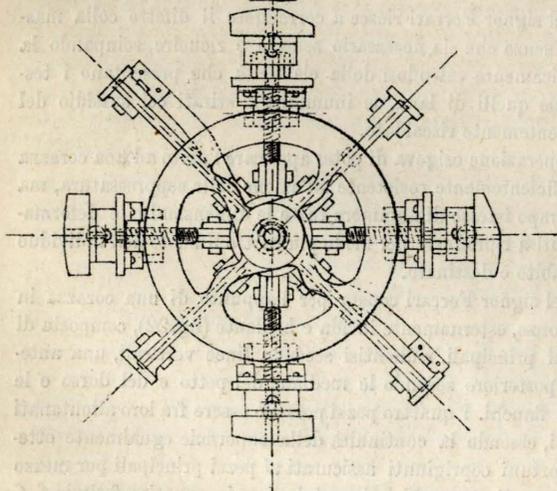


Fig. 20. — Busto per uomo in sezione.

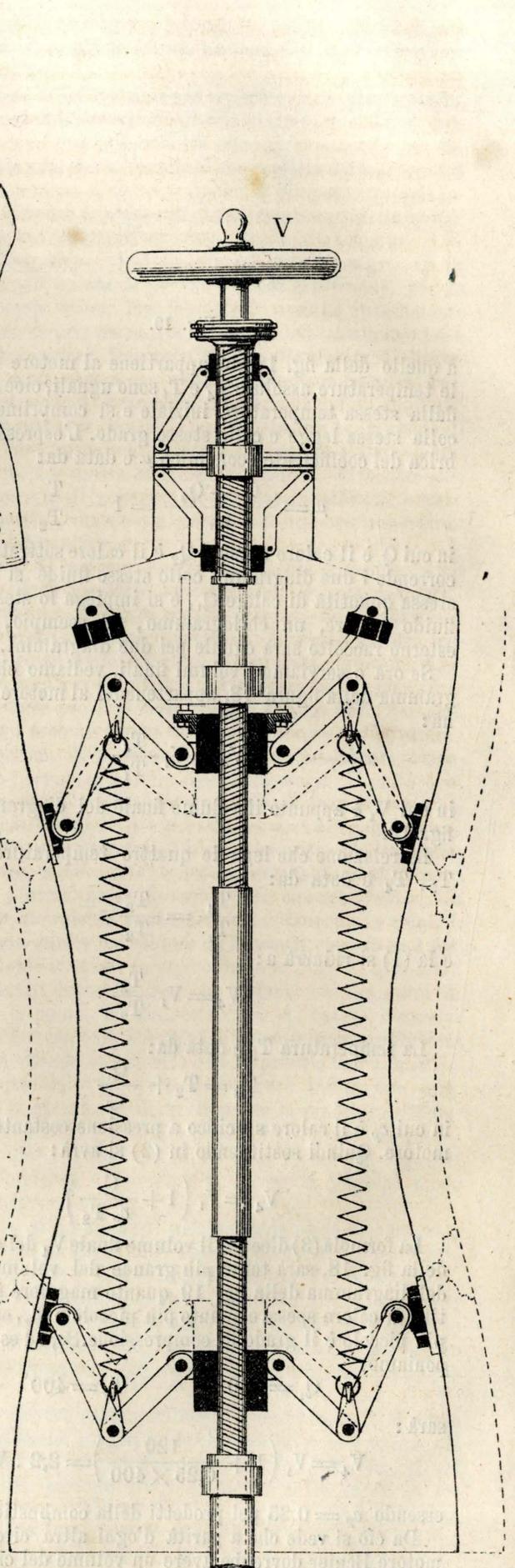


Fig. 21. — Busto per uomo in sezione.

che sta in alto sull'asse verticale del sostegno del busto, si riescono ad ottenere tutte le dimensioni o larghezze di petto, a partire dalla semiperiferia di centimetri 41 fino a quella di centimetri 60. Quando col girare del volante manubrio si è raggiunta la precisa dimensione di petto voluta, per effetto di meccanismo interno si sono contemporaneamente ottenute in tutte le altre parti del busto le proporzioni di un corpo ben fatto in base a quella dimensione. E più non rimane che ad ottenere sulla medesima corazza tutte quelle anomalie che per natura o per avanzata età, od anche per abitudini contratte dal genere di lavoro a cui si è dediti, si verificano ingenerate nelle proporzioni di alcuna parte speciale del corpo. Ond'è che la corazza tuttochè resistente è abbastanza elastica da poter prestarsi sotto l'azione di meccanismi a vite a rappresentare tutte quelle variazioni anche minime nei punti speciali che dall'una all'altra persona si verificano svariatissime e pressochè infinite.

A tale scopo si può introdurre un apposito cacciavite in dieci punti diversi, *p, p...* se trattasi ed es. di busto per uomo, cioè due simmetrici nel petto, e due nel dorso alla stessa altezza dei precedenti, due altri in corrispondenza del ventre per riprodurre l'obesità, e gli ultimi quattro distribuiti in giro all'altezza del bacino. Nel busto da donna (fig. 22) ne occorrono anche meno.

Oltre i quattro pezzi principali e loro coprigiunti, fanno parte del busto altri pezzi accessori per il collo e per le spalle, essendo il collo costituito anch'esso da quattro pezzi che ponno allargarsi orizzontalmente, ed essere sollevati od abbassati per allungare od accorciare l'attaccamento del collo alle spalle; e le spalle stesse hanno pezzi che non sono rappresentati nelle figure, e che sono di riporto per alzarle ed obliquarele del grado voluto.

In conclusione, il busto del signor Ferrari risponde nel modo più perfetto a tutti i casi che si possano presentare nell'esercizio pratico di una sartoria, ed il meccanismo ideato per rispondere a così svariate esigenze appare anch'esso diligentemente studiato ed accuratamente costruito.

Sovratutto ingegnosa e molto pratica l'idea di ottenere prima con un meccanismo le proporzioni generali del corpo ben fatto, e di ricorrere poi al sussidio di altri meccanismi indipendenti per ottenere la correzione della forma tipica nei diversi punti speciali a seconda della conformazione di ogni singolo individuo.

Infine è pure meritevole d'encomio la costruzione meccanica in se stessa considerata, ravvisandosi felicemente superate non poche difficoltà, le quali hanno certamente richiesto per loro natura una serie di tentativi, un paziente criterio, tempo e danaro non poco, non mai disgiunti da rara tenacità di proposito.

La Commissione sottoscritta è quindi di parere che l'invenzione del signor Ferrari raggiunge lo scopo per il quale è stata fatta; che il busto meccanico universale merita di essere raccomandato a tutte le sartorie e tanto per la confezione dei vestiti da uomo che da donna, essendovi due modelli diversi; che quand'anche per la natura intrinseca dell'apparecchio, esso risulti di prezzo necessariamente elevato, tuttavia i vantaggi reali che detto busto può offrire sono tali da giustificare segnatamente per sartorie bene avviate la convenienza di una tale spesa.

Per ultimo la Commissione stessa è pure di parere che la invenzione del signor Ferrari meriti di essere encomiata, e resa nota a quanti hanno a cuore il progresso ed il decoro dell'industria italiana, siccome quella che è destinata a provare anche all'estero, di dove appunto ci vengono i modelli e le foggie del vestire, a quale utile indirizzo pratico ed a quanta serietà di studi l'artista italiano di qualsiasi professione sappia rivolgere tutte le forze materiali ed intellettuali delle quali può disporre.

Torino, li 21 dicembre 1887.

La Commissione

LUIGI AJELLO  
SEVERO OLIVERI, mercante sarto  
RAJMONDI ALESSANDRO, id.  
PORTA ING. GIOVANNI BATTISTA  
SACHERI ING. GIO, Relatore.

## CRONACA

*Questioni di fognatura!* — Dopo ciò che dicemmo sul problema della fognatura di Torino nel fascicolo dello scorso agosto, nulla di importante sarebbe avvenuto tra noi da indurci a ritornare sull'argomento.

Il nostro Consiglio Comunale non ebbe ad occuparsi di tale questione nello scorso autunno, siccome da taluni si presumeva; e lo farà nelle prossime tornate dell'aprile, certamente con maggiore maturità di giudizio e non senza quel prudente riserbo di cui ha sempre dato prove esemplari in altri consimili casi.

Per il che era ben naturale che nulla trovando noi a mutare delle idee in proposito manifestate le quali incontrarono il favore di persone autorevoli per scienza ed esperienza, preferissimo di attendere tranquilli il risultato interessante della discussione in seno del Consiglio Comunale.

Se nondimeno riprendiamo la penna, ciò facciamo soprattutto per soddisfare a un desiderio ripetutamente espresso da alcuni nostri carissimi colleghi, ai quali è parso che una saggia decisione di massima del Consiglio Comunale della Città di Milano, recentemente presa a favore della canalizzazione unica tanto per lo scarico delle acque pluviali quanto per l'evacuazione di tutti i rifiuti dell'uomo, potesse, per avventura, *sinistramente* influire sulla decisione da prendersi per la fognatura della Città di Torino. E per verità i pochi sostenitori convinti della canalizzazione unica per la Città di Torino non dubitarono di asserire come la decisione della Città di Milano sarebbe, non si sa come, apparsa agli occhi loro, che poi non sono precisamente quelli della fede, opportunissima per essere invocata *in loro favore* per la nostra città!

\*

Ci siamo data premura di leggere e ponderare la dotta Relazione dell'ingegnere Tagliasacchi della quale il Consiglio Comunale di Milano ha *saggiamente* approvate le conclusioni.

E ci affrettiamo a tributare la più ampia lode all'egregio Relatore, per aver dato esattissimo conto delle indagini e degli studi fatti da una Commissione di ben 15 competentissime persone, nella quale cioè oltre il Brioschi, il Colombo e altri distintissimi professori dell'Istituto Tecnico Superiore, erano pure 4 medici, e 6 valenti ingegneri... nel vero senso della parola.

Ci affrettiamo anzi, a scanso di ogni possibile equivoco, a dichiararci pienamente consenzienti a tutte le massime come a tutte le conclusioni di quella classica e coscienziosa Relazione, come pure alla deliberazione presa dal Consiglio Comunale di Milano conformemente a quelle conclusioni.

Quella Relazione infatti parrebbe scritta non solo per dire alla Città di Milano ciò che più le conviene di fare, ma per mettere ad un tempo in avvertenza e Torino e tutte le altre città le quali non sono nelle stesse condizioni di Milano dall'adottare quasi in via dogmatica lo stesso sistema. Per il che la lettura della Relazione Tagliasacchi ci ha meglio confermati a riguardo della Città di Torino nelle idee prima d'ora espresse, ed è perciò che crediamo necessario di porre in buona luce alcuni per noi importantissimi passi di quella Relazione.

\*

Ed anzitutto la Relazione fa molto avvedutamente notare come a Milano non possa punto avere l'importanza che ha indubbiamente altrove il quesito sulla convenienza, o meno, di confondere le acque lorde e fertilizzanti colle sterili di pioggia, dal punto di vista dello smaltimento ultimo. Ma molto opportunamente il Relatore si pone la domanda: « se debba essere un *principio dogmatico* quello di escludere i piccoli tubi per convogliare le materie lorde, ossia di esigere soltanto canali ampi, aerati e praticabili? ». Ed eccone la risposta nelle sue testuali parole:

« No: non può essere risolta in modo assoluto una tale questione, giacchè sono le condizioni peculiari delle varie località, quelle che determinano la maggiore o minore convenienza di uno od altro metodo;

e ciò è tanto vero che in molte città, dopo studi estesi e discussioni ampie, si è addivenuti nel parere di adottare un sistema alternativamente misto; ossia si è deciso, a mo' d'esempio, *essere conveniente una doppia canalizzazione*, ma però, non per tenere completamente divise le acque meteoriche dalle lorde, ma per dividere le prime dalle seconde solo in parte, cioè nella sola quantità eccedente l'ordinaria portata; ovvero si è deciso essere miglior partito tenere completamente separate le feci dalle acque di pioggia, ma adottando la variante di unire le acque domestiche piuttosto alle feci che alle acque piovane, o viceversa. Devesi quindi concludere che *è da ritenersi preferibile quel sistema, che soddisfa meglio di ogni altro alle condizioni che sono imposte dalle circostanze particolari del luogo* ».

È la Relazione immediatamente soggiunge: « Quello che importa è di conoscere bene queste ultime (circostanze particolari del luogo), e di fissare bene lo scopo al quale si vuole arrivare ».

\*

Ecco adunque un punto importante sul quale è più che mai necessario chiamare l'attenzione del nostro Consiglio Comunale. Che cioè prima di prendere le mosse, e di partire correndo con una piena di giovanili entusiasmi, è d'uopo di sapere *dove si vuole e dove si può arrivare*. E così appunto ha fatto la Commissione Comunale di Milano. Dopo avere ammesso che gli unici sistemi di fognatura accettabili sono quelli che permettono la utilizzazione immediata e continua ed in ogni stagione come in qualsiasi misura, di tutte le materie di latrina e delle acque domestiche a pro' dell'agricoltura; dopo di avere stigmatizzato tutte quelle soluzioni che anche in casi eccezionali di piogge, od in modo provvisorio, conducono all'inquinamento dei fiumi, la Relazione prorompe in queste sublimi e nobilissime parole, le quali se sono per Milano il segno del trionfo assicurato per la soluzione del *tout à l'égoût*, per le altre città sono ad un tempo un saggio avvertimento a ben ponderare le diversità delle circostanze nelle quali si trovano.

Dice adunque la Relazione:

« Milano non ha fiume che la solchi o la lambisca... La zona intermedia tra la città ed il Lambro confluyente del Po, lunga una trentina di chilometri, e larga quanto basti per comprendere la larghezza della superficie colante, è quindi atta tutta quanta a formare il bacino naturale di chiarificazione degli scoli della città... »

« Non soltanto evvi la estensione di terreno più che sufficiente per smaltire comodamente i rifiuti della città più volte ingrandita, ma vi si aggiunge anche il sistema agricolo vigente, per il quale non occorre la importazione, nè lo studio, od esperimento, di alcuna innovazione. »

« A Milano si ha la prateria e specialmente si ha la marcita. Il prato difficilmente si sazia della irrigazione e quindi meglio che qualunque altro genere di coltivazione è atto a ricevere in frequente turno le acque di fogna, anche se rese abbondanti dalle piogge. »

« Ma la marcita, per di più, consuma l'acqua anche nella stagione d'inverno, quando ogni altra coltivazione riposa, e quando per conseguenza le acque lorde dovrebbero essere altrimenti smaltite; onde è che questo argomento di opposizione, quello cioè che il consumo in agricoltura riesce interpolato, siccome trae la sua origine da *un fatto che altrove può verificarsi, ma che a Milano non può accadere, così diventa per il caso di questa città un argomento di favore*. Qui infatti essendovi la certezza che lo smaltimento col mezzo della vegetazione avverrà sempre, in tutto l'anno ed in qualunque stagione, è assicurato il risultato igienico non soltanto per la città che somministra la materia fecale, ma anche per la campagna dove essa deve riversarsi. »

« È una buona fortuna quella delle nostre condizioni economiche e fisiche che altri ci invidiano. La proprietà fondiaria che nella parte meridionale della nostra Provincia è divisa in possedimenti di mediocre estensione, la disposizione in orizzonte regolare delle figure parcellari e l'ampiezza delle stesse figure, la rete complicata di cavi per la già esistente irrigazione e per lo scolo, l'organismo dei casamenti rustici, sono *condizioni naturali o conaturate per secolari avvenimenti, che non si possono creare in breve tempo da chi non le possiede, malgrado una profusione illimitata di denaro*. E tali condizioni sono par quelle che stabiliscono un sistema di agricoltura con estese pra-

terie, tanto opportuno per lo scopo che si vuol raggiungere, di utilmente smaltire le acque di fogna della città ».

Dopo di ciò crediamo superfluo lo spendere parole per far rilevare quanto leggermente procedano coloro che, additando a Torino l'esempio della Città di Milano, vorrebbero indurne un giudizio assoluto di preferibilità del sistema, mentre coloro stessi che lo proposero a Milano dichiararono che le loro conclusioni non potevano per nulla giustificare un simile giudizio assoluto, e che laddove non concorrono tutte le condizioni ritenute necessarie per il buon impianto ed il buon funzionamento di una canalizzazione unica, *« non sarebbe prudente escludere in via presuntiva ed assoluta l'opportunità di ricorrere ad una doppia canalizzazione »*.

\*

Esaminate le condizioni agricole della parte a valle della città, e trovate opportune per lo smaltimento ultimo delle acque di una canalizzazione unica, la Commissione milanese pone il problema della fognatura per una grande città nei seguenti termini:

« Perchè il trasporto mediante la corrente d'acqua avvenga senza inconvenienti, bisogna che tanto le deiezioni quanto le acque domestiche siano convogliate con velocità sufficiente a garantire il loro arrivo sul terreno da irrigare non più tardi di 24 ore dopo la caduta, e in ogni caso bisogna che esse non restino sotto il suolo dell'abitato più di sei od otto ore. I canali che circolano entro la città e che raccolgono le deiezioni e le acque lorde, oltre a soddisfare colla loro pendenza alle condizioni suesposte di velocità nella corrente, debbono avere una tale sezione per la quale la minima quantità d'acqua su cui si può fare sicuro e continuo assegnamento, sia obbligata ad elevarsi sul fondo quanto basti onde sommergere e mantenere sommersi durante il suo corso gli escrementi solidi. *Il corso d'acqua pura e continua* destinato a scorrere nella fogna, deve, anche nei casi di scarsità, produrre in giornata un volume non minore di *cento volte il volume giornaliero* delle deiezioni umane tanto solide che liquide. »

« Una canalizzazione la quale contemporaneamente e completamente soddisfacesse a tutte le suddette condizioni, raggiungerebbe ottimamente lo scopo voluto; ora, come è facile ad immaginare, alcune delle dette condizioni dipendono dalla *natura dei luoghi*, la quale *non sempre può essere emendata dall'arte*; da ciò nasce che *il problema tecnico si presenta nelle diverse località sotto diversi aspetti*, i quali offrono tale una varietà di casi, *da farne per ogni singola località un quesito speciale* ». »

\*

E fattasi ad esaminare successivamente se le condizioni generali della città si prestino alla adozione del sistema di canalizzazione unica, la Relazione della Commissione viene così motivando la sua proposta di limitarsi per ora ad un solo quartiere della città: — « Preceduta dagli studi del Collegio degli Ingegneri e della R. Società d'Igiene, per quanto riguarda le condizioni orografiche generali, la Commissione accettava la *divisione in zone*, in vista specialmente della possibilità che essa offre di *procedere gradualmente alla parziale sistemazione di ciascuna zona, anche con varianti che differiscano fra loro*. Per tal modo, posto che si avverasse, sia per effetto di nuovi trovati, sia per l'esperienza fatta in una parte della città, il bisogno di introdurre anche rilevanti modificazioni nei particolari del sistema da adottarsi nelle altre parti, ciò potrà sempre essere fatto senza alcun inconveniente ».

« Ammessa la suddivisione della città e la possibilità, anzi la *convenienza, di progredire gradualmente* alla generale sistemazione della fognatura, si rese evidente il bisogno di rivolgere specialmente l'attenzione a quella parte di città *nella quale più urge il provvedere*. È questa la *zona di ponente*, ossia quella nella quale debbono sorgere i nuovi quartieri di piazza d'armi: colà essendo tutto a farsi di nuovo, le strade, i condotti per le pluviali, ecc. ».

Ognuno vede adunque come le proposte della Commissione essenzialmente si riferiscano ad un quartiere, ed al quartiere della zona di ponente ancora da costruire. E si noti ancora che se: « la superficie totale di questa zona è di ettari 1180, e lo sviluppo di strade, che

entro la stessa superficie è tracciata nel piano regolatore, è di km. 92, però la parte di essa zona, che si prevede potrà essere abitata in breve termine di tempo, dipendentemente dallo svilupparsi dei quartieri nuovi in progetto, è di ettari 118 (ossia la decima parte), con uno sviluppo di chilometri 14 di strade ».

\*

La Relazione dell'ing. Tagliasacchi, oltretutto ad accettare i risultati degli studi concordati del Collegio degli Ingegneri nella suddivisione in zone della città, ne ritiene pure indiscutibili i risultati della misura delle acque scorrenti sotto il suolo e disponibili. Ora dalla Relazione del Collegio degli Ingegneri emerge che anche le condizioni generali della Città di Milano sono tali da prestarsi al sistema di canalizzazione. E qui a noi basterà per lo scopo nostro di chiamare l'attenzione dei lettori sulle seguenti circostanze:

1° « *L'acqua esiste* », giacchè quella che circola attualmente nel sottosuolo della città, anche ammettendo una popolazione cresciuta fino a 500 mila abitanti, equivarrebbe pur sempre ad 864 litri al giorno per persona;

2° « *La condizione della pendenza, che è principalissima, esiste in ottimo grado per Milano* », giacchè dalla quota di 125 sul livello del mare, si discende a quella di 112 sopra un percorso di circa chilometri 5,50.

Ciò nondimeno, soggiunge tosto la Relazione, « non basta che le fogne sotto le strade siano ben dotate d'acqua in modo che quelle lorde vengano coinvolte e trascinate al luogo di loro impiego, o smaltimento ultimo, con moto celere e continuato, come si può ottenere colle acque scorrenti a livello del suolo; ma è indispensabile altresì che siano dotati di acqua tutti i fognoli che dalle trombe dei cessi delle singole case conducono alle fogne di strada. La necessità di una lavatura poi è tanto maggiore, quanto più per la lontananza della fogna stradale dalla tromba dei cessi non si possa ottenere una pendenza assai sensibile, quale richiedesi per un canale non continuamente bagnato ».

E la Relazione così continua: « Perchè il servizio proceda completamente e bene, e perchè non si abbiano ad incontrare lamentele, da paralizzare nella pubblica opinione i vantaggi del sistema della canalizzazione, è necessario fare assegnamento sulle acque potabili, come comunemente si dice, ma in realtà sull'acqua a pressione; che sia questa da bere, o no, poco importa, purchè sia acqua che arrivi continuamente alle case per servizio domestico, in quantità discreta e con discreta pressione ».

Onde la Relazione conclude: « È quindi una necessità che procedano di pari passo le due grandi riforme edilizie, quella delle acque potabili e quella della fognatura, essendo le due cose intimamente collegate ».

E poichè in quei giorni stessi dal Comune si stavano esaminando proposte di concorrenti per somministrare l'acqua a domicilio, la Relazione « crede bene rammentare la necessità che la sua distribuzione avvenga in precedenza, anche se fosse d'uopo qualche sacrificio pecuniario, in quella località nella quale per la prima sarà adottato il nuovo sistema di fognatura ».

\*

In conclusione adunque diremo: Che la Relazione della Commissione milanese, tuttochè superiore ad ogni elogio per il modo con cui è condotta e per le conclusioni rigorosamente logiche ed altamente commendevoli a cui è giunta, non contiene in sè alcun fatto nuovo, dappoichè tutte le circostanze di fatto sono desunte dalla Relazione della seconda Commissione torinese, del che, per vero dire, la Relazione stessa ad ogni piè sospinto avverte il lettore.

Che la Relazione dell'ing. Tagliasacchi risolve in modo assoluto e dogmatico una questione sola, quella cioè che le materie di rifiuto solide e liquide di una grande città vogliono essere smaltite con un unico mezzo, quello cioè della loro utilizzazione immediata e totale sul terreno agricolo, non mai coll'inquinare i fiumi nemmeno in casi eccezionali od in modo provvisorio.

Che il sistema della canalizzazione unica, ossia quello che suolsi anche dire del tutto alla fogna, è per certo il più speditivo dei sistemi

possibili per una grande città, ma che per raggiungere completamente lo scopo, oltre ad occorrere molta diligenza nello studio dei particolari di esecuzione e nella esecuzione stessa dei canali, « bisogna altresì che si riscontrino determinate condizioni locali, senza delle quali anche lo studio più diligente si infrange ne' suoi effetti », siccome appunto è avvenuto a Parigi, dove i parecchi inconvenienti hanno prodotto « una lotta sull'opportunità del sistema, lotta che dura tuttavia, senza che si veda una prossima soluzione ».

Che la preferenza al sistema unico comprendente le pluviali e le acque lorde, ovvero al sistema parziale e divisorio delle une dalle altre può solo dipendere dalle circostanze di luogo, e che « le impressioni le quali si possono ricevere dall'esame degli esperimenti compiuti, hanno un valore limitato alla relazione tra le esigenze locali ed il sistema adottato », per cui, sempre secondo la Relazione milanese, « non sarebbe prudente escludere in via presuntiva ed assoluta la opportunità di ricorrere ad una doppia canalizzazione, date certe circostanze di luogo e certe condizioni della preesistente fognatura ».

Che per una fortunata combinazione di circostanze speciali, le quali difficilmente incontransi in altre precipue città d'Europa, la Città di Milano può mandare, senza preoccupazioni ulteriori, tutte le acque lorde e pluviali su di una plaga disposta da secoli a riceverle, e di tale estensione e con tali sistemi di colture da aver d'uopo di consumare avidamente in qualsiasi stagione dell'anno, e senza il pericolo di intempestiva sazietà, la totalità delle acque dell'intera città, compresevi tutte le meteoriche, e senza alcun diversivo, neppure per le straordinarie così dette di piena.

Che non ostante così favorevoli condizioni le proposte immediate della Relazione si riferiscono alla sola zona di ponente non ancora fabbricata, e solo alla decima parte di essa, che si prevede potrà essere abitata in breve tempo; mentre per tutte le altre zone della città, ossia per tutta la Milano attuale, dove l'unico sistema di fognatura legalmente in vigore è quello delle fosse fisse, spurgate mediante botti metalliche a vuoto atmosferico, e dove è in più punti abusivo il sistema della immissione delle feci ed acque lorde nei canali, la Commissione è di parere che si possa temporeggiare.

E infatti essa ci dice: « Assai maggior tempo di quello che è trascorso sarebbe stato necessario per completare la soluzione di molte e svariate questioni che potrebbero sorgere nei particolari dell'applicazione alla intera città del sistema del *tout à l'égout* ». ... mentre la Commissione « è poi anche persuasa che qualora il Consiglio accolga le sue parziali proposte, nel campo pratico della esecuzione di esse, si troverà implicitamente e colla esperienza, appianata la via per sciogliere molte tra le varie quistioni che potranno sorgere nell'applicazione del sistema alle altre parti della città ».

In tutto il resto, la Commissione abbandona a chi sarà incaricato di dare il progetto, il compito di studiare il disegno della sezione dei canali, limitandosi a raccomandare che « la sezione di tutti i canali principali ed anche secondari, ove è possibile, debba essere ampia quanto basti per essere praticabile ». E così pure dichiara non essersi occupata « della eventualità che la fogna stessa possa servire alla collocazione di fili telegrafici, ovvero ad altri pubblici servizi, ritenendo estranea all'indole della Relazione l'esame della convenienza, o meno, di far servire un solo vano a scopi diversi, perchè ciò dipende da considerazioni d'ordine principalmente economico ».

\*

E dopo ciò lasciamo ai cortesi lettori nostri di considerare se la Relazione dell'ing. Tagliasacchi, e l'aver essa ricevuto la ben meritata approvazione del Consiglio Comunale di Milano, siano fatti da potersi a cuor leggero citare dai sostenitori dell'applicazione del sistema della canalizzazione unica alla Città di Torino in loro favore, o se invece la Relazione stessa non sia un saggio e coscienzioso avvertimento, ove mai ne avessimo ancora bisogno, a procedere guardinghi, e, anzichè dare ascolto ai palpiti del cuore esultante per le glorie antiche dei Romani, attenerci con mente calma ai dettati della scienza e della esperienza, il cui patrimonio dai Romani in poi ha progredito sempre, ed il cui valore è ingigantito coi tempi.

## R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN TORINO.

Classificazione degli Allievi che nell'anno 1887 riportarono il Diploma di *Ingegnere Civile*, di *Ingegnere Industriale* e di *Architetto* secondo il Regolamento approvato con R. Decreto in data 8 ottobre 1876.

N. d'ordine di classificazione	COGNOME, NOME E PATRIA DEL CANDIDATO	VOTI OTTENUTI		TOTALE DEI VOTI	N. d'ordine di classificazione	COGNOME, NOME E PATRIA DEL CANDIDATO	VOTI OTTENUTI		TOTALE DEI VOTI
		nelle prove di profitto di 2° e 3° anno	nell'esame generale				nelle prove di profitto di 2° e 3° anno	nell'esame generale	
		massimo num. 1200	massimo num. 100	massimo num. 1300			massimo num. 1200	massimo num. 100	massimo num. 1300
<b>Ingegneri Civili.</b>									
1	Russo Gioachino da Catania . . . . .	1131	100	1231	65	Pelloia Luigi da Pegognaga (Mantova)	841,500	72	913,500
2	Francia Luigi da San Salvatore Monferato (Alessandria) . . . . .	1128	95	1223	66	Bonomini Giuseppe da Alseno (Piacenza)	835	75	910
3	Gelmi Giulio da Varese (Como) . . . . .	1118	100	1218	67	Cattò Giuseppe da Pavia . . . . .	834	75	909
4	Mussa Teresio da Torino . . . . .	1114	100	1214	68	Gallini Gio. Batt. da Loverè (Bergamo)	821	85	906
5	Rossi Cesare da Chieri (Torino) . . . . .	1111	100	1211	69	Carena Filippo da Torino . . . . .	836	70	906
6	Curadelli Francesco da Canelli (Aless.)	1112	95	1207	70	Crocchi Angiolo da Roccastrada (Gross.)	831,500	70	901,500
7	Zuccari Emilio da Revere (Mantova) . . . . .	1083	88	1171	71	Pavese Carlo da Asti (Alessandria) . . . . .	823	72	895
8	Ronco Nino Emilio da Genova . . . . .	1055	100	1155	72	Loreto Carlo da Avola (Siracusa) . . . . .	804	88	892
9	Vandone Italo da Torino . . . . .	1053	98	1151	73	Scarpari Dante da Quistello (Mantova)	822	70	892
10	Giordana Vittorio da Torino . . . . .	1048	100	1148	74	Platone Oreste da Refrancore (Alessan.)	804	71	875
11	Battaglia Carlo da Ostiano (Cremona)	1054	92	1146	75	Sacerdoti Alessandro da Treviso . . . . .	786,500	85	871,500
12	Primatesta Andrea da Vercelli (Novara)	1033	95	1128	76	Citterio Giulio da Pavia . . . . .	794,666	73	867,666
13	Arrigone Carlo da Cozzo Lomell. (Pavia)	1038	83	1121	77	Moruzzi Giovanni da Valenza (Alessan.)	794	70	864
14	Rocca Alfredo da Torino . . . . .	1028	90	1118	77	Risso Ermenegildo da Genova . . . . .	794	70	864
15	Tirone Giovanni da Arezzo . . . . .	1005	95	1100	79	Fossati Carlo da Milano . . . . .	774,666	78	852,666
16	Gervasoni Vittorio da Bordogna (Berg.)	1019	75	1094	80	Piatti Pier Giac. da Presbourg (Ungh.)	771,500	72	843,500
17	Sacco Giulio da Torino . . . . .	995	97	1092	81	Portesani Pericle da Vescovato (Crem.)	769,500	70	839,500
18	Govone Uberto da Alba (Cuneo) . . . . .	1003	85	1088	82	Cornero G. B. da Rocca d'Arazzo (Aless.)	768,500	70	838,500
19	Urtis Sebastiano da Alghero (Sassari) . . . . .	992	92	1084	83	Ugazio Francesco da Vespolate (Novara)	764	70	834
20	Passera Augusto da Torino . . . . .	1004	80	1084	84	Cordone Luigi da Garbagna (Alessan.) . . . . .	743,833	75	818,833
21	Melloni Cesare da Pieve di Cento (Ferr.)	984	95	1079	85	Chiarizia Giuseppe da Aquila . . . . .	745,666	70	815,666
22	Torre Gerolamo da Genova . . . . .	980	95	1075		Armellini Camillo da Roma . . . . .		70	
23	Vandone Antonio da Terni (Umbria) . . . . .	982	87	1069		Gilbert des Winckels Carlo di Tragnago (Verona) . . . . .			
24	Valcarengi Graziano da Azzanello (Cremona) . . . . .	990	78	1068					
25	Voli Pietro da Torino . . . . .	980	85	1065					
26	Maugeri Angelo da Acireale (Catania) . . . . .	973	85	1058	1	Decugis Lorenzo da Livorno . . . . .	1083	100	1183
27	Tripiciano Giuseppe da Palermo . . . . .	978	80	1058	2	Pandini Ferdinando da Castello sopra Lecco (Como) . . . . .	1071	89	1160
28	Casoletti Giovanni da Alessandria . . . . .	968	85	1053	3	Puricelli Federico da Perugia (Umbria)	1061	90	1151
29	Casali Giulio da Campagnola (Reg. Em.)	964	80	1044	4	Giovetti Giuseppe da Roverbella (Mant.)	1034	95	1129
30	Manca di Villahermosa Giov. da Cagliari	966,500	75	1041,500	5	Santoro Filippo da Altamura (Bari) . . . . .	1037	92	1129
31	Richetto Beniamino da Bussoleno (Torino)	958	80	1038	6	Michellini Francesco da Breme Lomellina (Pavia) . . . . .	1027	100	1127
32	Bastone Umberto da Torino . . . . .	941,500	92	1033,500	7	Fea Carlo Andrea da Asti (Alessandria)	1000	97	1097
33	Tentolini Eugenio da Rivarolo del Re (Cremona) . . . . .	938	80	1018	8	Tenerelli Vincenzo da Catania . . . . .	1002	90	1092
34	Bracco Gustavo da Moncalieri (Torino)	936	80	1016	9	Cicardi Ambrogio da Milano . . . . .	980	80	1060
35	Cini Giuseppe da Ferrara . . . . .	940	75	1015	10	Ferrari Gino Attilio da Vigevano (Pavia)	953	98	1051
36	Sertorio Giuseppe da Genova . . . . .	911	95	1006	11	Cesa Vittorio Stefano da Caneva (Udine)	932	100	1032
37	Calini Federico da Gambara (Brescia) . . . . .	920	85	1005	12	Bertoldo Giacomo da Rivara Canav. (Tor.)	940	87	1027
38	Caporali Amilcare da Cremona . . . . .	910	92	1002	13	Guidetti Serra Felice da Alessandria . . . . .	922	81	1003
39	Garibaldi Cesare da Genova . . . . .	910	90	1000	14	Borroni Emilio da Sondrio . . . . .	923	75	998
40	Ariazzi G. B. da Verolavecchia (Brescia)	915	85	1000	15	Roiseco Ignazio da Spezia (Genova) . . . . .	904,500	77	981,500
41	Carozzi Luigi da Milano . . . . .	910	85	995	16	Negri Edoardo da Casale Monf. (Aless.)	907	72	979
42	Maselli Giovanni da Torino . . . . .	899,500	95	994,500	17	Belletta Abele da Crema (Cremona) . . . . .	893,500	80	973,500
43	Bertogalli Attilio da Langhirano (Parma)	915,500	78	993,500	18	Bonini Carlo Fed. da Pesaro (Pes.-Urb.)	882	85	967
44	Bianchi-Crema Francesco da Valle Lomellina (Pavia) . . . . .	908	80	988	19	Pacchioni Alberto da Calice al Cornoviglio (Massa-Carrara) . . . . .	885	80	965
45	Campanini Gino da Parma . . . . .	915	72	987	20	Grandi Adolfo da Fano (Pesaro-Urbino)	892,500	70	962,500
46	Gay Giovanni da Montecastello (Aless.)	899	85	984	21	Pinna Giuseppe da Macomer (Cagliari)	862,500	76	938,500
47	Marino Giuseppe da Messina . . . . .	904,500	78	982,500	22	Pimpinelli Vittorio da Firenze . . . . .	831,500	75	906,500
48	Sacerdote Adolfo da Torino . . . . .	904	75	979	23	Speranza Emilio da Firenze . . . . .	782	75	857
49	Bonfante Domenico da Pieve di Tecco (Porto Maurizio) . . . . .	892	83	975	24	Oliva Luigi da Voghera (Pavia) . . . . .	756	78	834
50	Ruspoli Costantino da Lione (Francia)	900	72	972	25	Gallerani Armando da Cento (Ferrara)	753,166	72	825,166
51	Bertelà Silvio da Carrara (Massa Carr.)	886	80	966	26	Zancani Gius. da Sampierdarena (Gen.)	746,833	73	819,833
52	Celle Giuseppe da Genova . . . . .	885	75	960		Beverini Adolfo da Spezia (Genova) . . . . .		80	
53	Armò Ernesto da Palermo . . . . .	877,500	78	955,500		Ermolli Leopoldo da Santa Cristina e Bissone (Pavia) . . . . .			
54	Pedrazzini Cesare da Codogno (Milano)	863	80	943					
55	Peiroleri Alfonso da Torino . . . . .	871	72	943					
56	Tallone Eugenio da Torino . . . . .	864	75	939					
57	Calegari Lorenzo da Fontanella (Berg.)	850	85	935					
58	Marenco Emilio da Torino . . . . .	858,500	75	933,500					
59	Galli Guglielmo da Lesa (Novara) . . . . .	855,500	76	931,500	1	Thermignon Giovanni da Torino . . . . .	691,500	100	791,500
60	Icardi Vittorio da Mombasiglio (Cuneo)	858	70	928	2	Corsi Angelo da Martinengo (Bergamo)	653,333	95	748,333
61	Pastori Carlo da Chiavari (Genova) . . . . .	834,500	90	924,500	3	Calabrò Lombardo Antonino da Catania	576	70	646
62	Onnis-Falqui Carlo da Cagliari . . . . .	845,500	79	924,500					
63	Aimetti Stefano da Torino . . . . .	843	80	923					
64	Rizzi Luigi da Foggia (Capitanata) . . . . .	843,500	75	918,500					

(\*) Laureato per titoli in seguito a deliberazione della Giunta del Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione comunicata con nota del Ministero della Istruzione Pubblica in data 5 novembre 1887, N. 12997.

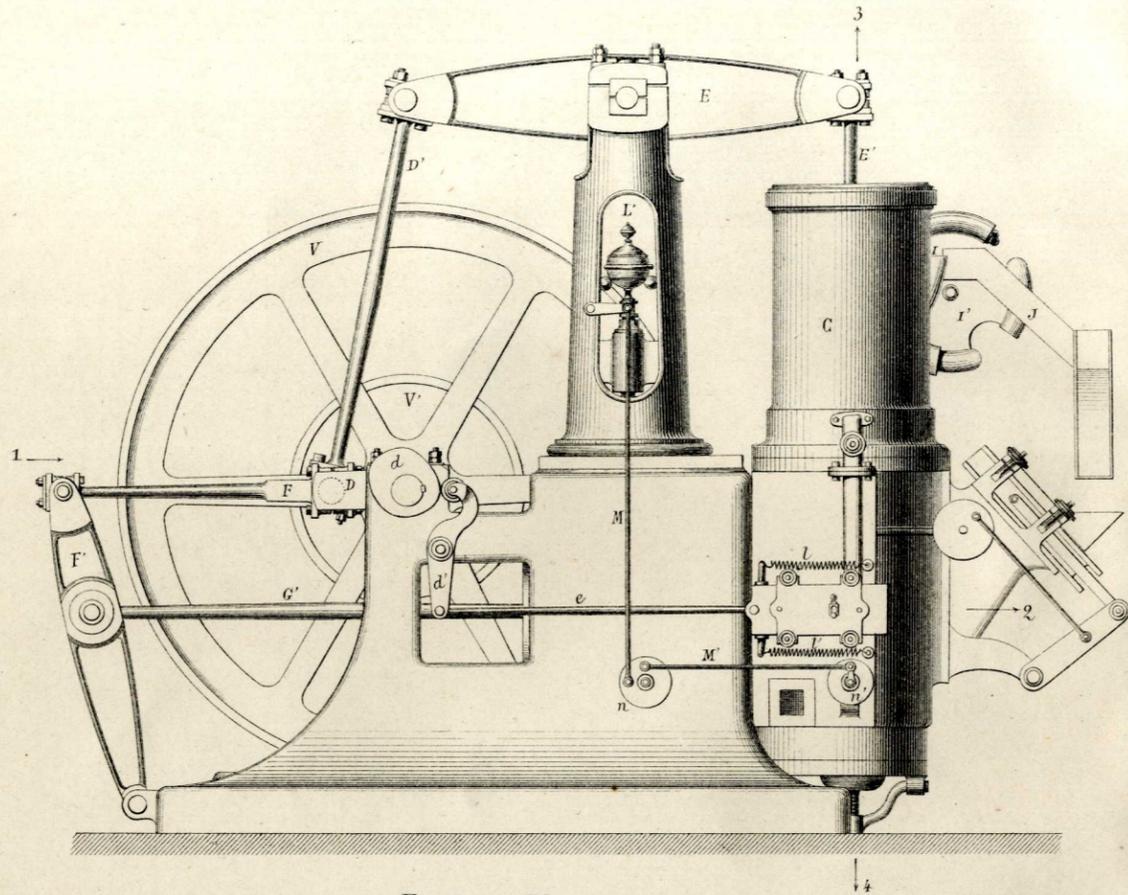


Fig. 1 - *Elevazione.*

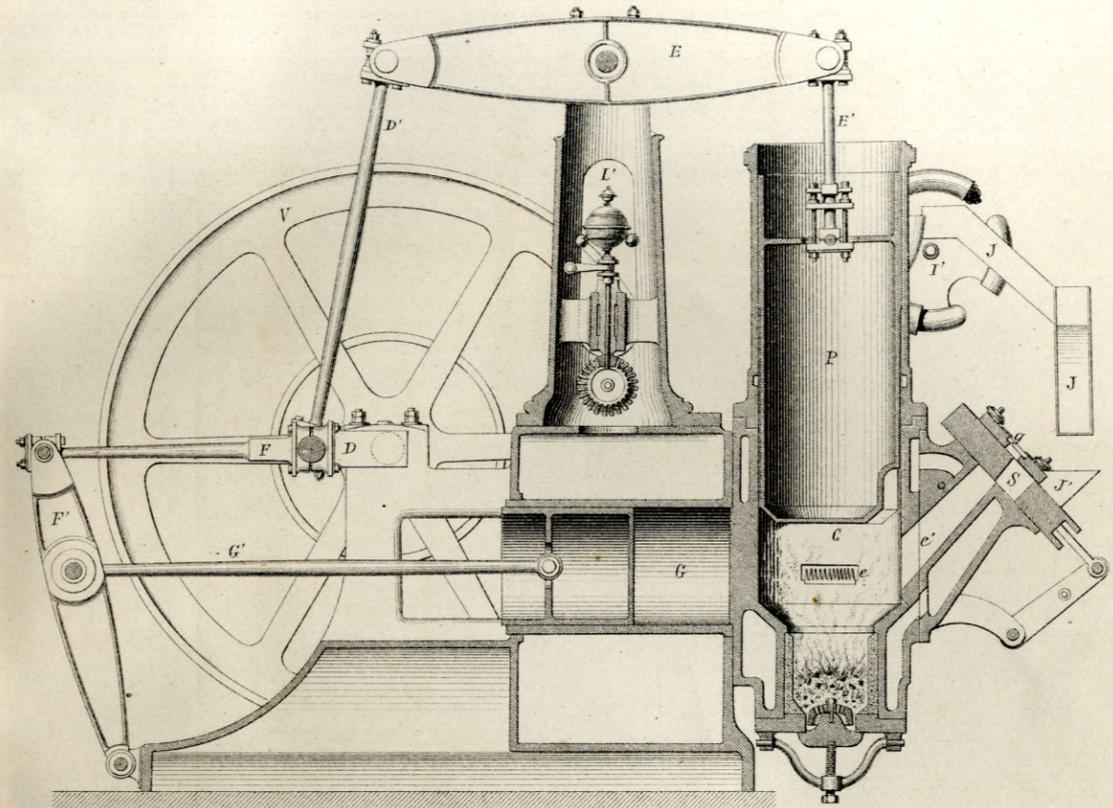


Fig. 3 - *Sezione longitudinale secondo 5, 6.*

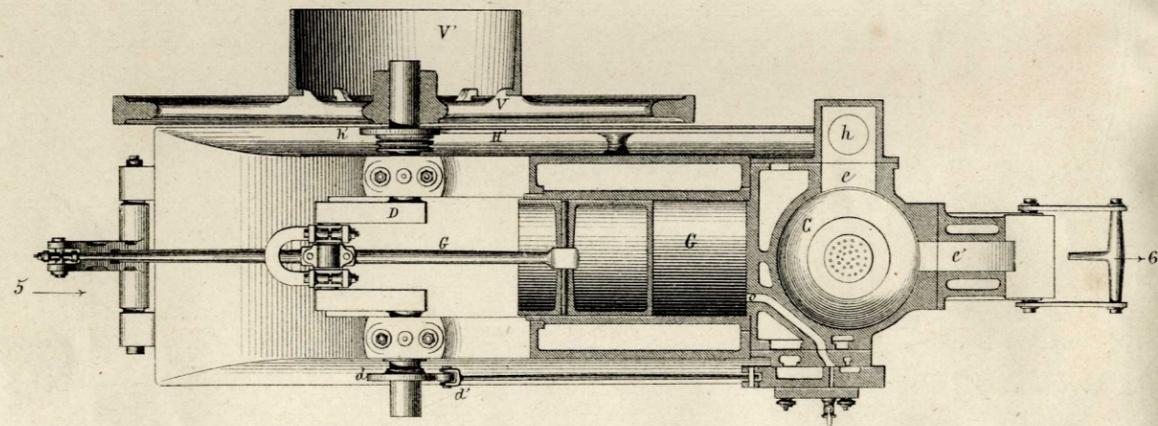


Fig. 2 - *Sezione orizzontale secondo 1, 2.*

Scala di 1:10 per le Figure 1, 2, 3 e 4

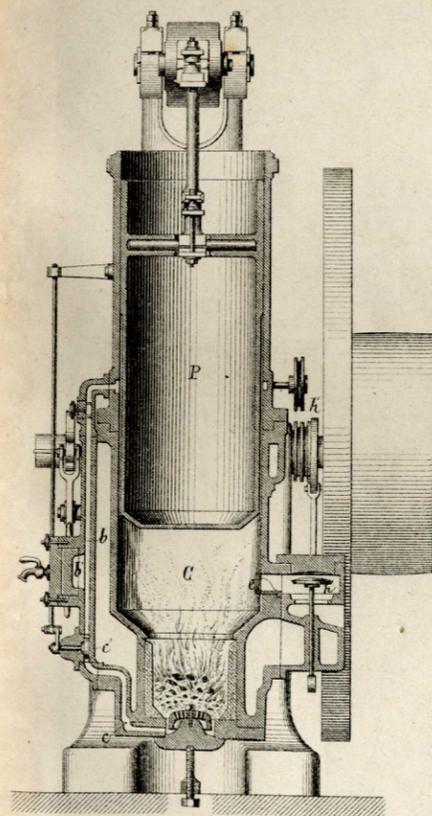


Fig. 4 - *Sezione trasversale secondo 3, 4*

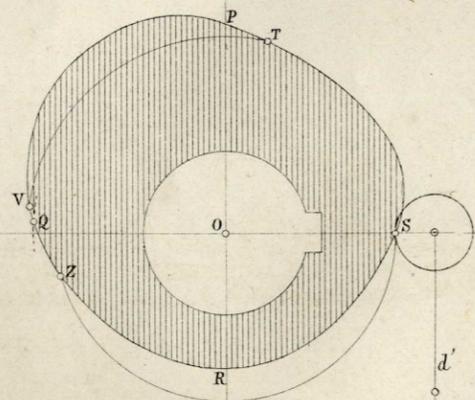


Fig. 5 - *Sviluppo dell'eccentrico a metà del vero*

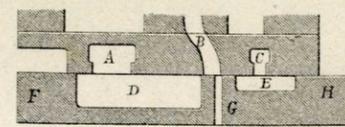


Fig. 6 - *Particolare del Cassello*  
Scala di 1:4

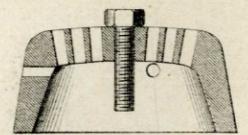


Fig. 7 - *Particolare del focolajo*  
- metà del vero

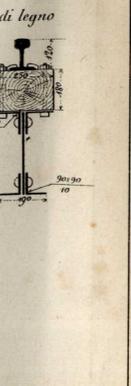
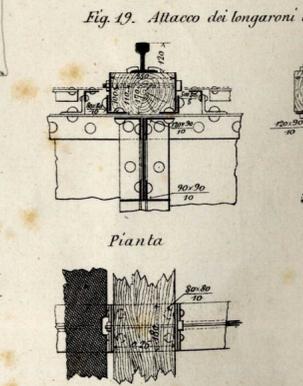
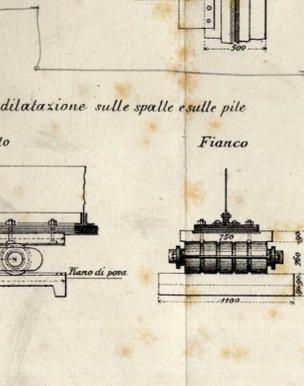
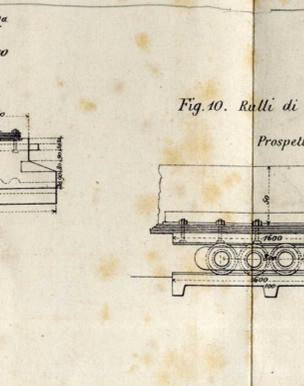
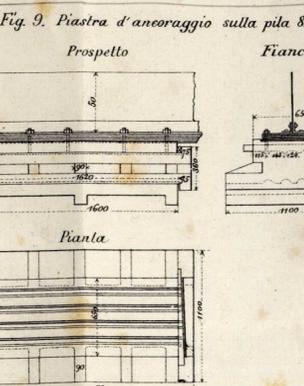
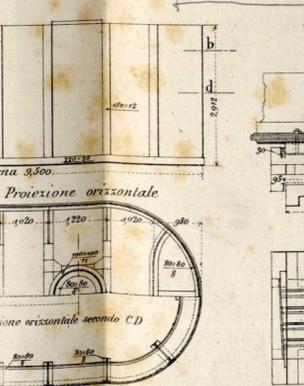
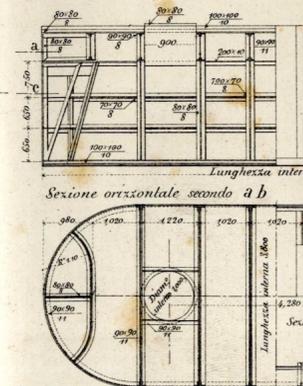
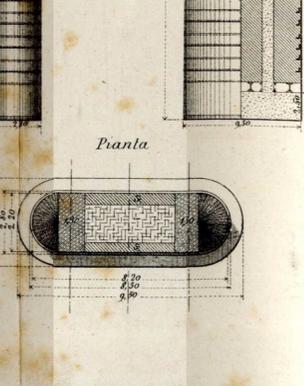
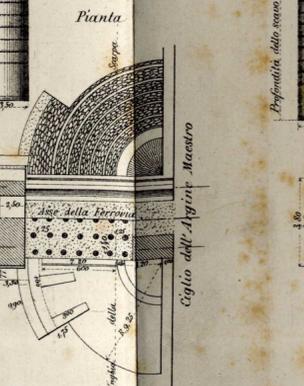
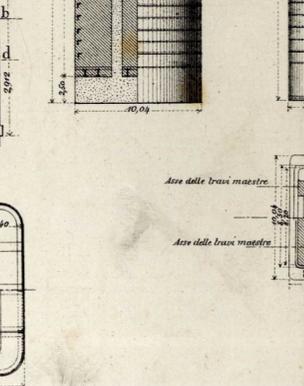
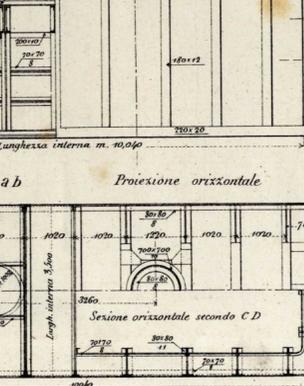
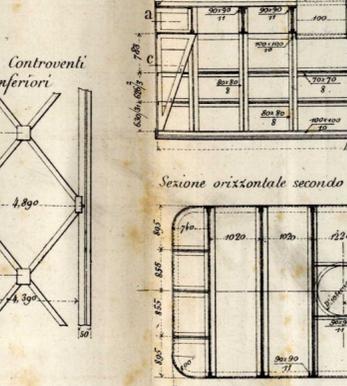
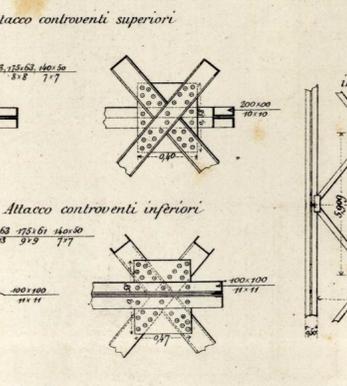
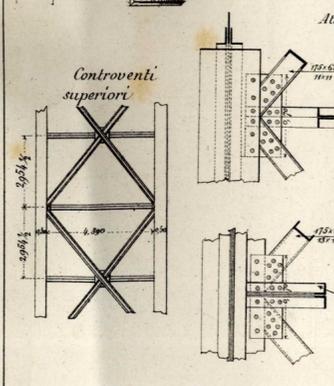
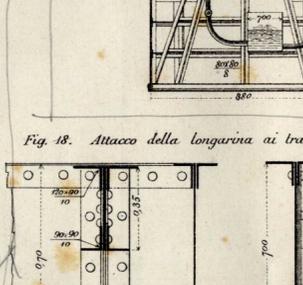
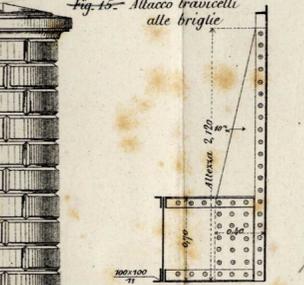
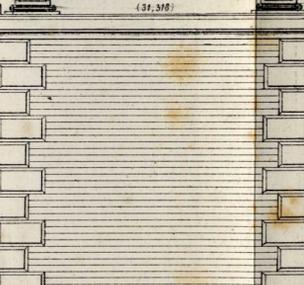
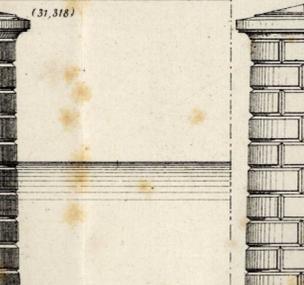
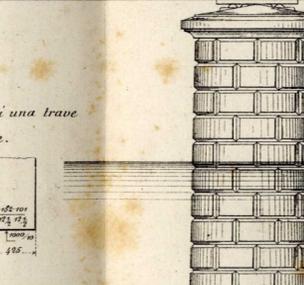
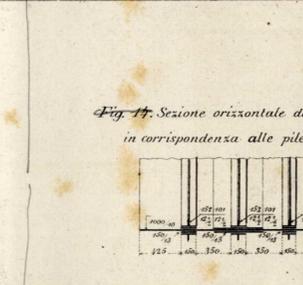
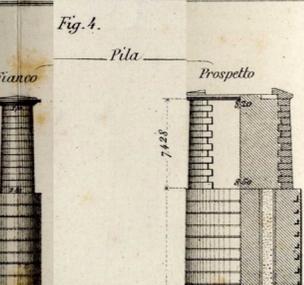
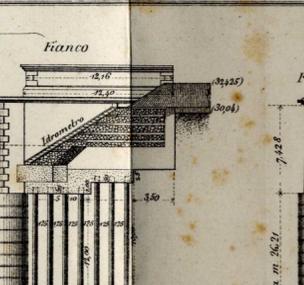
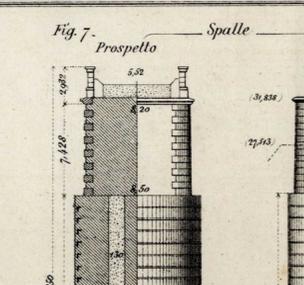
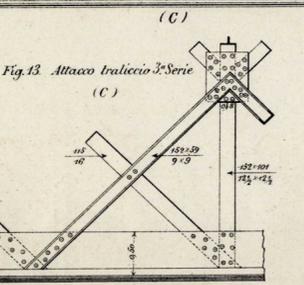
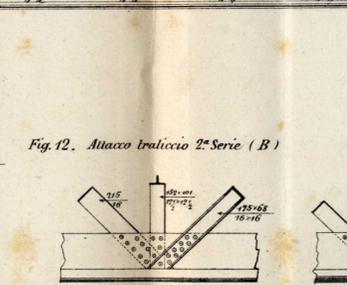
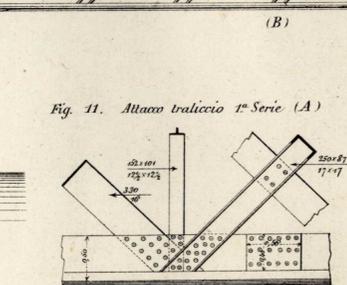
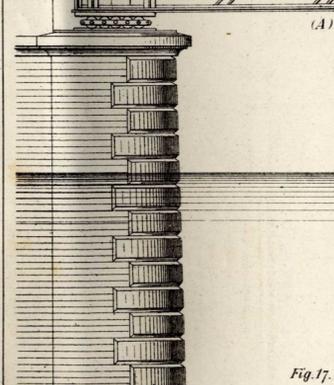
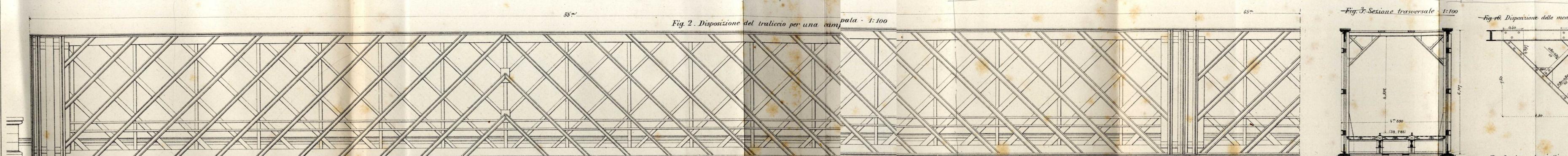
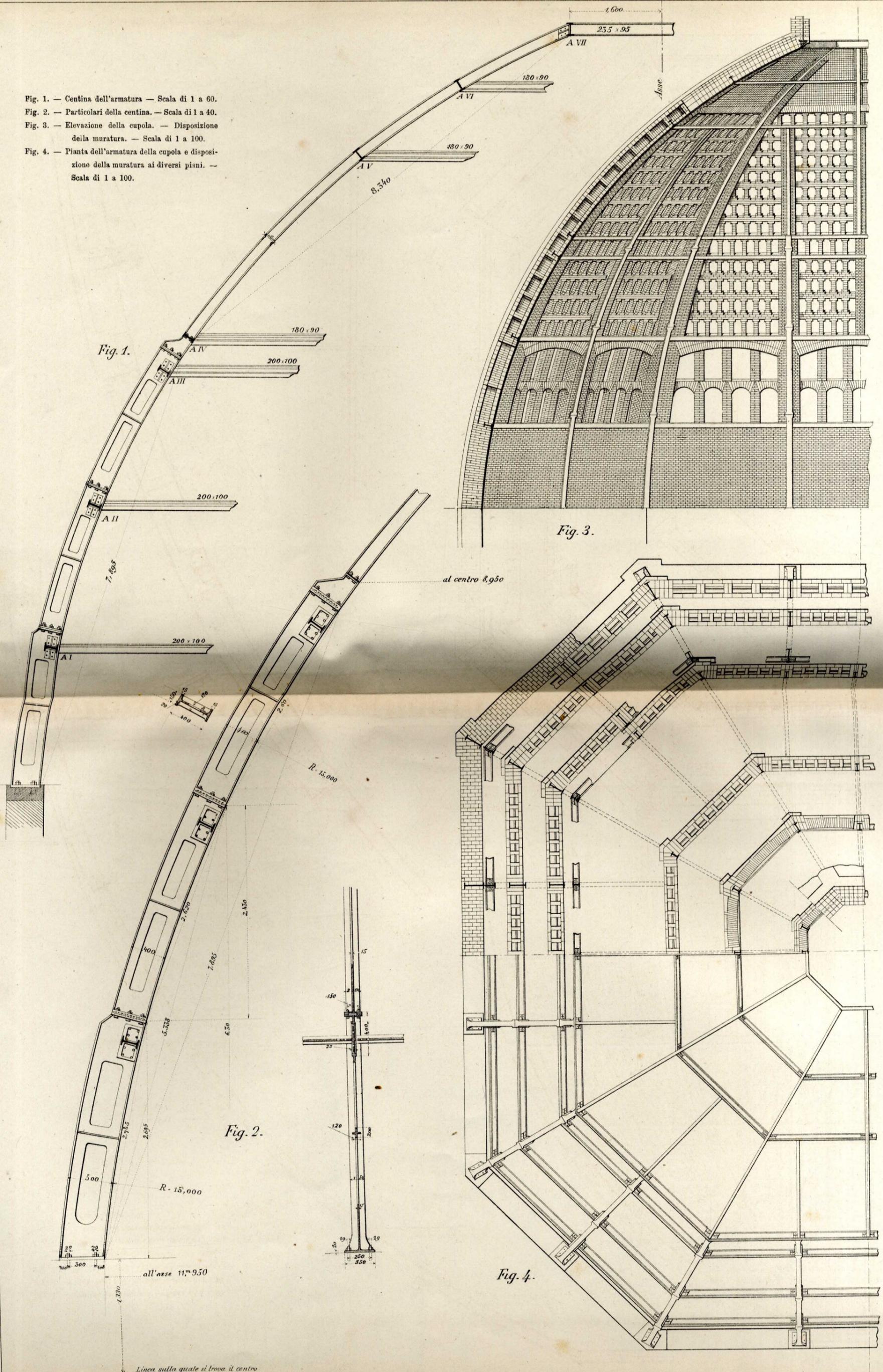


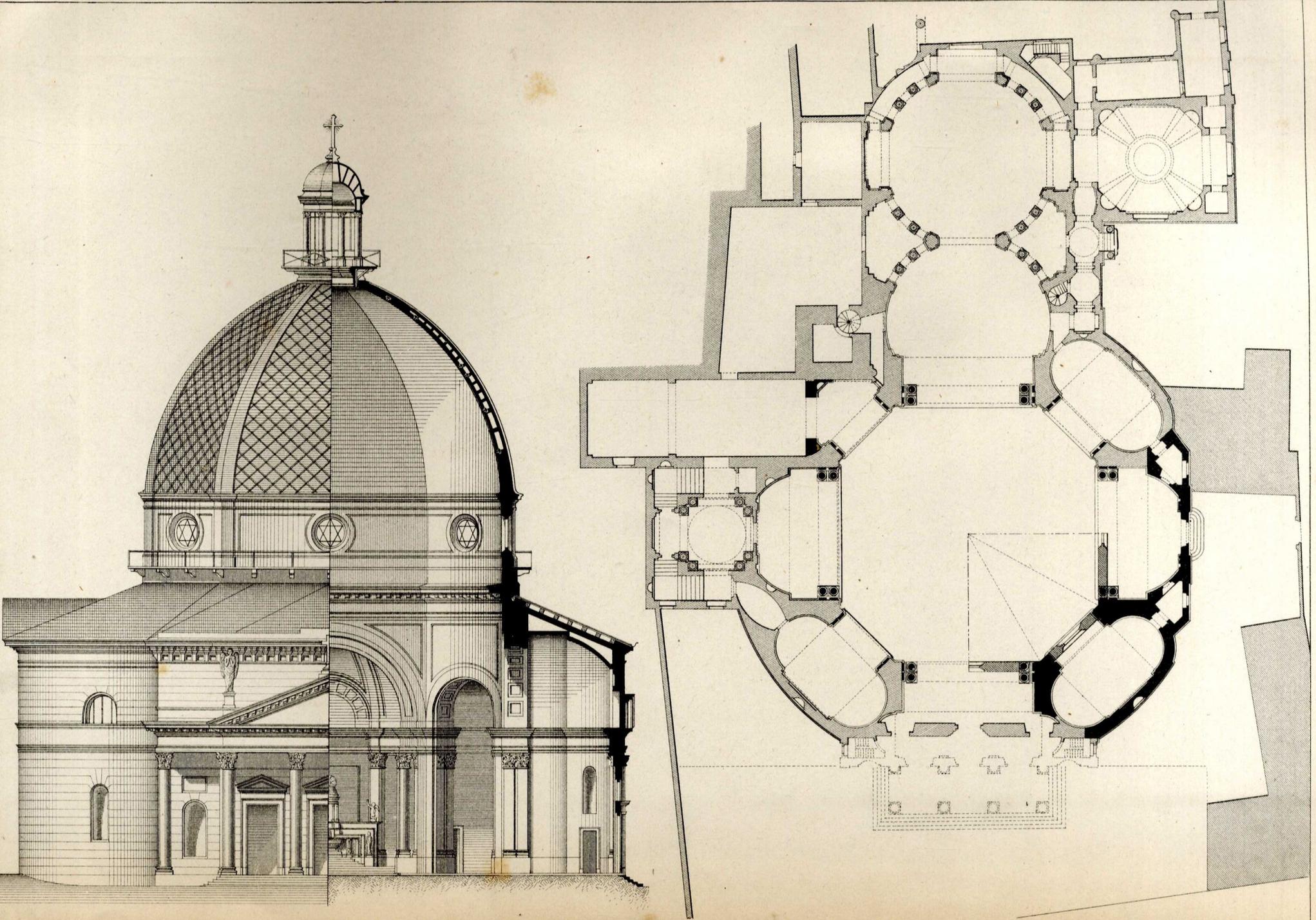
Fig. 1. — Centina dell'armatura — Scala di 1 a 60.

Fig. 2. — Particolari della centina. — Scala di 1 a 40.

Fig. 3. — Elevazione della cupola. — Disposizione della muratura. — Scala di 1 a 100.

Fig. 4. — Pianta dell'armatura della cupola e disposizione della muratura ai diversi piani. — Scala di 1 a 100.





LA NUOVA CUPOLA DELLA CHIESA PARROCCHIALE DI GATTINARA

Torino.. Tip e Lit. Camilla e Bertolero.

Costruita dal Prof. Arch. Giuseppe Locarni