

L'INGEGNERIA CIVILE

R

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

IDRAULICA PRATICA**POMPE MODERNE**

PER L'ALIMENTAZIONE D'ACQUA DELLE CITTÀ.

Considerazioni e notizie di UGO ANCONA.

(Veggansi le Tavole VIII, IX e X)

Le quantità d'acqua sotto pressione giornalmente necessarie alle grandi città, sono tali, che le macchine destinate a sollevarle ove n'è il caso, hanno raggiunto proporzioni ed importanza, così da rendere utili alcune considerazioni in proposito; le quali formano l'oggetto dei capitoli venienti, e sono seguite da alcuni cenni sopra diversi impianti moderni.

Suppongo nota a chi legge la teoria generale delle pompe, e non me ne occupo, perchè altri l'ha fatto con successo. Vedi:

HARTMANN, *Die Pumpen*;BACH, *Versuche über Ventilbelastung und Ventilerwiderstand*;RIEDLER, *Indicator Versuche an Pumpen*;POILLON, *Traité théorique et pratique des pompes et machines à élever les eaux*;

ed altri.

A. — Sistemi principali.

È noto: che si usano pompe con stantuffi a movimento rettilineo alternativo, quindi necessariamente irregolare in verso e velocità, per cui si hanno potenze e resistenze variabili. Invece l'ideale sarebbe di poter muovere lo stantuffo con velocità costante secondo una curva chiusa, e l'acqua tra i serbatoi di arrivo e scarico, con velocità costante e minima. Il movimento irregolare dello stantuffo si trasmette direttamente ad una porzione di fluido pesante, la cui massa non è più trascurabile come nel caso di macchine a vapore, ma richiede forze considerevoli per venire accelerata e ritardata; tra queste se ne può utilizzare una naturale ed immutabile: la pressione atmosferica.

Agli inconvenienti che ne risultano, si rimedia:

1° con camere d'aria;

2° con piccole velocità;

3° con volani.

Camere d'aria. — Riducono la massa d'acqua con movimento alternativo, a quella che si trova tra le due camere d'aria aspirante e premente. Ossia: dividono la comunicazione tra il serbatoio d'arrivo e quello di scarico in 3 parti; nelle due estreme l'acqua si muove con velocità costante, almeno in grandezza, nella intermedia, dove è innestata la pompa, con velocità variabile in senso e grandezza. Esse formano le comunicazioni elastiche tra queste tre parti, ed offrono un gran vantaggio, così che sono parti essenziali d'ogni pompa di qualunque sistema.

Piccole velocità. — Dal fatto che le grandi pompe di sollevamento agivano con $v_m = 0.6 : 1$; $n = 8 : 16$ venne l'abitudine di chiamare *veloci* quelle pompe dove $v = 1.2 : 1.8$,

$n = 40 : 60$, valori comuni di v ed n per motrici a vapore di forza media; la velocità di regime di queste pompe è dunque assai lontana da quella dei motori a vapore di grande velocità.

Ciò premesso, diminuendo la velocità (Pompe Girard e corrispondenti):

1° Si diminuisce l'accelerazione da imprimersi alla massa d'acqua, quindi l'eccesso di sforzo;

2° Si aumenta il breve intervallo corrispondente ai punti morti, che può considerarsi di riposo per lo stantuffo, cioè si dà maggior tempo alle valvole automatiche per ricadere sulla loro sede;

3° Si assicura un movimento continuo nei tubi aspiranti e prementi, evitando gli « urti d'acqua ».

Ne deriva una somma d'inconvenienti pratici tanto più sensibili quanto più grande è la pompa.

Anzitutto, diminuendo l'oscillazione dello sforzo, aumenta il suo valore medio, perchè un lavoro si produce con forze e velocità inversamente proporzionali. Questo sforzo medio nelle grandi pompe di grande prevalenza, può facilmente essere tale, che pur dando agli organi dimensioni molto grandi, che superano il limite comune adatto a mezzi comuni, essi organi non possono offrire la sicurezza voluta; d'onde pericolo di rottura o almeno di deformazione sensibile. Oltre a ciò i grandi pezzi sono di lavorazione e quel ch'è peggio di produzione difficile. Quanto alle altre masse, diminuita la velocità, bisogna aumentare le sezioni, quindi grandi corpi in ghisa, e grandi spessori del materiale qualora si tratti di alte pressioni, comuni nel nostro caso, dove si arriva a 6 : 10, talvolta 15 : 20 atmosfere.

Chi scrive vide tra gl'impianti di Berlino, nel più antico, quello della *Stralauer Thor*, due pompe verticali con motrici Compound-Woolf, a bilanciare, disposte in un edificio speciale; sono del Simpson (1) di Londra, sono veramente grandiose per dimensioni colossali, costruzione razionale, finezza d'esecuzione; ciò non pertanto presentano gli inconvenienti suesposti. La figura 1 (tav. VIII) ne dà un'idea, e le dimensioni principali. Questi colossi, è chiaro, si muovono assai lentamente: $n = 11.8$.

Sono affatto indipendenti, ognuno ha un volano con $d = 7.32$ m., e corona pesante circa 34600 chg.; i bilanci, tra centro e centro dei perni estremi hanno la lunghezza di m. 9.92, nel mezzo sono alti m. 2.1 ed oscillano attorno a perni di acciaio Bessemer con $d = 50$ cm.; le bielle sono lunghe 9 m. con diametro massimo nel mezzo di 41 cm.; le 2 stanghe del quadro per lo stantuffo B hanno un diametro massimo di 40 cm. e ciò non ostante vibrano visibilmente ad occhio nudo. Il servizio viene fatto nei diversi piani della casa, come risulta dallo schizzo. Ogni pompa dà circa 220 litri al secondo, corrispondenti ad un lavoro di circa 117 cavalli in acqua sollevata; si noti però che l'acqua viene pompata 2 volte. Si confronti quest'impianto con quello di Lipsia descritto più avanti, e si vedrà quanto

(1) I. Simpson e C^o. — Grosvenor Works-Pimlico. — London, S. W. Lo stesso delle Worthington: vedi più avanti.

sia giusto il perfezionare queste macchine coll'aumento della velocità.

Basta infatti raggiungere le velocità comuni per motrici a vapore di gran forza, per togliere gli svantaggi relativi a macchine troppo grandi, ed avere oltreccì un n più favorevole per le motrici stesse.

Diminuiti gli sforzi nel meccanismo, gli organi possono costruirsi con sicurezza sufficiente senza raggiungere dimensioni anormali; riescono di lavorazione più semplice e più esatta, di montaggio più comodo, le dimensioni totali della macchina, dell'area occupata, del fabbricato, diminuiscono; l'impianto è più economico.

Ora aumentando la velocità:

1° Se è ben vero che le accelerazioni si aumentano, si diminuisce però la massa da accelerarsi perchè aumentare n significa aumentare il numero dei passaggi nel tratto medio tra le 2 camere d'aria, quindi diminuire la massa relativa ad ogni passaggio;

2° Quanto alle pause dello stantuffo nei punti morti, è ben vero ch'esse vengono sensibilmente diminuite; vedremo però come siano sufficienti per le valvole Riedler a chiusura forzata;

3° Quanto al movimento della colonna d'acqua nei tubi, si può sempre aumentarne l'indipendenza da quello dello stantuffo aumentando il volume della camera d'aria.

Volani. — Nelle motrici a vapore ad espansione, le sole termiche convenienti per grandi impianti, il volano deve compensare anche la variazione della potenza. I suoi svantaggi sono noti; nel nostro caso poi la legge fissa che il volano stabilisce per il movimento dello stantuffo è tale che le pause nei punti morti sono troppo piccole per valvole comuni.

Partendo dal principio, non come il Riedler di lasciare brevi quelle pause cangiando le valvole, ma bensì d'aumentare le pause stesse mutando quella legge, si costruiscono le pompe ad azione diretta (1) senza volani il di cui prototipo è la Worthington. Questo per la pompa, ma omissa il volano, bisognava o non espandere o introdurre un organo capace di supplirlo nella sua azione sulla motrice; così fece Worthington col suo compensatore, che vedremo poi.

B. — Pompe Girard e corrispondenti.

Sono caratterizzate:

- 1° da piccole velocità, quindi grandi dimensioni totali;
- 2° da valvole automatiche.

Piccole velocità. — In quanto ad esse fu già detto in proposito.

Valvole automatiche. — Una valvola dovrebbe: a) al principio della corsa aprirsi molto rapidamente ed offrire subito una superficie di passaggio uguale almeno 1 : 1.2 volte la sezione dello stantuffo, ossia essere leggera, con gran corsa; b) in fine della corsa ricadere celeremente sulla sua sede, onde impedire un reflusso dal corpo di pompa, ossia: essere pesante, con piccola corsa.

Il miglior mezzo per soddisfare in parte a queste condizioni è questo: aumentare la base della superficie di passaggio, diminuendo la corsa. D'onde un gran numero di valvole multiple tra le quali danno buoni risultati pratici:

- 1° Complesso di valvole circolari concentriche nello

stesso piano, o meglio, per ottenere sia una diminuzione del diametro totale, sia il passaggio d'acqua più favorevole, secondo un tronco cono (fig. 2 e 3, tav. VIII);

2° Complesso di valvole circolari non concentriche, sullo stesso piano.

I loro sensibili svantaggi possono riassumersi così:

In primo luogo il peso totale delle valvole, il loro diametro massimo, quindi il diametro e lo spessore del materiale nelle camere che le contengono, sono troppo grandi anche in pompe medie (Vedi esempio più innanzi). In secondo luogo: i ricoprimenti, proporzionali alla base totale, formanti la differenza tra le superficie utili superiore ed inferiore sono pure troppo grandi. Nel nostro caso non è raro che la superficie inferiore sia $= \frac{1}{3} : \frac{1}{4}$ della superiore, quindi la pressione al principio della corsa premente deve essere tripla o quadrupla della normale. Infine l'urto delle valvole sulle loro sedi non ostante piccole corse, urto favorito dai due primi inconvenienti.

Aumentando la portata delle pompe, si sentiva la convenienza di grandi velocità e piccole valvole; questo fu fatto dal Riedler.

La costruzione Girard è ancora la più diffusa sul continente per pompe orizzontali d'alimentazione, e da miniere. Vi sono due pompe a semplice effetto, coassiali, con scatole a stoppa interne od esterne, un *plongeur* comune comandato da manovellismo all'estremità dello stelo con testa a croce, o più raramente tra le due pompe quando il *plongeur* stesso serve da guida; è generalmente adottata perchè robusta, facile, comoda ed elegante; le due pompe ne danno una a doppio effetto: due di quest'ultime a 90°, con asse principale e volano comune, formano la disposizione più frequente negli impianti orizzontali.

Negli impianti verticali non v'ha regola; spesso le pompe sono coassiali coi cilindri motori disposte al disotto in ambiente sotterraneo, sia per necessità d'aspirazione, sia perchè l'asse principale ed il volano si trovino ad altezza normale sul suolo della casa; possono essere con o senza bilanciante, più raramente con sistemi articolati (Inghilterra-America).

La costruzione varia dunque in molti modi; ma sono tutte grandi pompe, rotative, lente, a doppio effetto, con valvole automatiche e tra desse predominano i due sistemi accennati.

C. — Pompe Riedler.

Sono Girard con valvole Riedler caratterizzate:

- 1° da valvole a chiusura forzata;
- 2° dal meccanismo per comandarle.

Valvole. — Riedler diminuisce la base totale della superficie di passaggio delle valvole: 1° per il solo fatto del l'aumento di velocità; 2° perchè grazie alla chiusura forzata ottiene delle grandi corse.

Ecco come: al principio della corsa, la valvola piccola e leggera è libera dell'organo x che la comanda e si sposta rapidamente fino all'arresto, rimane così spostata durante quasi tutta la corsa, e solo verso la fine x l'avvicina rapidamente alla sua sede fino a distarvi di un millimetro o poco più; in fine di corsa restandole a percorrere questo breve tratto rimasto, si chiude subito da sè, con tenuta, grazie alla pressione sovrastante. x deve quindi essere collegato alle valvole con catena cinematica chiusa in un sol senso, e questo per assicurare una buona tenuta. Si noti che la forza di chiusura non essendo più la gravità, non solo basta ma è favorevole dare alla valvola, il solo peso relativo alla resistenza; anzi, per favorire la velocità d'apertura, si può, con molle, compensare quel peso; che se, ad assicurare una buona tenuta si assoggetta la valvola allo sforzo di un mol-lone, deve però venirne scaricata da x quando deve aprirsi;

(1) Si dicono ad azione diretta quelle pompe senza organi rotativi, dove la pressione del vapore si trasmette direttamente alla colonna d'acqua. Ma questo è giusto solo quando non si espande; in caso diverso si ha da un lato un vapore elastico nel quale, per ragioni economiche, è utile produrre il maggior scarto possibile, tra le pressioni iniziale e finale, dall'altro un liquido inelastico che richiederebbe una pressione costante. D'onde la necessità del compensatore che rende indiretta l'azione della pompa.

infine è possibile qualsiasi angolo d'inclinazione per l'asse della valvola.

A dare un'idea della leggerezza di queste valvole, d'onde proviene la leggerezza totale della pompa, scelgo i seguenti dati del Riedler.

	Girard	Riedler	
Peso di 1 camera p. valvola	3400 Chg.	170 Chg.	Pompe da miniere
Relativo spessore δ	100 mm.	30 mm.	$Q = 5 \text{ m}^3 \text{ al primo}$
Peso delle valvole	500 Chg.	19 Chg.	$h_1 = 300 \text{ m.}$

Si tratta, è vero, di pompe per miniere, quindi con prevalenza assai rare nel nostro caso; ma scelsi appunto questo esempio perchè mostra quanto vantaggiose possano riescire le valvole Riedler. Una d'esse con $d = 70 : 160$ può rimpiazzare un'automatica multipla con $d \text{ mass.} = 400 : 700$.

I ricoprimenti, cause di inconvenienti suesposti e che rappresentano una superficie da lavorarsi esattamente e da mantenersi in buon ordine, vengono ridotti di $1/8 : 1/10$.

È noto che molte pompe Girard con $Q = 6 : 12 \text{ mila m}^3$ ogni 24 ore, hanno valvole con

$d \text{ massimo} = 500 : 800 (900)$, alzata $e = 5 : 8 : 15 \text{ mm.}$;

in casi corrispondenti con pompa Riedler si ha invece:

$$d = 250 : 500 \quad e = 30 : 50 \text{ mm.}$$

Confrontando, a mo' d'esempio, le Riedler di Lipsia descritte più avanti, colle Girard di Mannheim costruite ultimamente da Sulzer, abbiamo:

O g g e t t o	Pompe Riedler di Lipsia	Pompe Girard di Mannheim
Diametro Plongeur mm.	310	280
Corsa "	1000	900
n (normale)	40	28
Q teorico al 1° litri	100.6	51.5
Diametro massimo valvole . . mm.	550	790
Peso approssimativo valvole Chg.	65	130 (peso complessivo anelli Wabner)
Diametro camera valvole . . mm.	670	830

Se a questo si aggiunge che la maggiore velocità riduce a sua volta le dimensioni principali della pompa (d ed s), possiamo riassumere i vantaggi suesposti come segue:

1° Diminuzione generale di tutte le dimensioni;

2° Grandi velocità molto più economiche per motrici a vapore con accoppiamento diretto.

Meccanismo di comando. — Si tratta di questione puramente costruttiva. L'organo x è sempre a movimento alternato e viene mosso da un altro organo qualunque, ciò ch'è possibile fare in una infinità di modi tra i quali il costruttore sceglie il più adatto in ogni caso speciale. Così: se la motrice è a valvola si può usare per le valvole delle pompe, lo stesso albero che serve per quelle della prima; questo di partire da un albero ausiliare rotante, è il mezzo più semplice ed è possibile in ogni caso perchè si ha sempre un asse principale di rotazione: quello del volano.

Oppure si può con sistemi di leve muovere l'organo x , partendo dalla traslazione di un cassetto, stelo, ecc.

Inutile insistere su questo punto; varrà meglio l'esame di qualche schizzo. Si noti soltanto che l'organo x deve anzitutto appoggiarsi lentamente sulle valvole onde evitare un urto, poi avvicinarle rapidamente alla loro sede per di-

minuire il tratto di corsa relativo alla chiusura libera. Questo è facile tutte le volte che si deriva il movimento per x da un organo speciale (eccentrico a 90° colla manovella della pompa, stelo di una pompa gemella, ecc.); non altrettanto partendo da un organo con velocità che non soddisfa a questa condizione (stelo della medesima pompa). L'innesto delle molle nel comando produce anche qui i noti vantaggi (Vedi fig. 3 a e 3 b, tav. VIII).

Le pompe Riedler possono dunque considerarsi come Girard perfezionate. Il principio di comandare gli organi vitali anzichè lasciarli automatici con movimento incontrollabile è certo razionale tanto in se stesso, quanto per i vantaggi che ne derivano e sui quali fu detto. L'attuazione del principio è favorevole, i vantaggi compensano largamente la maggiore complicazione ed il lavoro necessario al comando delle valvole; distribuzioni simili più esatte e veloci sono in uso da tempo e con successo per le motrici a vapore. Queste pompe escono ora da uno stadio di prova; dai risultati nell'ultimo quinquennio possono dirsi tra le migliori a volano, le migliori per l'utilizzazione del vapore. Si costruiscono in officine tedesche sotto la direzione dello stesso Riedler; servono già in diversi impianti, specie in Germania ed Austria (1) (Budapest-Regensburg-Graz-Rotterdam, ecc.), dove non v'ha dubbio prenderanno sviluppo considerevole. Così Berlino avrà presto un nuovo e grande impianto sulle rive del Müggelsee, diviso in due parti affatto distinte, ognuna delle quali potrà agire da sola — in comune — coi filtri e serbatoi dell'altra; vi saranno sistemi di pompe orizzontali Riedler con $n = 50$, collegate direttamente dietro le Compound; le pompe aspiranti (dal lago ai filtri) saranno invece verticali con *plongeur* a semplice effetto, valvole Riedler $n = 40$; per ora si costruisce soltanto la prima metà capace di 90.000 m^3 in 24 ore.

Non credo però che le pompe Riedler possano vincere all'estero la concorrenza delle Worthington, forte per le qualità che le sono inerenti, e perchè sostenuta da una potente Compagnia.

D. — Pompe Worthington.

Sono caratterizzate:

- 1° da mancanza completa degli organi rotativi;
- 2° da pause degli stantuffi nei punti morti;
- 3° da compensatori di forza.

Sul 1° punto non vi è nulla da osservare.

Sul 2°. — Le pause provengono come segue dalla speciale distribuzione pel vapore. Vi sono due pompe gemelle, parallele, coassiali e con stelo comune per gli stantuffi colle rispettive motrici; ad ognuna è affidato il comando del cassetto distributore del vapore per l'altra; come sia regolata l'espansione vedremo in seguito. Un organo qualunque del sistema a moto alternativo di una pompa o della sua motrice, fa oscillare una leva; questa oscillazione con raggio ridotto è trasformata in traslazione del cassetto distributore della pompa gemella (2). Il movimento degli stantuffi e dei cassettei risulta chiaramente dalle unite figure, dove è rappresentato coll'oscillazione di 180° di una manovella a velocità costante dalla proiezione del bottone sulla direzione di traslazione (Vedi fig. 4 e 5, tav. VIII).

(1) Vedi RIEDLER, *Neuere Wasserwerkmaschinen*.

(2) È noto che in tutte le macchine monocilindriche a distribuzione diretta, dove cioè il moto traslatorio dello stantuffo è trasformato direttamente nell'analogo del cassetto, quest'ultimo deve aprire quando lo stantuffo si trova in fine di corsa, cioè spesso con pressioni, sempre con velocità troppo piccole, per vincere rapidamente la resistenza opposta dal cassetto e dal meccanismo che lo comanda; d'onde apertura lenta e laminazione del vapore. Invece nel nostro caso, ogni gemella apre il cassetto dell'altra a circa metà corsa, quando cioè la velocità è massima, ed il valore della pressione è costante oppure il medio.

- I = Manovella che rappresenta gli stantuffi I
 II = " " " II } α
 1 = Solidale con II. = Manovellino che rap- da 0° a 180°
 presenta il cassetto per I
 2 = Solidale con I. = Manovellino che rap- } α
 presenta il cassetto per II da 180° a 360°

La figura rappresenta la posizione relativa alla fine delle pause degli stantuffi I, nel loro punto morto a sinistra; ϕ è l'angolo corrispondente ai ricoprimenti esterni; si capisce perchè sia necessaria la rotazione di 2 tra 180° e 360°; il periodo è = 180° + 2 ϕ .

Partendo dalla posizione relativa alla figura si avrà successivamente:

- 90° — ϕ : rotazione comune; movim. degli stantuffi nello stesso senso.
 2 ϕ : I 2 ruota solo; II 1 pause nel punto morto; mov. degli stantuffi I soltanto.
 90° — ϕ : rotazione comune; mov. degli stantuffi in senso opposto.
 2 ϕ : II 1 ruota solo; I 2 pause nel punto morto; mov. degli stantuffi II soltanto.

La durata delle pause nei punti morti dipende dunque unicamente da ϕ , cui è direttamente proporzionale.

Perchè gli stantuffi la cui corsa non è più esattamente limitata, non vengano a battere contro il coperchio del cilindro, si ha in fine di corsa una forte compressione, ciò che assicura un cuscinio elastico tra coperchio e stantuffo; questo però non avviene per effetto del cassetto (occorrerebbero ricoprimenti interni troppo grandi), ma perchè lo stantuffo medesimo in fine di corsa si preclude il canale di scarico, che è speciale e disposto internamente all'altro di ammissione.

Compensatori di forza. — O non si lavora ad espansione, ed allora oltre al grave danno economico la pressione costante o è troppo piccola per accelerare lo stantuffo durante il primo periodo, o è troppo grande perchè conservi una velocità costante durante il resto della corsa. O si fa uso dell'espansione, ed allora la pressione è troppo variabile, e pur supponendo che l'eccesso al principio serva al periodo d'accelerazione e che la media corrisponda alla resistenza media, verso la fine della corsa essa pressione è troppo piccola per conservare allo stantuffo la velocità assunta.

D'onde la necessità del compensatore (1). Il suo principio è semplice: si innesta nel meccanismo un corpo elastico così che durante la prima metà della corsa possa immagazzinare un certo lavoro per ridarlo durante la seconda. Il compensatore Worthington per le nostre pompe (V. fig. 6, tav. VIII) consta di due cilindretti oscillanti dove scorre uno stantuffo unito a snodo con una nuova testa-croce anteriore della pompa. I cilindretti, per mezzo dei loro stessi perni d'oscillazione, coi quali sono fusi in un pezzo, comunicano con una speciale camera d'aria C; la pressione in C proviene direttamente o dalle camere d'aria o dalla conduttura permanente, a volte così da essere aumentata nel passaggio. Durante la prima metà delle corse gli stantuffi compensatori, internandosi sempre più nei rispettivi cilindretti, agi-

scono da resistenza dovendo comprimere l'aria in C; durante la seconda metà avviene il contrario. Supposta costante la pressione q nei cilindretti compensatori, supposizione plausibile perchè essi sono assai minori della C, la pressione P data ed assorbita, e relativa ad uno spostamento x dalla sua posizione media, si ricava facilmente (Vedi fig. 6-8, tav. VIII) perchè

$$Q = f q \quad P = 2 Q \sin \alpha = 2 Q \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$

Il diagramma di questo sforzo, costruito nella stessa scala adottata per quello della motrice, e sovrapposto a quest'ultimo, lo trasforma così da rendere sensibilmente costante la pressione risultante sullo stantuffo. La quale si eguaglia alla resistenza media: 1° variando la pressione nel compensatore; 2° variando il grado d'espansione.

L'espansione è comandata dallo stelo della medesima pompa, ed è regolata da un meccanismo eguale o simile a quello schizzato nella figura 9. A A è collegato a cerniera colla testa a croce: attorno ad R oscilla la leva tripla $d d d$, nei cui estremi si ha collegamento a cerniera, in c a cerniera con testa scorrevole nella guida di b ; a è calettato sull'asse della valvola. Il meccanismo è disegnato nella posizione estrema a sinistra, dove le valvole di sinistra sono già aperte (precessione). Le diverse fasi per le stesse valvole, si succedono come segue (V. fig. 9, tav. VIII):

- A-B — Le teste a scorrono nelle guide b , le valvole rimangono aperte.
 B-C — Rapida chiusura delle valvole.
 C-D — b continua a ruotare, però lentamente perchè passa pel punto morto.
 D-E — Ruotazione di b in senso inverso, in E fine dello scorrimento morto della pietra nella guida, principio dell'apertura.
 E-A — L'apertura cresce ed è totale in A.

E così di seguito. Contemporaneamente si hanno le stesse fasi in senso inverso per le valvole di destra; è facile ed utile disegnare il meccanismo nelle posizioni intermedie; l'espansione varia colla lunghezza delle guide; sullo scarico e sulla necessaria compressione fu già detto. Le valvole sono del tipo Corliss a due luci.

Registriamo nella tabella della pagina seguente i:

Risultati delle esperienze di J. G. MAIR a BROOKLYN, Stati Uniti, pubblicati nel Proc. of the Institut. of Civil Eng., 1886.

	Cilindro ad alta pressione	Cilindro a bassa pressione	Pompa
Superficie utili	6535 cm. ²	1619.3 cm. ²	1520.92 cm. ²
Volumi nocivi	2.26 010	5.15 010	—
Corsa comune = 0.660 m., essendo tutti tre gli stantuffi sul medesimo asse.			

(1) L'idea di questo compensatore spetta a Davies (patente inglese J. D. Davies, maggio 1880), che la cedette a Worthington (patente americana, gennaio 1884). Questi ebbe il merito di perfezionarla, applicandola poi nelle sue pompe, che avevano appunto necessità di un tale organo. Contemporaneamente, H. A. Hülsenberg, di Freiberg i S., noto fabbricante tedesco, costruiva per le sue pompe un compensatore affatto simile in principio, scegliendo per corpo elastico una molla, la quale ridava espandendosi durante la seconda metà della corsa, il lavoro assorbito per venire compressa durante la prima. E facile capire per quali motivi il compensatore Hülsenberg non potè dare buoni risultati nelle pompe, di cui ci occupiamo.

Ed ora possiamo fare alcune osservazioni.

Anzitutto, tolto il volano, sparisce una gran massa dove si accumula un gran lavoro, il quale non permette in nessun caso alla macchina di fermarsi se non dopo che reso libero si è consumato in vibrazioni, urti o rotture. Nella Worthington dal fatto che i cilindri compensatori comunicano col condotto premente derivano i seguenti vantaggi:

Corse doppie in 1'		45	39.26	40.10		
Velocità al " degli stantuffi	m.	0.495	0.432	0.441		
Pressione media nelle pompe	atm.	5.52	5.66	6.82		
» » nei cilindri compensatori	»	11.45	13.71	17.61		
» assoluta in caldaia	Chg. per cm ²	5.2	6.69	8.13		
» media nei cilindri ad alta pressione	»	2.404	2.629	2.920		
» » » bassa »	»	0.804	0.804	0.996		
Espansione totale		9.2	13.2	14.1		
Temperature { del vapore	gradi c°	181.7	191.1	198.8		
dell'acqua d'iniezione	»	14	13.9	14.1		
» di scarico dal condensatore	»	29.44	27.26	31.94		
Acqua di iniezione al minuto primo	Chg.	518.94	531.07	464.61		
Acqua di scarico del condensatore al minuto primo.	»	532.51	542.95	478.99		
Calorie	date dalla caldaia {	vapore ai cilindri (vapore secco)	Cal.	8853.3	7791.6	9463.4
		surriscaldamento del vapore	»	215.0	194.5	228.3
		nelle camicie	»	956.1	926.6	1008.8
		totale		10024.4	8912.7	10700.5
	presenti {	presenti nel vapore condensato	Cal.	399.4	323.3	459.2
		cedute all'acqua d'iniezione	»	8005.8	7070.4	8308.9
		trasformate in lavoro	«	1284.3	1164.5	1405.9
		per radiazione e perdita	»	110.9	110.9	110.9
		totale		9800.6	8669.1	10284.9
	errore {	in calorie		223.8	243.6	415.6
		in 0/10		2.2	2.7	3.8
	Impiego in 0/10 {	in lavoro indicato		13.3	13.5	13.7
		nel condensatore		85.5	85.2	85.2
		perdite		1.2	1.3	1.1
Acqua di alimentazione per cav. di lavoro indicato e per ora	Chg.	6.73	6.50	6.52		
» » al minuto primo	»	15.48	13.76	16.45		
Lavoro indicato N _i	»	120.9	109.6	132.3		
» della pompa N _e	»	110.8	99.3	122.1		
Rendimento in 0/10	»	91.7	90.6	92.3		
Lavoro dato da 1 Chg. di vapore in acqua innalzata	Chgm.	32250	32490	33582		

1) Nel caso di rottura in quel condotto la macchina si arresta da sè mentre non solo non si sviluppa alcun lavoro latente, ma invece la pressione utile nei compensatori si annulla o diminuisce così che lo stantuffo non è più in grado di finire la sua corsa; e questo è importante;

2) « può variare entro limiti assai più discosti che in una pompa a volano; infatti l'azione compensatrice del volano variando col quadrato della velocità, ad ogni velocità corrisponde un certo grado d'espansione; invece nella Worthington dove l'azione del compensatore non dipende dalla velocità ma solo dalla pressione nel tubo premente, una variazione nella velocità stessa non ne implica una corrispondente nel grado di espansione, cioè nell'economia dell'andamento. E seppure nel nostro caso non è spesso necessario di variare la velocità di regime, ciò non pertanto il vantaggio sussiste, ed è inerente al sistema.

Inoltre è indiscutibile che la Worthington ha sulla pompa a volano il vantaggio di occupare meno posto, e di richiedere una fondazione più leggera. Questo proviene dalla costruzione e dal fatto che le forze interne si elidono a vicenda coll'incastellatura, senz'essere trasmesse alle fondazioni o al fabbricato, com'è indispensabile coi volani. Infine è affatto propria di questa pompa la regolarità di portata (1);

(1) Si deve principalmente a queste pompe lo sviluppo dell'estrazione del petrolio nelle regioni petrolifere dell'America del Nord (Pennsylvania). All'antico e costoso trasporto ferroviario sono sostituite le attuali condotte forzate; le pompe Worthington sollevano il petrolio e lo spingono a destinazione in tubi di ghisa dalle miniere alle città di scarico attraverso altre stazioni intermedie di pompe, ognuna delle quali lo riceve dalla precedente e lo spinge alla seguente. V'hanno stazioni successive distanti fino 80 miglia inglesi. Mair cita una di queste pompe prementi direttamente in una condotta con $d = 150$ mm., lunga 48.3 chilometri; supposto il peso specifico del petrolio = 0.87, il peso delle colonne contenute nel tubo è di 762500 Chg., la sua massa

a parità di condizione sono necessarie camere d'aria assai minori, anzi Mair assicura che le pompe da lui sperimentate lavoravano egualmente colle camere d'aria piene d'acqua.

D'altra parte però, e non ostante il compensatore, non possono raggiungersi i piccoli gradi d'ammissione propri delle pompe a volani, l'espansione totale possibile (10-14) è minore che in quest'ultime (15-17); il vapore è meno utilizzato e se ne consuma 1/6-1/4 di più nel primo caso che nel secondo. Quello che si guadagna negli attriti colla soppressione del volano si perde poi col compensatore dove ogni cilindretto ha i perni di oscillazione (di cui almeno uno a canale di gran diametro), un paio di cilindri, un perno nelle teste a croce, per i quali perni passano gli sforzi considerevoli che risultano dai diagrammi. Non è vero che queste pompe sieno le più economiche come da molti è voluto, i quali assegnano loro tra le pompe il posto delle « Sulzer » tra le motrici del continente; basta confrontare i risultati delle tabelle per convincersi invece che sotto tal riguardo una buona pompa a volano è superiore ad una Worthington.

Esse sono usate quasi generalmente in America, dove però presero l'attuale sviluppo soltanto nell'ultimo decennio dopo l'applicazione del compensatore.

= 77726, lo sforzo necessario per imprimerle un'accelerazione = 1 è di 77726 Chg.

Tra le più grandi pompe Worthington orizzontali v'hanno quelle per la « United Pipe Lines Co » a Osborne Hollow; ve ne sono due, per ognuna delle quali $Q = 25000$ barili in 24 ore contro una pressione di 100 Chg. per cm², capaci di sviluppare sino a 750 N. — Se d'altra parte si considera che per il petrolio è tanto più necessaria una grande regolarità inquantochè un distacco della colonna nel tubo prement avrebbe per conseguenza l'evaporazione di una massa proporzionale alla depressione, si può concludere che, come l'esperienza ha dimostrato, la regolarità di portata nelle pompe Worthington è sufficiente per lavorare senza camera d'aria nel caso di sollevamento d'acqua.

Nel 1890 furono costruite dalla casa H. R. Worthington di New-York tra grandi e piccole circa 10.000 pompe; in media circa 28 al giorno.

In Inghilterra, grazie alla nota casa « Simpson » di Londra, sono pure usate però in minore scala; anche nel continente vanno guadagnando terreno, specie in Francia, Olanda e Russia. Chi ha visitato l'esposizione di Parigi nell'89, ha certo osservato l'impianto Worthington sulle rive della Senna, sollevante 24000 m³ d'acqua giornalieri, necessari al servizio dell'esposizione. Invece il tipo Worthington minore, a piccolo rendimento è noto ed applicato da diversi anni sul continente, e se ne vedono molti esemplari anche in Italia, per merito della casa « Bale Edwards » di Milano, la quale ha introdotto la Worthington nei principali cantieri di Napoli e Spezia, nella nave « Sardegna » ecc.; le stesse pompe agiranno per la fontana luminosa della prossima Esposizione di Palermo. In seguito verranno impiegate anche da noi per l'alimentazione delle città.

Forse una medesima o simile attuazione del principio compensatore è destinata a sostituire i grandi volani delle motrici a vapore, a piccola velocità, con quale enorme vantaggio è inutile dire.

E. — Impianti diversi.

Impianto di Chaux-de-Fonds (fig. 1, tav. IX). — Un impianto moderno, interessante per le condizioni naturali del paese è quello di Chaux-de-Fonds in Svizzera; eccone alcune notizie generali prese sul luogo dallo scrivente.

Le pompe elevatorie e le turbine disposte sulle rive della Reuse, forniscono alla città distante circa 20 chilometri, e ad una maggior altezza di circa 360 metri, l'acqua raccolta da sorgenti naturali del Jura. — L'acqua della Reuse, utilizzata come forza motrice, è presa da apposito bacino sulle sponde del fiume a circa un chilometro dall'edifizio delle macchine; un acquedotto in cemento e calcestruzzo la conduce ad un serbatoio d'arrivo, d'onde parte per un solo tubo in ferro con diametro di cm. 120, spessore variabile di 5 a 10 mm., lunghezza di 110 m., caduta totale di 52 m.

La Reuse, potendo dare 3500 litri", si può con altri tubi disporre di circa 2400 cavalli, dei quali soltanto 600 vengono ora utilizzati.

Il macchinario esce dalle ben note officine Escher-Wyss di Zurigo. Le turbine sono ad asse orizzontale; abbiamo per ogni turbina Girard:

$H = 52 \text{ m.}$ $Q = 280 \text{ litri"}$ $D = 4,8 \text{ m.}$ $N_e = 140 \text{ cavalli}$
 $n = 56$ $\eta = 72 \text{ 0/0}$

All'estremità dell'asse orizzontale di ogni turbina sono calettate a 90° le manovelle conducenti le due pompe Girard gemelle; per ora sono disposte soltanto tre turbine con sei pompe ed un lavoro complessivo di 600 cavalli.

La testa a croce muove direttamente un telaio esterno e racchiudente i corpi di pompa, guidato da collari nel mezzo, da teste a croce all'estremità, cui sono fissati gli stantuffi; questo per non avere troppa differenza tra le superficie utili del pistone, da una parte e dall'altra, differenza che sarebbe derivata dalla disposizione comune, e dal fatto che grandi pressioni e grandi velocità, richiedono un piccolo diametro per i *plongeurs*; le due stanghe del telaio sono naturalmente soggette a trazione durante la corsa premente della pompa posteriore. Ecco le dimensioni principali delle pompe:

$d = 113$ $s = 500$ $n = 56$ $v_m = 0,93 \text{ m}$ $\eta = 79 \text{ 0/0}$
 $H = 480 \text{ m.}$ Q (al giorno per 1 gruppo) $= 1610 \text{ m}^3$.

Le sei pompe attuali danno in complesso 3350 litri al

primo, corrispondenti a circa 200 litri per giorno ed abitante.

Il rendimento totale è 57 0/0.

Ogni gruppo preme l'acqua in una grande camera d'aria premente cilindrica ($d = 350$, $l = 3500$), dove compresa la resistenza si ha una pressione media di 50 atmosfere; ne parte la tubatura in ferro che si innalza dapprima a 480 m. con pendenza del 45 0/0.

$$d = 270, \quad \delta = 11,5 : 8, \quad p = 50 : 20 \text{ atm.};$$

si sono innestate giunture a premi-stoppa onde permettere piccoli scorrimenti dovuti a variazioni di temperatura, e valvole a cerniera di ritorno, isolanti i diversi tratti in caso di rottura; dal tubo l'acqua sgorga nel canale principale in calcestruzzo e cemento, trasformantesi in acquedotto attraverso la montagna, sinchè dopo aver circa 14 chil. l'acqua stessa entra in un tubo di ghisa che la conduce al serbatoio alimentatore in muratura capace di 4650 m³.

Si può introdurre dell'aria nella camera di pressione per sostituire quella che sorte disciolta nell'acqua, facendola comunicare con un serbatoio d'aria ausiliario, innestato nel tubo premente, e posto qualche metro al disotto di quella camera stessa, così da ottenerci una maggior pressione.

Il macchinario, completo, solido, elegante, rivela opera di primaria officina.

Pompe di Essen a. d. Ruhr (fig. 10-13, tav. VIII). — Nel 1885 si introduceva nell'impianto di questa città una nuova pompa a vapore Corliss, cui accenno sia perchè mostra una disposizione speciale, sia perchè raggiunge grandi velocità ($v_m = 1,27$) con valvole automatiche, ed un gran rendimento totale.

Dallo schizzo si rilevano la disposizione e le misure principali.

Nel cilindro, dove scorre il *plongeur*, sono disposte rispettivamente sulla metà inferiore e superiore 90 valvole aspiranti e 90 prementi; sono piccole valvole in bronzo fosforoso, patente Corliss. La costruzione sembra informata al principio di risparmiare spazio: infatti il volano è disposto indietro tra le due pompe, e viene mosso da un bilanciere elastico che oscilla perchè collegato colla testa anteriore della biella, ed agisce con braccio di leva doppio di quello relativo agli stantuffi; questo riduce il peso del volano stesso, a metà del peso corrispondente con disposizione comune. Le camere d'aria rettangolari su cui poggiano i supporti per l'asse principale, sono poste direttamente sui cilindri e comunicano tra loro.

Ecco lo splendido risultato medio ottenuto nelle prove di consegna:

Q al primo . . . m ³	5.71	Portata teor. p. 1 giro litri	113.41
Q al giorno . . . »	8200	Vera portata . . . »	108.33
H m.	88.47	Rendimento volumetrico »	95.5 0/0
n normale	52.7	Consumo orario di vapore	
N _i	129.72	per 1 N _i Chg.	7.434
D delle pompe . .	112.29	Lavoro dato da 1 Chg. di	
η	86.6 0/0	vap. in acqua innalz. Chgm.	31441

Questi risultati provengono sia dall'eccellenza delle motrici Corliss, sia dalle valvole speciali, sia infine dall'azione favorevole della massa del volano.

Pompe di Hartlepool (fig. 2 e 3, tav. IX). — Mentre sul continente ha sempre prevalso la disposizione orizzontale, in Inghilterra invece predomina tuttora la verticale con o senza bilanciere; non parlo dei primi impianti con bilanciere sul tipo di quello di Berlino, già accennato, scelgo uno degli ultimi della Hartlepool Gas a Water C°.

Le due pompe principali a doppio effetto, verticali, sono mosse direttamente dalle teste a croce di due Woolf sovrastanti e coassiali, mediate telaio in ferro.

Le motrici s'ergono sopra un telaio di ghisa, all'altezza del pavimento dell'edificio delle macchine, con quattro robuste colonne pure in ghisa; le pompe sono in ambiente inferiore, la costruzione ha tipo prettamente inglese.

Ogni camera per le valvole contiene nove aspiranti e nove prementi, ognuna con $d = 150$, $e = 15$ mm.; vi sono due camere d'aria aspiranti, cinque prementi (sei piccole, una grande).

L'acqua è utilizzata anzitutto per il condensatore a superficie che attraversa entrando nei tubi I e II, uscendo per III, e dirigendosi poi alla camera premente principale; l'estremità destra del bilanciario secondario, oltre le pompe di servizio, ne muove altre due piccole, ad alta pressione.

Ecco le dimensioni principali non indicate nello schizzo:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cilindro ad alta pressione } d = 508 \\ \text{Cilindro a bassa pressione } d = 915 \\ \text{Pompe principali } d = 470 \end{array} \right\} s = 915.$$

Pompe principali $Q = 150.000$ galloni per ora, a 119 piedi inglesi (con resistenza).

Pompe ad alta pressione $Q = 7500$ galloni per ora, a 400 piedi inglesi ed a tre miglia inglesi (con resistenza).

Ecco i risultati di una esperienza di 12 ore consecutive:

Numero di giri al primo	$n = 21.04$	
Portata teorica delle pompe principali per 1 giro	593,6	litri
Vera portata delle pompe principali per 1 giro	567,6	»
Rendimento volumetrico	95.6	0/10
Q in 1 giorno di 24 ore	20517	m ³
Volume d'acqua sollevato a 119 piedi inglesi in 12 ore dalle pompe principali	1893750	galloni
Volume d'acqua sollevato a 119 piedi corrispondente al volume innalzato nello stesso tempo a 400 piedi dalle piccole pompe ad alta pressione	365870	»
Totale a 119 piedi in 12 ore	2259620	»
Totale a 36.29 m. in 12 ore	10258674.80	litri
N in acqua innalzata	115.37	
N ₁ »	138.27	
Rendimento totale	83.4	0/10

Carbone per innalzare 1 milione di galloni ad 1 piede.

13 lib. ingl.

Carbone per innalzare 4541000 Chg. a 0.305 m.

5.897 Chg.

Supponendo che 1 Chg. di carbone ne dia 9 di vapore si avrà:

Lavoro dato da 1 Chg. di vapore

26153 Chgm.

Supponendo che 1 Chg. di carbone ne dia 8 1/2 di vapore si avrà:

Lavoro dato da 1 Chg. di vapore

27645 »

Ecco dunque un macchinario certo ben costruito, che lavora economicamente, nel quale però la piccola velocità necessaria si esplica con dimensioni totali troppo grandi. Lo si confronti a mo' d'esempio colle pompe di Lipsia, le quali, si noti, sono pure verticali, ma con bilanciario principale, ossia con disposizione che a parità di condizioni occupa maggior posto di quello di Hartlepool.

		Pompe Riedler di Lipsia	Pompe di Hartlepool
Q al giorno di 24 ore	m ³	22125.3	20517.0
H	m.	31.45	36.29
n	»	52.44	21.04
Larghezza totale massima normale al piano del volano	»	7	7.50
Detta parallela allo stesso piano	»	5.5	6
Area occupata	m ²	38.5	45
Altezza totale massima	m.	8.3	9.50
Volume occupato approssimativo	m ³	170	430

L'esame dei due schizzi renderà più chiaro questo con fronto favorevole alle pompe Riedler, e sul quale non è il caso d'insistere maggiormente.

Impianto di Ginevra (V. fig. 4-6, tav. IX). — Nel mezzo della città, sul Rodano, v'ha un grandioso impianto di sollevamento, che funziona da qualche anno, benchè non ancora ultimato. Solleva l'acqua del fiume:

1° A bassa pressione. per l'alimentazione della città e dei comuni vicini;

2° Ad alta pressione per scopi industriali.

Vi sono sistemi di *Girard* a 90°, disposti a 90°, evidentemente per guadagnar posto; ognuno è mosso da turbina (sul Rodano) verticale Jonval con 300 cavalli; ad impianto finito saranno 20 sistemi con 40 pompe Girard e circa 6000 cavalli; a tutt'oggi funzionano soltanto 12 turbine.

La disposizione del macchinario risulta dalle figure; ecco le principali dimensioni per le pompe:

Numero	Q u a l i t à	n	d	s	Q	Q	Casse d'aria prementi				Osservazioni
			mm.	mm.	litri per giro	litri per minuto	dia- metro	altezza	materiale	spessore lamiere	
N. 1	bassa pressione . . .	26	430	1100	600	15600	m. 1.20	m. 6.5	ferro	10 mm.	—
N. 2	alta pressione . . .	26	260	1100	200	5335	m. 1.00	m. 5.00	acciaio	14 mm.	—
N. 3	alta e bassa pressione .	18	330	1100	350	6300	m. 1.12	m. 5.00	acciaio	16 mm.	alta pressione
		35	330	1100	350	12250	m. 1.12	m. 5.00	acciaio	16 mm.	bassa pressione

Il serbatoio per l'acqua a bassa pressione dista circa 1500 m. dalle pompe, contiene 4800 m³, ed è situato a circa 46 m. sulle pompe stesse; i valori corrispondenti per l'alta pressione sono: 5270 m., 12,500 m³, 140 m.

I tubi sono tutti in ghisa, con giunti a piombo, provati 3 volte a 30 atmosfere prima di porli in opera.

Le turbine (V. fig. 7, tav. IX) offrono una costruzione affatto speciale per il piccolo n, e la variabilità del Q, come risulta dalle seguenti condizioni idrauliche:

	Acqua disponibile m ³ al secondo		Altezza o prevalenza H	N (brutto)	
	per ogni turbina	in complesso		per ogni turbina	in complesso
Magra	6	120	3.70	296	5920
Piena	13.3	267	1.68	298	5960

Era naturale l'adozione del tipo Jouval. Lo schizzo speciale chiarisce l'apparecchio distributore e le ruote. Vi sono tre corone fuse in due pezzi per comodità di trasporto; l'esterna rimane sempre aperta, ed è calcolata per

$$Q = 6 \quad H = 3.70 \quad n = 27;$$

le due interne si ricoprono con paratoie a farfalla, ruotanti in senso inverso, e vi sono rocchetti verticali dipendenti dallo stesso comando nella casa delle macchine, i quali aprono o chiudono porzioni diametralmente opposte del distributore; le tre corone aperte corrispondono al caso di

$$Q = 13.3 \quad H = 1.68 \quad n = 24.$$

Il volantino A comanda l'apparato; dal piano B si serve il perno di sostegno ed i ruotismi per le paratoie; distributore e ruote hanno lo stesso numero di palette; palette di ghisa fuse colle corone.

Il macchinario è disposto in speciale ed elegante fabbricato attraverso il Rodano.

Onde fornire agli industriali una pressione costante, s'innestò nelle tubature di ritorno del serbatoio ad alta pressione un'officina di compensazione. La quale è posta 125 m. sotto quel serbatoio, con una turbina centripeta orizzontale di 120 cavalli, solidale con una pompa centrifuga Dumont.

L'acqua vi arriva con

$$\begin{array}{ll} Q = 23450 \text{ litri per primo} & p = 11.8 \text{ Kg. p. cm}^2 \\ \text{ne esce con } Q = 18000 \text{ " " " } & p = 12.8 \text{ " " "} \end{array}$$

Residuo $Q = 5450$ per muovere la turbina.

La perdita di lavoro è dunque minore del 17 0/10 del lavoro totale contenuto nell'acqua che arriva. Un regolatore di pressione apre o chiude, per mezzo di un servo-motore idraulico, la paratoia delle turbine, così che la velocità di quest'ultima è inversamente proporzionale alla pressione nel tubo premente della centrifuga.

Il macchinario fu costruito da Escher-Wyss a Zurigo; soltanto quello per l'officina compensatrice è di Weibel-Briquet e C^o di Ginevra.

Pompe di Lipsia (V. fig. 1-3, tav. X). — Nel 1888 s'inaugurava in questa città un nuovo sollevamento d'acqua per alimentazione, quello esistente dapprima non potendo più coprire il consumo. L'impianto è interessante; fu il primo con pompe Riedler verticali, e diede ottimi risultati; eccone alcune notizie.

La presa d'acqua si effettua a Nauhof, a circa 17 chilometri da Lipsia, dalla vena acquosa sottostante ad una striscia di terreno lunga circa 18 chilometri; 140 tubi artesiani in ferro conducono l'acqua di filtrazione al collettore orizzontale superiore in ghisa con $d = 550 : 800$, per il quale circa 400 litri al 1" con $v_m = 0.8$ si scaricano nel pozzo di arrivo, in muratura, annesso alla casa delle pompe.

Tenuto conto della pendenza in discesa necessaria al condotto sino in città, delle perdite per attrito, ecc., bisogna sollevare questa massa d'acqua a 32 metri sul luogo, per cui si richiede un lavoro di circa 150 cavalli.

Questo lavoro è dato da due Compound a doppio bilanciare, per ognuna delle quali:

$$\begin{array}{llll} N_e = 75 & d = \begin{cases} 430 \\ 660 \end{cases} & s = 1000 & n = 40 \text{ (50)} \\ & p_a = 7 & \text{Esp. totale} = 13.9. \end{array}$$

In ogni sistema gli steli dei due stantuffi muovono direttamente al disotto: due pompe Riedler, coassiali, a doppio effetto; al disopra: l'estremità di un bilanciare collegato dalla parte opposta coll'asse del volano; le manovelle sono a 90°.

Sia per il gran dislivello tra il suolo del fabbricato e l'altezza minima del pelo d'acqua nel serbatoio d'arrivo, sia per la poca area disponibile, si richiese la costruzione di pompe verticali situate in grandi fosse e sottostanti alle motrici, colle quali, è chiaro, sono collegate con robusti telai metallici verticali (V. figure).

Le pompe Riedler, per le quali:

$$d = 310 \quad s = 1000 \quad n = 40 \text{ (50)} \quad H = 32 \quad v_m = 1.33 \text{ m},$$

danno 585 litri per giro, con un rendim. volum. = 97 0/10.

La disposizione generale delle pompe risulta dagli schizzi. Il meccanismo per le valvole è questo: l'estremità anteriore dell'albero che comanda le valvole della motrice, muove con eccentrico bocciuolo un tirante verticale che scende per far oscillare un disco situato a metà pompa, che a sua volta comunica il movimento di chiusura alle appendici x nelle camere delle valvole; meccanismo che ricorda uno degli originali Corliss per motrici a vapore.

I due sistemi di pompe hanno ognuno una piccola camera d'aria aspirante ed una grande comune premente. Da quest'ultima parte un solo tubo che si innalza a 32 metri, dirigendosi poi verso la città; è lungo 16 chilometri, con caduta di 10 m.; attraversa valle e montagna, nel primo caso, essendo sospeso in ghisa con $d = 800$; nel secondo, trasformandosi in acquedotto in cemento, fa capo al serbatoio alimentatore capace di 8000 m³.

Ecco i risultati medii delle prove per una delle pompe gemelle:

Durata della prova	ore	207.85
"		52.44
Q al secondo	litri	256.082
Q al giorno	m ³	22.125.3
H	m.	31.451
Lavoro della pompa	N	107.38
Portata teorica in 1 giro	litri	301.908
" vera " "	"	293.0
Grado di portata		97 0/10
Consumo di vapore per 207.85 ore	Chg.	211.366
Consumo orario di vapore per cavallo in acqua innalzata	Chg.	9.45
Lavoro dato da 1 Chg. di vapore in acqua innalzata	Chg.m.	28505

In queste condizioni le pompe innalzano complessivamente in un giorno di 24 ore 44,250.6 m³ d'acqua, cioè una quantità ben maggiore della prescritta; n è maggiore e risulta più favorevole dell' n normale.

Dalla tabella precedente risulta l'eccellenza delle pompe sia per il rendimento volumetrico, sia per l'utilizzazione del vapore; si tratta di prove lunghe ed in condizioni affatto normali.

F. — Osservazioni per un nuovo impianto.

Il consumo d'acqua d'una città può ritenersi dipendente:

1° Dal numero degli abitanti, dalle abitudini della classe sociale prevalente, dalle industrie del paese;

2° Dal modo con cui è fatta la distribuzione;

2° Dal modo con cui è fatta la distribuzione;

3° Dalle spese d'impianto e conduzione, perchè tanto minore è il prezzo dell'acqua stessa, e tanto meno l'utente ha bisogno di farne economia.

Il consumo individuale giornaliero varia dunque entro limiti assai discosti; si hanno impianti calcolati con 50, altri con 350 : 400 litri per abitante e per giorno. Si prendano 25 litri per bere, ed 80 : 300 per consumo, secondo la possibilità materiale ed economica.

Nel caso di probabile aumento della popolazione, si progetti l'impianto per il numero totale x di abitanti dopo

n anni, dove $x = \left(1 + \frac{d}{100}\right)^n A$; A è il numero degli abitanti all'epoca dell'impianto, d l'aumento percentuale annuo. Lo si costruisce in parte, ampliandolo poi gradatamente a norma del bisogno.

Come l'acqua debba venire raccolta, e filtrata se sarà necessario, questo dipende da condizioni speciali, e qui non è il caso d'insistere.

In mancanza di forza idraulica, si usano motrici termiche; nei grandi impianti sono sempre a vapore ad espansione e condensazione, nei minori talvolta anche a gas con trasmissione in lento. Nei primi si divide il lavoro totale tra diversi sistemi di pompe, onde ovviare all'inconveniente di macchine troppo grandi, perchè tutto l'andamento non dipenda da un sol gruppo, ed infine per poter variare la portata.

In condizioni normali il numero dei sistemi di pompe può determinarsi assegnando ad ogni gruppo di gemelle a doppio effetto:

per H sino a 50 m. $Q = 25 : 20.000$ m³ in 1 giorno di 24 ore;

» $H = 50 : 200$ m. $Q = 20.000 : 6.000$ » id.

» $H = 200$ e più m. $Q = 6.000 : 1500$ » id.

Determinato Q e scelto il sistema, si passa al calcolo delle pompe e degli organi principali colle formule della teoria generale.

La disposizione del macchinario dipende spesso dalla maggiore o minore superficie orizzontale disponibile: se questa superficie è limitata, conviene adottare la disposizione verticale con o senza bilanciere.

E questo può anch'essere necessario, dovendo diminuire il dislivello massimo tra pompe e serbatoio d'arrivo, per rimanere nel limite d'aspirazione, che non dovrebbe mai superare i 7 metri. Dalla diminuzione dell'area occupata deriva spesso una sensibile economia nelle spese per terreno e costruzioni in muratura, e quest'economia è reale, benchè tolta in parte dal maggior prezzo delle macchine verticali, e del tutto razionale quando permette l'acquisto di un macchinario migliore; bisogna risparmiare negli accessori, nei fabbricati, ecc., non già nel macchinario, che forma la parte vitale dell'impianto, come talvolta fu fatto da noi!!

Per pompe orizzontali a piccola velocità con trasmissione in lento, si dispone di fronte alle diverse pompe parallele un albero collegato ai motori negli estremi o in punti intermedi, con ingranaggio pel volano di ogni sistema (Milano, Verona, ecc.).

Oggi la disposizione più conveniente per pompe orizzontali a vapore è questa: sistemi di due gemelle Girard parallele, a 90°, direttamente dietro i due cilindri di una Compound o di due gemelle; tra esse il volano e la camera premente (Berlino, Tegel, Mannheim, ecc.).

Con turbina ad asse orizzontale la ruota della turbina rimpiazza il volano, qualora non sia necessaria una trasmissione in lento (Chaux de-Fonds, ecc.).

Con turbine verticali l'estremità superiore dell'asse della turbina sbocca nell'ambiente delle pompe radiali per comandarle con manovella o disco; si dispongono 2 pompe a 90° risp. 270° (Ginevra). 3 pompe a 120°, ecc.: non è utile disporre più di 4, per non rendere troppo difficile il servizio delle parti centrali; ciò non pertanto il recente impianto di Bukarest mostra 7 orizzontali radiali, mosse da manovella-disco sull'estremità dell'albero della turbina; sono pompe a semplice effetto con valvole e 7 camere d'aria comunicanti, ricacciate al periferia per aver posto nel mezzo.

Per trasmettere in lento riesce più utile la disposizione parallela delle pompe, ed allora l'asse delle turbine sbocca con ruotismo nel mezzo tra esse, sotto l'albero comune (Regensburg, Oporto).

Per le disposizioni verticali si è già detto prima.

Non entro in dettagli costruttivi, perchè la vera costruzione di queste e delle macchine in generale non può impararsi che nelle officine; invece credo utile dare uno schema della disposizione relativa dei diversi organi di un impianto e del loro collegamento, disposizione e collegamento affatto indipendenti dal sistema e dalla costruzione. La fig. 5, tav. III, non ha bisogno di spiegazione; le tubature sono indicate con linee uguali per tutti i diametri. Ancora richiamo l'attenzione dei costruttori sulle camere d'aria prementi, che non dovrebbero più essere troppo piccole o lontane dai corpi di pompe; dev'essere possibile iniettarvi dell'aria per sostituire quella che esce disciolta nell'acqua, e per questo sonvi apparecchi che agiscono sempre quando la pompa lavori, altri solo quando il livello d'acqua supera un limite fisso (vedi D. R. P., Meinicke e Wollf di Görlitz, Klein e C^o di Frankenthal, Hoppe di Berlino).

Tutti gli elementi fissi delle molte coppie cinematiche abbiano unione metallica (non in muro o legno), così da assicurare un complesso elastico compatto, una montatura precisa. Le prove di consegna sieno fatte in lungo tempo e colla massima precauzione (vedi prima), tanto più se si tratta di motrici a vapore. In ogni modo è necessario d'indicare le pompe, anche nel caso di valvole comandate.

Infine, un buon impianto di sollevamento a vapore non deve richiedere più di 8-10 Chg. di vapore per cavallo-ora in acqua innalzata; in altri termini, ogni Chg. di vapore deve dare da 33750 a 27000 Chgm. in acqua innalzata; il rendimento totale dovrebbe essere tra 85-93 0/0.

Quanto ai serbatoi alimentatori, il lettore troverà molti articoli del prof. S. INTZE di Aachen negli ultimi volumi delle *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*.

PRIMA ESPOSIZIONE ITALIANA D'ARCHITETTURA IN TORINO.

Le mie impressioni scritte sul posto.

GIORNATA TERZA.

Arte moderna (Continuazione).

La Lombardia. — Milano, centro di vita e di attività nel lavoro, è pure tra le città che diedero maggior contingente all'Esposizione, sia colla mostra del Municipio, sia con quella dei privati.

Una medaglia d'oro è stata accordata dalla Giuria al Municipio e non poteva essere meglio assegnata.

Sono quindici gruppi di opere tutte imponenti, nè sapremmo da quale meglio cominciare. Ammiriamo il Museo di Storia naturale del Ceruti e le scuole di via Galvani del Boito, così favorite sul disegno dal magistero dei colori,

e giustamente salite in grande rinomanza; esse hanno il vantaggio di possedere un locale contiguo ad ogni classe per uso di spogliatoio e di attaccapanni, come ci fa vedere in *s* la fig. 108 che dà la pianta di una classe. Ricordiamo di avere raccomandata quest'ottima disposizione fin dal 1878 nella nostra *Rivista dell'Esposizione di Parigi* portando l'esempio delle scuole del Belgio.

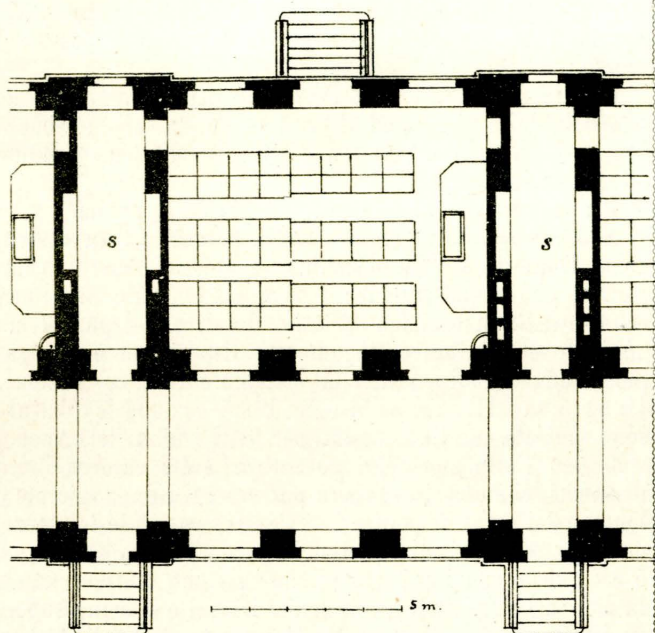


Fig. 108.

Tralasciamo di parlare del noto macello pubblico, del carcere cellulare, dell'ospedale per le malattie contagiose, dei diversi mercati e delle barriere; ma vogliamo particolarmente encomiare quell'amplissimo cavalcavia che è il *tunnel* Principe Umberto, opera in ferro semplicissima con voltine in cotto, il quale ha fatto buonissima prova, e di cui ci è dato esaminare la struttura.

Nè ci pare privo di merito anche dal punto di vista architettonico il nuovo cimitero a Musocco degli ingegneri Brotti e Mazzocchi, il cui ingresso è grazioso ed imponente. La fig. 109 che accenna alla parte centrale non ne può dare che una lontanissima idea.

Passando dal Municipio alle esposizioni dei *privati* ci troviamo dinanzi ad una eletta schiera di architetti, decoro

e vanto della loro città: Moretti, Tagliaferri, Broggi, Sommaruga, Locati, Bottelli, Maciachini, e via dicendo; ma non è possibile non lamentare l'assenza di Luca Beltrami, del Ceruti e di alcuni altri egualmente valorosi, come non è possibile non rimpiangere la perdita del giovanissimo e valoroso vincitore del grande Concorso mondiale per la facciata del Duomo di Milano, *Giuseppe Brentano*.

Di lui si è già parlato nella Sezione dell'arte antica. Qui aggiungiamo solo uno schizzo del progetto della facciata del Duomo (fig. 110) che il Brentano presentava al Concorso definitivo, e che la Giuria giudicava meritevole d'essere prescelto per la esecuzione.

Il *Moretti*, del quale abbiamo già parlato a proposito del suo progetto di palazzo per il Parlamento, ha presentato inoltre un suo progetto di Concorso per la facciata del Duomo di Milano, che fu tra i premiati, e una quantità di disegni, di schizzi e di fotografie, tale da convincere subito della conoscenza perfetta di tutti gli stili e della versatilità del suo ingegno che va dalle minutissime particolarità dell'altare alle più grandiose e monumentali concezioni. Troppo ci vorrebbe a citare tutte le opere esposte ed i concorsi a cui ha preso parte.

Nelle opere di *Tagliaferri* spira un'aura di schietta modernità; la impressione che se ne ritrae è profonda e duratura; è una mostra che arresta e colpisce pure i profani. I progetti presentati sono veri lavori d'arte anche come disegno e colore. Vorremmo dare un'idea di tutte le opere esposte da questo egregio architetto, se tempo e spazio lo consentissero.

Nella fig. 111 è rappresentato un progetto di testata per un edificio tra il corso di Porta Ticinese e la via Correnti, testata abbastanza originale e grandiosa, forse anche troppo, se si ha riguardo all'utile che vuolsi insieme al bello ritrarre dalle nuove costruzioni. Nondimeno la parte inferiore mira alle esigenze dei magazzini con un buon motivo della architettura del ferro.

Il Tagliaferri s'è pure ultimamente distinto col richiamare in onore l'affresco a colori vivaci nella decorazione esterna delle case. L'architettura diviene la prima delle arti belle se della pittura e della scultura riesce a servirsi come di ausiliarie in suo favore. Niun dubbio che le facciate ben dipinte, con ornati e motivi, siano dessi pompeiani, o meglio ancora raffaelleschi, acquistano vivacità e vaghezza; e nelle vie è tolta quella uniformità che genera monotonia ed anche pesantezza.

Nella fig. 112 si vede rappresentato un tratto di casa recentemente costrutta nella nuova via Dante. Il Tagliaferri

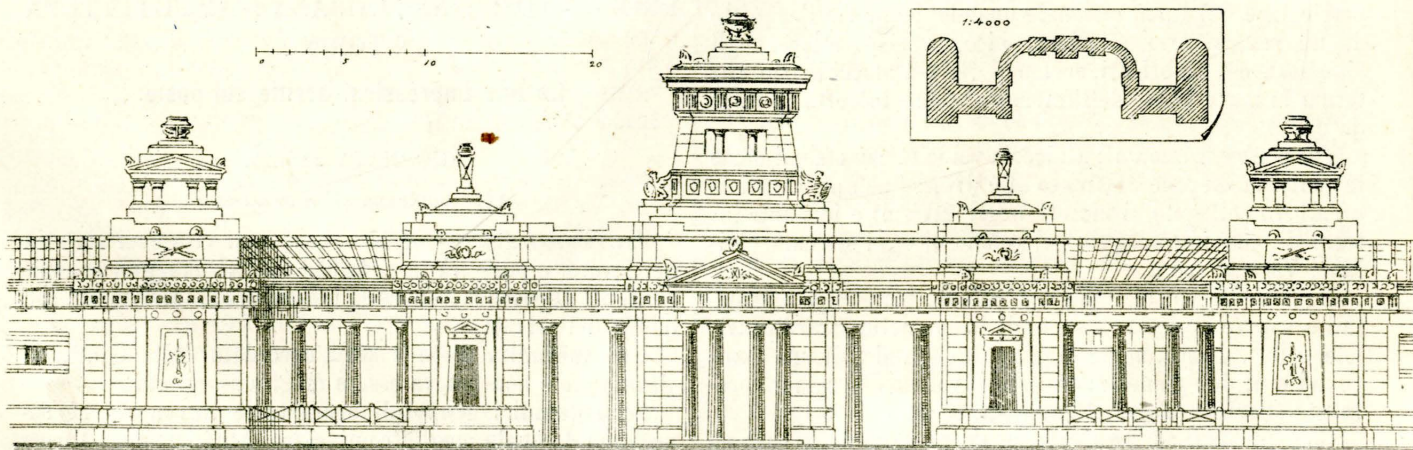


Fig. 109.

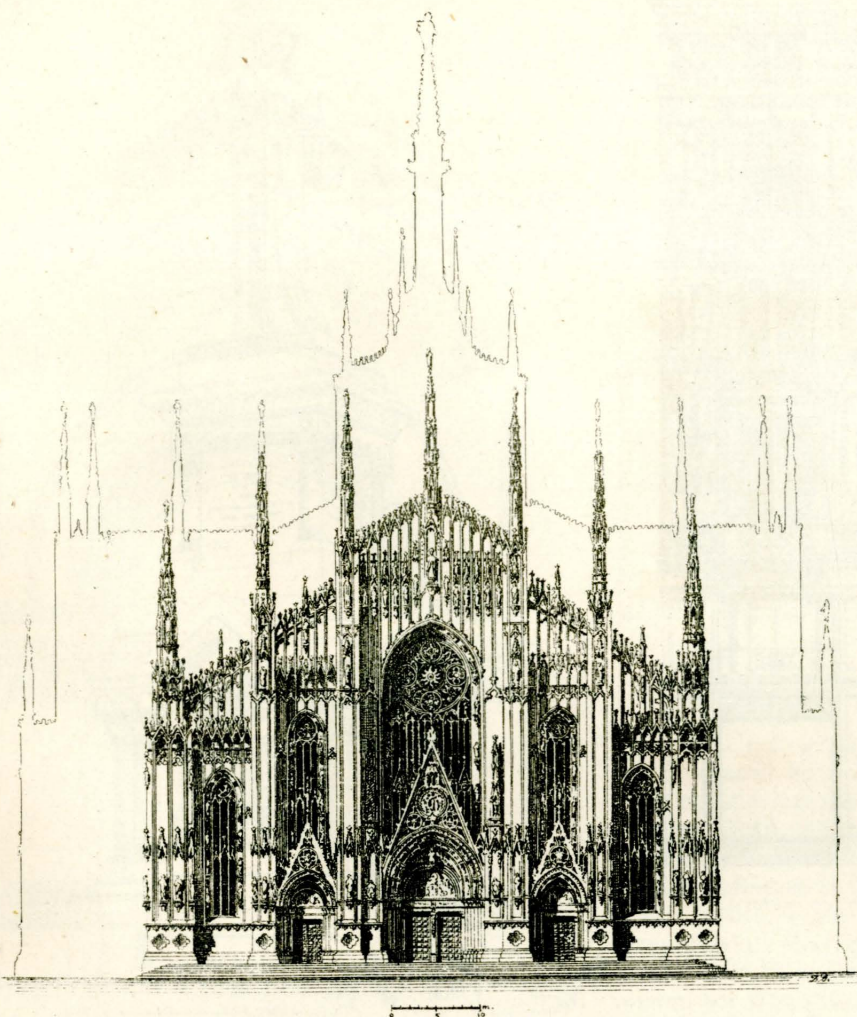


Fig. 110.



Fig. 111.

si è ivi attenuto al più moderno tipo di casa da pigione che vuole i cinque piani oltre il terreno, con botteghe ed ammezzati per grandi magazzini. L'altezza da terra alla gronda è di m. 23 conformemente ai regolamenti locali.

Altro motivo di decorazione a colori ci dà il Tagliaferri nella casa Bellini a Salò (fig. 113).

Perfino ne' suoi progetti di monumenti (quello a Vittorio Emanuele e quello delle Cinque giornate) appare il Tagliaferri un bell'ingegno non scevro di qualche originalità, e basterebbe d'altronde a provarlo il bellissimo basamento della statua colossale che Brescia innalzò a frate Arnaldo nel 1882 (fig. 114).

Venendo al *Broggi* ritroviamo nelle molteplici opere da lui ideate quello stile più francese che italiano che già osservammo esaminando il progetto di palazzo del Parlamento. Tutti sanno che fu molto discussa quella sua casa da pigione sul corso Dante, perchè sovraccarica di ornamenti. Del *Broggi* preferiamo assai più alcune ville ed altre opere di minore importanza, sebbene alcune di queste ultime possano piacere assai più considerate in se stesse, ossia indipendentemente dalla loro destinazione, come quella

cucina economica che sa di fortezza, e quell'Asilo Fogliani, ottimo esempio di decorazione per un cimitero.

Il *Sommaruga* ha moltissime suppellettili che sarebbe troppo lungo l'esaminare capo per capo. Appareisce vincitore in diversi Concorsi (un teatro a Parma, il palazzo del Parlamento in Roma, il Concorso Canonica del 1888, ecc.). Non manca di originalità nei suoi lavori. Una sua chiesa, la tomba della famiglia Cirila in Lanzo d'Intelvi (fig. 115) un villino per riposo di caccia, ed altre opere ce lo dimostrano chiaramente. Per altro ci sa troppo di anacronismo una stazione di 2^a classe in stile pompeiano. Nei suoi disegni c'è forza di acquerello, ed i suoi schizzi di viaggio, sebbene troppo neri si accostano nel genere a quelli del rimpianto Brentano che sono insuperabili.

Del *Locati* ci attraggono di preferenza diversi progetti di edicole funebri disegnate con molto garbo. La migliore è senza dubbio quella per Carlo Pozzi (fig. 116). Bellina pure quella più semplice della famiglia Capretti, accennata nella fig. 118.

Attrante il disegno della casa Sartorelli (di due soli interassi) in via S. Raffaele (fig. 117); lo scomparto e l'interasse di 3 metri soddisfano; non così quelle decorazioni in maioliche dipinte, che vedute sul vero hanno raffreddato alquanto il nostro entusiasmo, forse perchè non possono campeggiare. Notiamo che le case da pigione del *Locati* sono le sole della città di Milano che la Giuria abbia distinto colla medaglia d'argento.

Bottelli Romeo è un architetto di bell'avvenire. Le case da pigione esposte gli meritano la menzione onorevole

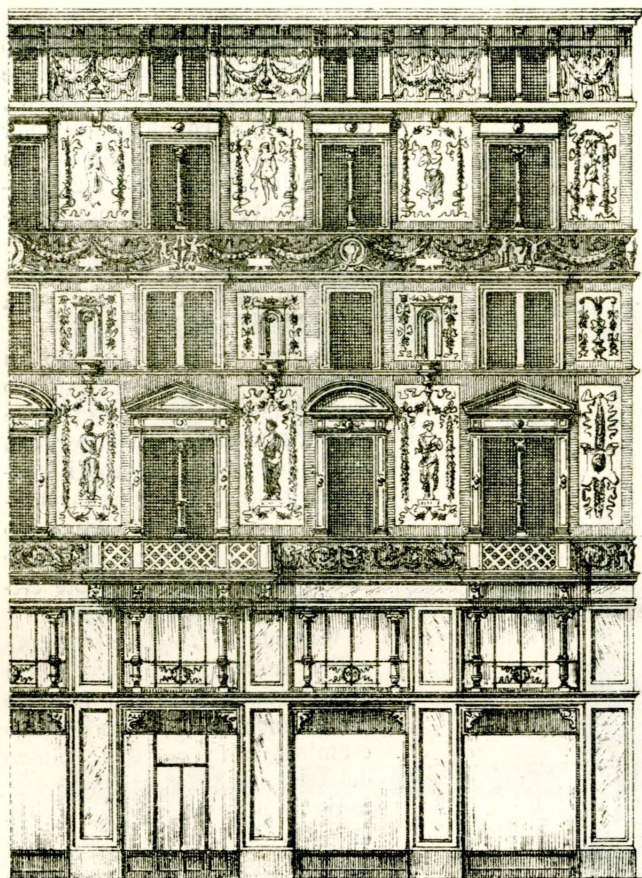


Fig. 112.

di 1° grado della Giuria. Tra desse quella che più ci persuade è, in via Dante, n. 14, rappresentata nella sua totale altezza di 23 m. dalla fig. 119; e vi aggiungiamo pure la pianta (figura 120) la quale ha presentato non piccole difficoltà. In facciata l'uso che s'è fatto del ferro per avere grandi luci da negozio, viene alquanto moderato da due masse di muro laterali e dalla centrale, nella quale apresi il portone; così costituita l'ossatura stabile dell'edificio più non ha motivo d'essere la brutta apparenza che sulle parti di ferro graviti peso soverchio, difetto questo che vedesi oltremodo esagerato nella facciata di fianco, in via S. Raffaele, del palazzo Bocconi del *Giachi*, dove altissimi pilastri di granito pare che pesino sul vuoto a tutto detrimento dell'estetica.

Il Bottelli ha egli pure tentato il problema di una casa con testata sull'angolo di Corso Porta Ticinese e via

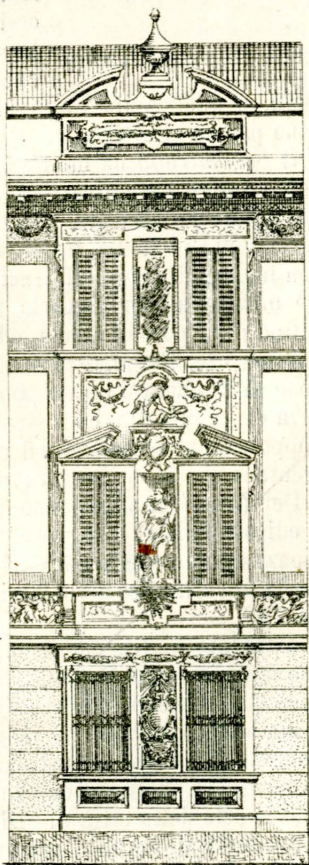


Fig. 113.

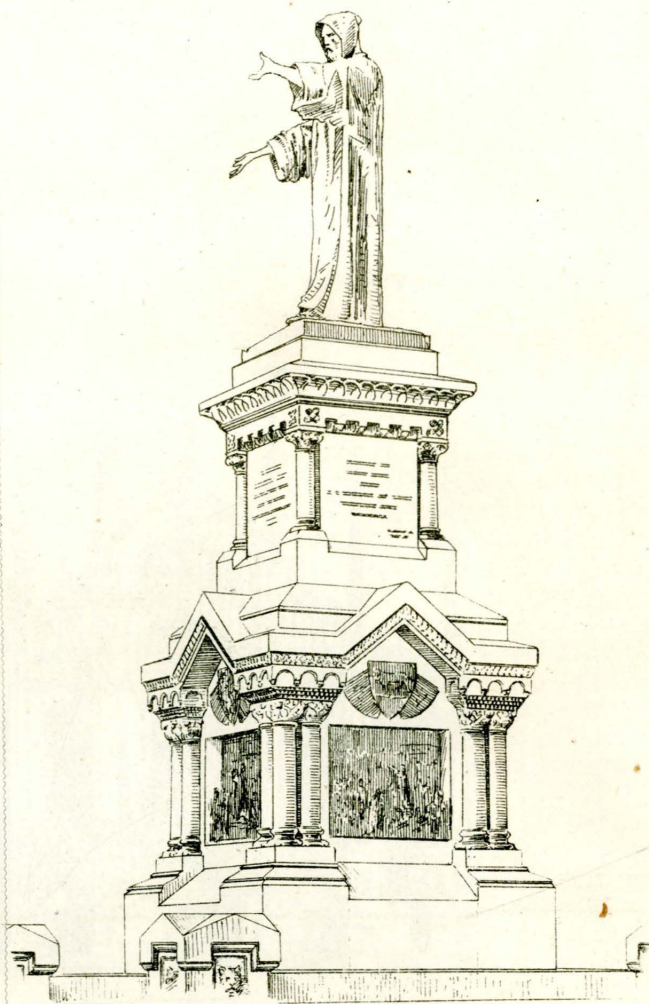


Fig. 114.

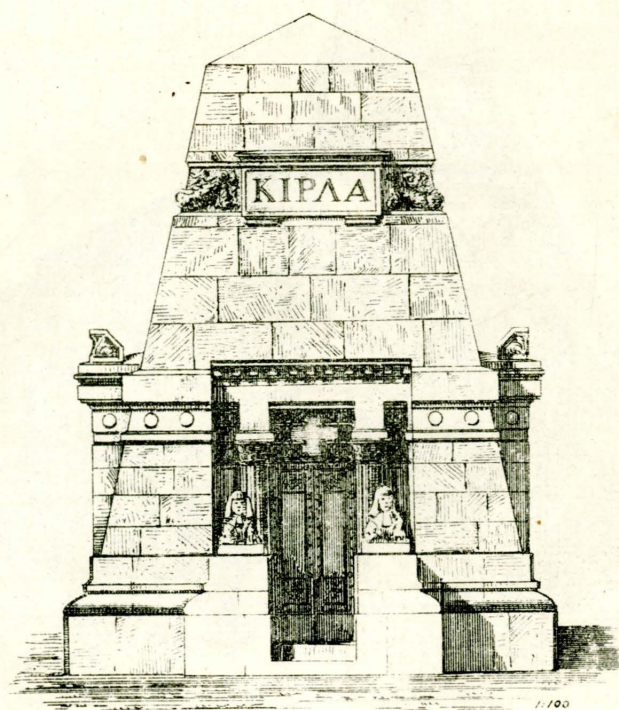


Fig. 115.

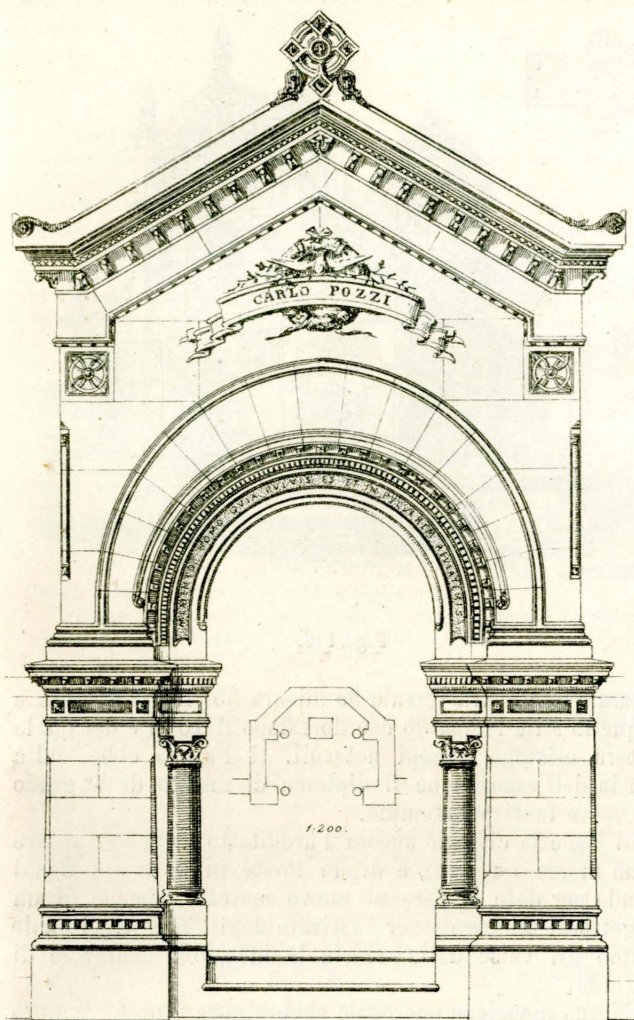


Fig. 116.

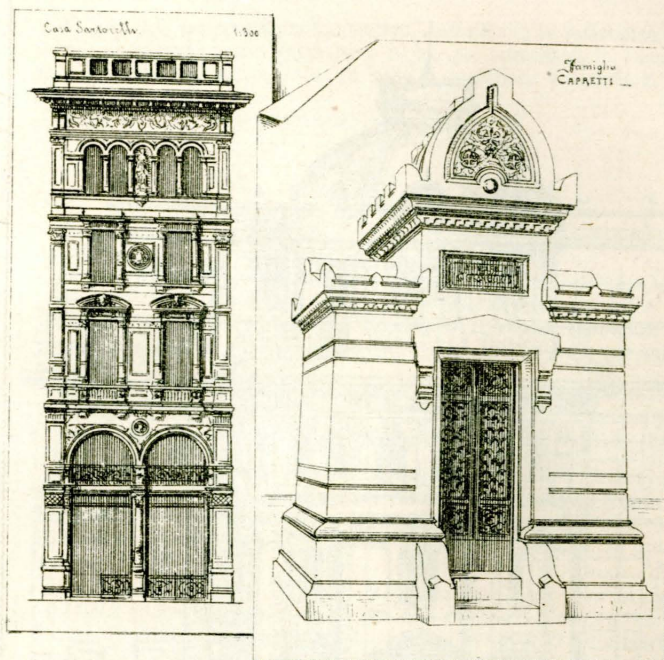


Fig. 117 e 118.

Correnti. Il progetto differisce assai da quello del Tagliaferri, avendo fatto ricorso ad un corpo avanzato a torre che riproduciamo nella fig. 121 anche perchè a Torino in casi consimili non si è saputo trovar di meglio.

Di Milano vuolsi ancora con qualche elogio ricordare il *Maciachini* ed il *Colla* già menzionati nella Sezione dell'arte antica, e che nella moderna non sono meno bene rappresentati, il primo dal Cimitero Monumentale, ed il secondo dalla Villa Ghirardi in Manerbio Bresciano: il *Bignami* per il suo Ricovero, il *Tenca* per un albergo, ed il *Genio Militare* per le Caserme e il Panificio.

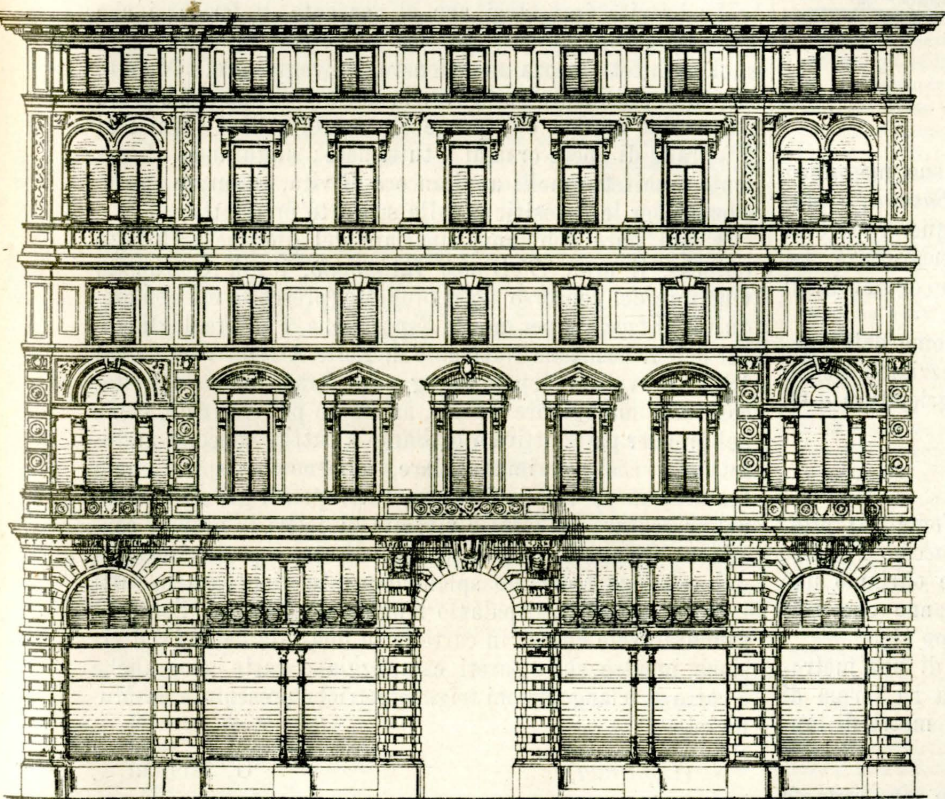


Fig. 119.

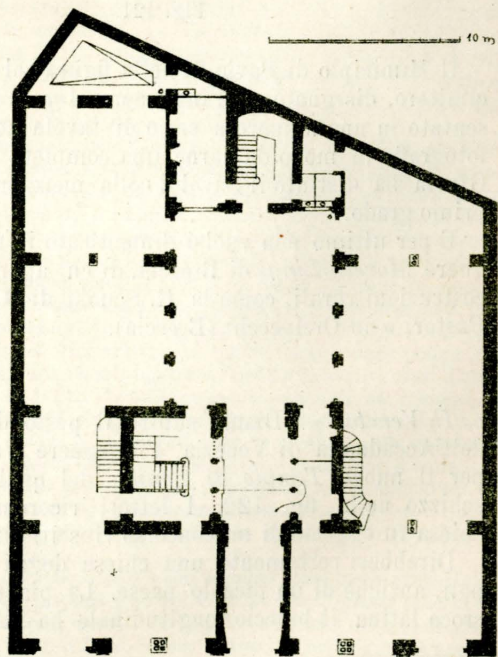


Fig. 120.

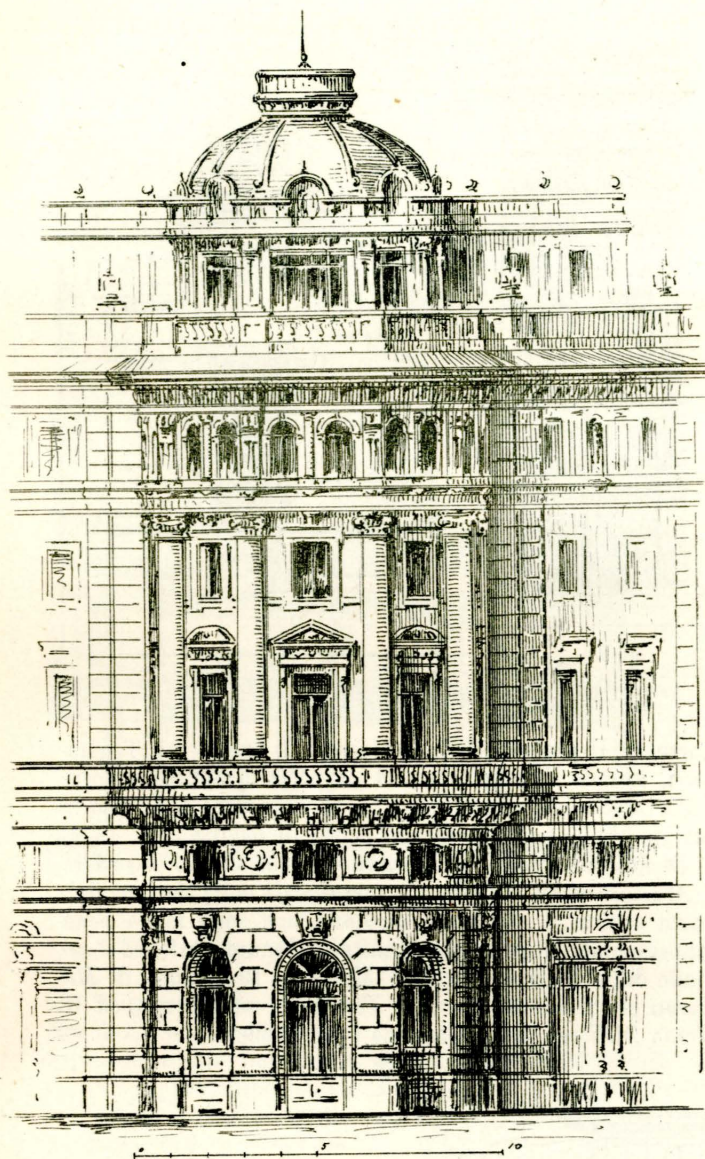


Fig. 121.

Il Municipio di Pavia fa bella figura col suo magnifico cimitero, disegnato dall'ingegnere *Angelo Savoldi*, e presentato in una numerosa serie di tavole acquerellate e di fotografie in modo da darne una completa conoscenza. La Giuria ha distinto il Savoldi colla menzione onorevole di primo grado.

E per ultimo non vuoi dimenticare il nome dell'ingegnere *Morelli Luigi* di Brescia, di cui apprezziamo alcune costruzioni rurali, come la R. Scuola di Agricoltura « G. Pastori » in Orzivecchi (Brescia).

*

Il Veneto. — Diamo subito il posto d'onore al prof. dell'Accademia di Venezia, l'ingegnere *Giacomo Franco*, per il nuovo *Tempio di Lonigo*, del quale offriamo uno schizzo nella fig. 122. I lettori ricorderanno che tale chiesa fu oggetto di un concorso riuscitissimo (1).

Direbbesi certamente una chiesa degna di una metropoli, anziché di un piccolo paese. La pianta ha forma di croce latina, il braccio longitudinale ha 72 metri di lun-

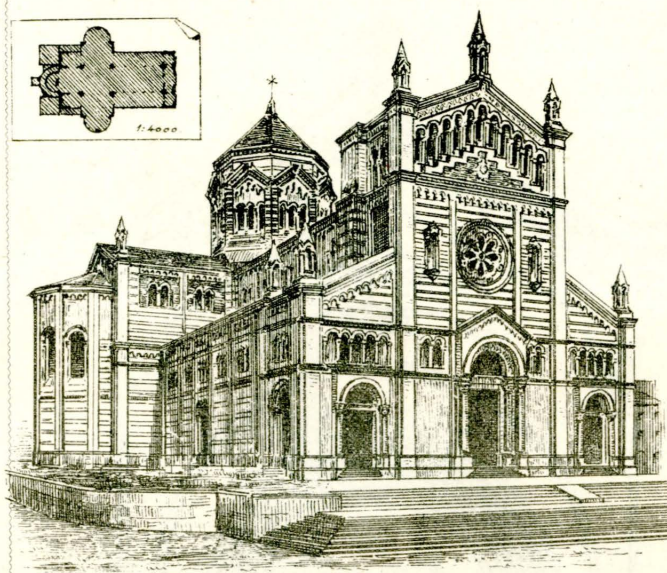


Fig. 122.

ghezza e quello trasversale ne misura 55. L'architettura è di quello stile lombardo che fiorì dopo il 1000 e del quale tuttora esistono esempli notevoli. Il Franco ebbe dalla Giuria dell'esposizione il diploma di merito di 1° grado per opere fuori programma.

Di Venezia citiamo ancora l'architetto *Berchet*, autore di un mercato coperto, e di un Ponte in ferro sul Canal grande per dare accesso al nuovo mercato, nonché di un progetto di fabbricati per l'Istituto degli Esposti, il quale ultimo gli valse dalla Giuria la menzione onorevole di 1° grado.

Ed una menzione onorevole ebbero pure il prof. *Toniato* di Vicenza per un progetto di Cimitero, e l'ingegnere *Moretti Giovanni* di Monselice per un modello in legno di fabbricato ad uso Municipio e Scuole di un Comune rurale.

La brevità impostaci non ci consente di fermarci che sulle opere più salienti. Ma non lasceremo il Veneto ed i suoi architetti senza menzionare l'egregio prof. *Negrin*, che fu il presidente della Giuria della 1ª Divisione e prese parte alla mostra con pregevole raccolta di disegni e di fotografie di opere oramai a tutti note; augurando al valente architetto molti anni ancora di vita, e sempre appassionata per le esposizioni della sua arte prediletta.

E qui pure dobbiamo riparlare del giovane architetto udinese, il prof. *D'Aronco Raimondo*, il già menzionato vincitore del concorso per il progetto (prescelto ma non eseguito) di facciata per questa Esposizione, l'autore degli edifici dell'Esposizione Nazionale di Belle Arti in Venezia nel 1887. Fervido e robusto ingegno, di straordinaria attività, così nell'immaginare novità, anche un po' ricercate, come nel prender parte attiva e brillante a tutti i concorsi architettonici, così nel rimaneggiare, sebbene con ispirazione o fantasia un po' troppo francese, tutti quanti gli stili, come nel presentare con forza e vivacità di colori le proprie concezioni. Oltre alla grande quantità di cose esposte risultanti dal catalogo troviamo splendidamente disegnato in tutti i suoi particolari, il palazzo municipale d'Udine. Sono 17 grandi tavole chiuse in cartella in una sala della IV divisione, mentre sulle pareti campeggiano carte geografiche e carte di triangolazioni trigonometriche presentate da Municipi.

(Continua)

G. SACHERI.

(1) La relazione della Giuria, alla quale abbiamo preso parte, fu pubblicata a pag. 33, anno 1876, dell'*Ingegneria Civile*.

NOTIZIE

La ferrovia marmifera di Carrara. — Generalità sulla linea.

— La necessità di facilitare l'esportazione del marmo, che costituisce un traffico di oltre 160 mila tonnellate all'anno, ha dato origine alla « Ferrovia marmifera di Carrara ». Questa ferrovia serve al trasporto del marmo dalle cave alle varie segherie del distretto e quindi da queste alla stazione di Avenza, della Rete Mediterranea, oppure al mare, dove viene imbarcato su piccole navi che lo portano a Livorno o a Genova per essere trasbordato su navi più grandi.

La lunghezza totale della linea è di circa $\text{chm. } 25,60$, ivi incluso il tronco intermedio Avenza-Carrara, che dipende dalla Rete Mediterranea, ma sul quale la ferrovia marmifera ha facoltà di far transitare i suoi treni. La lunghezza della ferrovia marmifera propriamente detta è di $\text{chm. } 20,60$; della quale una metà circa, da Avenza al mare, fu aperta all'esercizio fin dal 1873, l'altra parte, da Carrara alle cave, dove si incontrarono le maggiori difficoltà tecniche, non fu cominciata che nel 1887 e ultimata nel maggio del 1890.

Questo secondo tronco si svolge traverso una regione estremamente accidentata e sale fino all'altezza di 455 m. sul livello del mare lungo vallate separate da monti alti fino oltre 1000 m. La pendenza della linea è pressochè uniformemente del $45 \text{ } 0/100$ fino alla stazione di Ravaccione, che è il punto più elevato. Si incontrarono però pendenze fino al 30 e $60 \text{ } 0/100$ fra le stazioni di Tornone e Colonnata, e fino al $70 \text{ } 0/100$ lungo i due binari di rifugio di Miseglia e Tornone.

Il raggio minimo delle curve è di 100 m. , il massimo di 200 m. , ad eccezione di una che ha il raggio di 1000 m. Quattro decimi circa della linea sono in curva.

Opere d'arte. — Le opere d'arte lungo questo secondo tronco sono numerose e di importanza non comune. Vi sono 15 gallerie della lunghezza complessiva di $\text{m. } 4537$ e 16 ponti o viadotti con arcate della luce da 10 a 30 m. Queste opere d'arte furono conseguenza in parte della natura e configurazione del terreno, in parte del costo molto elevato delle aree che si sarebbero altrimenti dovute occupare, ed in parte finalmente delle grandi masse di detriti di marmo sparse per le vallate, che non si poterono evitare se non passando in galleria.

Le gallerie hanno sezione dell'area di circa 33 m^2 , sono tutte scavate traverso al marmo compatto e non ebbero perciò bisogno nella massima parte dei casi, di alcun rivestimento. I materiali di scavo delle gallerie hanno fornito i blocchi per la costruzione dei viadotti e dei muri di sostegno e per preparare il pietrisco per la massicciata della linea.

Il costo medio dei vari generi di lavoro fu il seguente: scavo delle gallerie (senza rivestimento), L. 575 al metro lineare; scavo di roccia nelle trincee, L. 6 il m^3 ; muratura di pietrame con malta ordinaria, L. $8,50$ il m^3 ; muratura di toccotti per paramento, L. $15,50$ il m^3 .

Armamento. — La linea, dovendo servire al trasporto di blocchi di marmo assai pesanti, fino a 40 tonnellate ciascuno, è stata armata con rotaie d'acciaio (fornite dalle Acciaierie di Terni) da 36 kg. al m. l. , lunghe $\text{m. } 9$ ciascuna e disposte su traverse di rovere in numero di 10 per ogni rotaia. Le stecche d'unione sono lunghe $\text{m. } 0,40$ e del peso di $\text{kg. } 16$, capaci di dare un giunto resistente quanto le rotaie stesse. Tenuto conto della distanza delle traversine e del momento di resistenza della rotaia, questa, sotto un carico di 7 tonnellate per ruota, non è assoggettata che ad uno sforzo massimo di trazione di $\text{kg. } 5,1$ per mm^2 . Il costo delle rotaie, date a piè d'opera, fu di L. 220 per tonnellata; quello delle traverse fu di L. 6 ciascuna, e quello dell'intero armamento completamente ultimato di L. $35,30$ a metro lineare.

Materiale rotabile per l'esercizio della linea. — La Compagnia dispone di 74 carri a quattro ruote, dei quali 26 di 10 tonnellate, 8 da 15 e 40 da 20 . Possiede inoltre due carri a 6 ruote della portata di 36 tonnellate. La lunghezza della loro piattaforma varia da $\text{m. } 4$ a $\text{m. } 5$, e la larghezza è costantemente di $\text{m. } 2,30$. La base rigida è, in ogni caso, soltanto di $\text{m. } 2,40$, in modo da poter passare agevolmente nelle curve più ristrette.

Questi carri furono costruiti in parte dalla Bristol Wagon Company ed in parte dalla Ditta Grondona di Milano. Quelli da 20 tonn., costruiti da quest'ultima Ditta, costarono L. 3250 ciascuno.

La trazione è fatta con locomotive-tender del sistema Krauss. Per l'esercizio del 1° tronco, dal mare a Carrara, vi sono due locomotive a quattro ruote del peso di 25 tonnellate, e pel servizio del 2° tronco, da Carrara alle cave, vi sono due locomotive a sei ruote accoppiate del peso di 34 tonnellate, munite di freni ad aria, sistema Riggenbach. Il costo di queste locomotive, escluso trasporto e dogana, fu rispettivamente di L. 30.000 e 40.000 .

I dati principali relativi alle locomotive pel 2° tronco, dove esistono pendenze in generale del 45 e fino al $60 \text{ } 0/100$ sono i seguenti:

Diametro dei cilindri	mm. 400
Corsa	» 600
Diametro delle ruote motrici	» 1080
Pressione di lavoro	atm. $11 \frac{1}{2}$
Sforzo normale di trazione	kg. 4860

ossia circa 17 del peso della locomotiva. Assumendo la resistenza del treno, lungo curve molto ristrette, a 10 kg. per tonnellata, la locomotiva dovrebbe trainare, e traina di fatto in condizioni ordinarie il carico utile seguente:

Su pendenza del $30 \text{ } 0/100$ tonn. 87
» » 40 » » 63
» » 45 » » 54
» » 50 » » 46
» » 60 » » 36

Durante tempi piovigginosi o geli le cifre suindicate diminuiscono del $10 \text{ } 0/100$.

In queste condizioni la locomotiva tira o spinge sulla pendenza normale del $45 \text{ } 0/100$ otto carri vuoti da 20 tonnellate, ossia un carico totale di 48 tonnellate, con velocità di $\text{m. } 2,80$ al $1''$. La resistenza da vincere è perciò di $(48 + 34)(45 + 10) = 4,510$ tonnell., per cui il coefficiente d'adesione è ridotto da 17 a $\frac{4,510}{34} = \text{circa } 178$.

Il lavoro sviluppato è di $\frac{4,510 \times 2,8}{75} = 168$ cavalli vapore.

La locomotiva può guidare in discesa, in condizioni favorevoli, 15 carri carichi, ossia 390 tonn., e fare un tragitto di 100 km. al giorno, dei quali 215 sono perduti in manovre alle varie stazioni, o alle cave. Il consumo di carbone è di circa una tonnellata per ogni 10 ore di lavoro.

Costo della linea. — Il costo totale della linea dalle cave al mare (escluso il tronco Carrara-Avenza, che è di proprietà governativa) fu di circa 8 milioni, a cui aggiunta la spesa di L. 500.000 per materiale rotabile, si ha una spesa totale di $8.500.000$, ossia L. 413.000 circa al chilometro. Il tronco da Carrara alle cave fu costruito dalla Società Veneta di Costruzioni.

I capitali furono per la massima parte forniti dalla Banca Toscana. (*Giornale del Genio Civile*).

Mezzi per rendere gli edifici più resistenti all'azione del fuoco. — Fino a qualche anno fa, si ammetteva dai tecnici la possibilità di costruire edifici perfettamente incombustibili, purchè in essi fossero impiegati solamente ferro, pietre e mattoni. Pur troppo l'esperienza dimostrò la fallacia di tale credenza: edifici costruiti interamente colla più scrupolosa cura per esser resi incombustibili, furono completamente rovinati dal fuoco sviluppatosi nell'interno di essi. Così avvenne per un magazzino nel porto di Amburgo nel 1882, per un altro nel porto di Hull nel 1881 e per una tettoia interamente metallica nel porto di Genova, che nel 1890 fu interamente distrutta da un incendio di balle di cotone in essa raccolte. Durante questo incendio le colonne di ferro che sopportavano la tettoia e le incavallature della tettoia stessa, si arroventarono e si piegarono in modo che l'intera struttura si accasciò e rovinò completamente, coprendo le balle di cotone sottostanti e rendendo quasi impossibile l'opera di estinzione.

In conseguenza di questi risultati dell'esperienza, si cerca ora di rendere gli edifici di lenta combustione, impiegando in essi colonne di grosso legname e solai fatti con grossi tavoloni messi a contatto fra loro, per modo che, anche prendendo fuoco, occorran molte ore prima che siano talmente consumati da rovinare sotto il carico soprastante. Con questo sistema furono recentemente costruiti vari magazzini nell'East India Dock a Londra, i nuovi magazzini nei porti di Brema e di Amburgo, il palazzo della polizia a Berlino e molti altri edifici, ma specialmente magazzini per merci in America.

A questo riguardo il signor Woodbury, Direttore della *Mutual Fire Insurance C.* di Boston, ha così riassunto le idee degli ingegneri americani. Gli edifici per mulini da grano, per filature, per deposito di merci nei porti, per musei e simili, dovrebbero essere costruiti in base al principio di poter resistere per lungo tempo all'azione del fuoco senza deformarsi e senza rovinare. Per ottenere questo risultato, i migliori materiali da impiegarsi sono la muratura ed il legname in grosse masse. Il ferro si arroventa facilmente, si piega e rovina dopo poco più di un'ora in un incendio violento; la ghisa si rompe facilmente allorchè allo stato rovente vien raffreddata coi getti d'acqua dalle pompe da incendio. Gli edifici a lenta combustione dovrebbero avere i muri d'ambito molto grossi ed i solai dovrebbero essere sostenuti da colonne di legno a sezione quadrata collegate da travi pure di legno distanti $\text{m. } 2,50$ fra loro. Il solaio dovrebbe essere fatto con un tavolato della spessore almeno di 8 cm. , coperto con un doppio strato di cartoni d'amianto, sui quali dovrebbe poi essere disposto il pavimento. Per assicurare la buona conservazione del legname contro il così detto *dry-rot*, o imputridimento a secco, è utile di non colorirlo o verniciarlo per almeno tre anni dopo il suo impiego.

In paesi dove il legname non è così comune come negli Stati Uniti d'America, si potrà per sostegno dei solai far uso di grossi pilastri di mattoni o, per eccezione, di colonne di ghisa od anche, in caso di assoluta necessità, di travi di ferro, invece di travi di legno; ma in questo caso il metallo dovrà essere protetto da un grosso rivestimento di terra cotta o, meglio ancora, da un grosso strato di cotone silicato (vetro filato) capace di formare uno strato coibente attorno al metallo.

Sarà sempre un'utilissima precauzione quella di suddividere gli edifici per mezzo di muri trasversali che si elevino fino sopra il tetto. Le aperture traverso a questi muri divisorii dovranno essere chiuse con doppie porte scorrevoli su rotaie inclinate disposte al di sopra dell'apertura. Queste porte, allorché dovranno tenersi aperte, saranno ritenute per mezzo di un gancio di metallo facilmente fusibile per modo che in caso di incendio rimangano libere e possano scorrere lungo la rotaia inclinata e così chiudersi automaticamente.

(Giornale del Genio Civile).

BIBLIOGRAFIA

Le strade ferrate per l'ingegnere LEONARDO LORIA, professore nel R. Istituto tecnico superiore di Milano. — 2^a Edizione interamente rifusa sulle lezioni. — Opera in due volumi.

Volume I: *Economia delle strade ferrate: armamento e accessori, segnali, stazioni*, di pagine 612, con 80 figure nel testo e 28 tavole. — Prezzo lire 24.

Volume II: *Materie mobile, amministrazione, servizio militare*, di pagine 613, con 25 figure nel testo e 27 tavole. — Milano, 1892. — Prezzo lire 24.

Vi sono pubblicazioni per le quali il nome solo dell'autore vale assai più di qualsiasi accurata bibliografia. Questa che annunziamo è tra queste.

D'altronde la materia e lo scibile della complessa industria delle strade ferrate, e per la vigile cura dei Governi e delle Società e per gli studi teorici e pratici degli ingegneri di tutto il mondo, sono talmente cresciuti tra le mani che mentre non si può a meno di compilare grossi volumi, diviene perciò stesso impossibile il darne in qualche pagina una idea, e per la molteplicità delle questioni non è possibile dire del modo con cui si sono trattate.

Fin dal 1867 l'ingegnere Loria prese ad insegnare strade ferrate nell'Istituto tecnico superiore di Milano e d'allora in poi si è fatto scrupoloso dovere di tener conto di tutto quanto si va facendo nel campo ferroviario. Egli seppe mantenere l'insegnamento sul terreno pratico, facendo di teoria solo quel tanto che è indispensabile per lo sviluppo delle varie questioni e limitandosi ad accennare alle applicazioni che possono trovare nelle strade ferrate, le teorie che si sviluppano negli altri corsi d'indole più astratta.

Grandi passi fecero le strade ferrate nel decorso ventennio e l'organizzazione di esse subì al pari di tutto il materiale notevoli e continue trasformazioni.

Il Loria seguì da vicino, e non solo come semplice spettatore, ma con acume d'intelletto e spirito pratico questo straordinario e continuo movimento; e con lavoro paziente e coscienzioso, tenendo conto di pubblicazioni, rapporti di amministrazioni, discussioni e deliberazioni di congressi, dedicando per più di 20 anni tutta la sua attività e tutto il suo zelo all'argomento, pubblicò il corso delle sue lezioni che già aveva ricevuto una prima forma di libro nel 1874.

La nuova opera oltre all'essere portata al corrente di tutte le innovazioni, svestì completamente la forma scolastica per divenire un libro utile per non dire indispensabile a tutti gli ingegneri pratici che debbono occuparsi di ferrovie.

Nel I volume sotto il titolo di *Economia delle strade ferrate*, dopo un accurato cenno storico sulle ferrovie segnatamente in Italia, con maggiore estensione per il periodo che ha principio dalla pace di Villafranca e viene a questi ultimi anni, porge il confronto economico delle ferrovie cogli altri mezzi di comunicazioni; riassume i principali sistemi di organizzazione delle strade ferrate relativamente all'azione del Governo ed alle molte forme di sussidi e garanzie alle società d'esercizio; ma senza trarre conclusioni definitive sulla questione se al Governo od all'esercizio privato meglio convenga affidare le nostre ferrovie; tratta distesamente del modo di calcolare il prodotto probabile di una strada ferrata e somministra le nozioni di massima occorrenti a dare il progetto ed il preventivo, non esclusa la valutazione delle spese di esercizio, elemento difficile ad aversi, ma pur necessario per stabilire la convenienza economica della costruzione di una strada ferrata. E qui trova naturalmente il suo luogo un'ampia e dotta trattazione del problema importantissimo delle lunghezze virtuali. Completa la prima parte del libro la esposizione dei metodi in uso per dar mano alla costruzione di una linea di cui sia approvato il progetto.

La parte 2^a del primo volume riguarda il materiale di armamento, la posa del medesimo e i suoi accessori, i segnali ed apparecchi necessari ad assicurare il movimento dei treni; e quest'ultimo argomento è trattato con tutta la estensione che si addice alla sua importanza. Termina il primo volume l'argomento delle stazioni e fabbricati annessi, ragionandovisi dei vari tipi principali.

Il volume II incomincia col trattare del materiale mobile, prendendo le mosse dallo studio delle resistenze che si oppongono al movimento, dicendo delle locomotive in generale e classificandole secondo

i diversi tipi, esponendo il modo di calcolarle; venendo per ultimo alle locomotive ad aderenza artificiale ed ai tipi speciali ad aria compressa od elettriche, non che ai sistemi molteplici di trazione a macchina fissa. Fa seguito l'argomento delle vetture e dei carri con tutti i relativi problemi di riscaldamento, di illuminazione e di ventilazione, dei sistemi di attacco, dei freni, dei segnali interni, ecc.

Nella seconda parte del libro è trattata con mano veramente maestra tutta la organizzazione di un'amministrazione ferroviaria considerando il completo argomento sia dal punto di vista del personale, sia da quello non meno importante della statistica, sia ancora da quello dei servizi speciali del materiale e della trazione, del movimento e del traffico, del controllo e della sorveglianza governativa.

Un'ultima e breve, ma importantissima parte del libro riguarda le strade ferrate e loro dipendenze dal punto di vista militare, l'adattamento del materiale rotabile ai trasporti militari e l'ordinamento del servizio in tempo di guerra. La influenza decisiva che le strade ferrate hanno oramai dimostrato di poter avere sull'esito delle guerre, mostrano la convenienza che numerosi ufficiali si addestrino nel servizio delle stazioni e nell'esercizio delle linee coadiuvati da battaglioni ferroviari; ma non è meno conveniente che anche gli ingegneri civili addetti alle ferrovie siano al corrente delle esigenze particolari di un esercizio ferroviario in tempo di guerra.

Le numerose tavole annesse ai due volumi hanno figure convenientemente ridotte di scala e benissimo incise.

Le abbondanti citazioni a piè di pagina e l'elenco (in 16 pagine) di tutti i libri e dei periodici consultati costituiscono una bibliografia abbastanza completa di tutta la scienza ferroviaria e contribuiscono insieme ad un indice alfabetico molto particolareggiato che è in fine ad ogni volume, a rendere l'opera del professore Loria utile ad essere consultata non solo dai suoi allievi, ma da quanti si occupano di questioni tecniche ed economiche dell'esercizio ferroviario.

G. SACHERI.

SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI ANNESSA ALLA R. UNIVERSITÀ DI PADOVA

Elenco degli Ingegneri Civili proclamati
nella sessione estiva dell'anno scolastico 1890-91.

1. Andrioli Giulio, di Carlo, da Verona.
2. Avogadri Luciano, di Giov. Battista, da Lugagnano (Piacenza).
3. Bernardis Licinio, di Ugo, da Udine.
4. Bragato Giacomo, di Carlo, da Dolo (Venezia).
5. Brocadello Elisio, di Domenico, da Cagliari.
6. Bruzzo Silvio, di Giovanni, da Sorio (Vicenza).
7. Caffi Ernesto, di Giovanni, da Bergamo.
8. Cardin-Fontana Augusto, del fu Luigi, da Padova.
9. Cardin-Fontana Gino, del fu Luigi, da Padova.
10. Corinaldi Amedeo, del fu Augusto, da Padova.
11. Costa Gaspare, del fu Alfonso, da S. Lazzaro (Piacenza).
12. Dal Fabbro Giuseppe, di Beniamino, da Sedico (Belluno).
13. Dal Maestro Giuseppe, di Giacomo, da Noale (Venezia).
14. Davanzo Angelo, di Giuseppe, da Oderzo (Treviso).
15. Doglioni Giuseppe, di Donato, da Belluno.
16. Fassina Giuseppe, di Antonio, da Segusino (Treviso).
17. Festa Umberto, di Francesco, da Verona.
18. Gioppi Carlo, del fu Gian Antonio, da Padova.
19. Gramola Carlo, del fu Gio. Battista, da Villafranca (Verona).
20. Maestri Giusto, di Eugenio, da Padova.
21. Marovelli Eugenio, di Giuseppe, da Inverio Superiore (Novara).
22. Marzotto Alessandro, di Gaetano, da Valdarno (Vicenza).
23. Monti Gino, di Giuseppe, da Padova.
24. Moro Vittorio, di Biagio, da Cividale (Udine).
25. Norinelli Attilio, di Gaetano, da Verona.
26. Orefice Michelangelo, di Abramo, da Venezia.
27. Pagani-Cesa Vittorio, di Ottavio, da Belluno.
28. Pavesi Luigi, di Francesco, da Rivolta d'Adda (Cremona).
29. Piccini Edgardo, del fu Antonio, da Maddaloni (Terra di Lavoro).
30. Pietra Angelo, di Ercole, da Bosnasco (Pavia).
31. Pompei Augusto, di Pietro, da Banco (Roma).
32. Preto Bartolomeo, di Ernesto, da Monteforte d'Alpone (Verona).
33. Ragalli Carlo, di Bartolomeo, da Piacenza.
34. Rizzi Francesco, di Carlo, da Verona.
35. Rossati Marco, del fu Vito, da Bottrighe (Rovigo).
36. Rossati Massimo, di Alessandro, da S. Pietro Incariano (Verona).
37. Saccol Dionisio, di Lodovico, da Montebelluna (Treviso).
38. Sega Ottorino, del fu Antonio, da Fumane (Verona).
39. Signori Giacomo, di Innocente, da Desenzano (Brescia).
40. Stecchini Guglielmo, di Girolamo, da Bassano (Vicenza).
41. Zervos Spiridione, del fu Federico, da Corfù (Grecia).

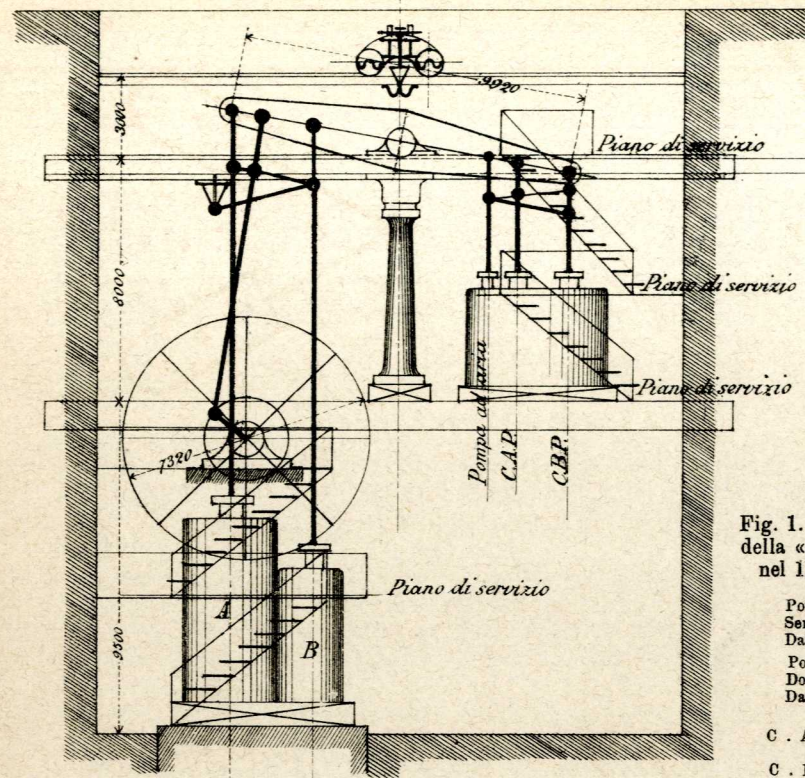


Fig. 1. — Due pompe verticali nell'impianto della « Stralaner Thor » a Berlino, costruite nel 1868 da S. Simpson e Cⁱ di Londra.

Pompa A $d = 836$ mm.
 Semplice effetto $s = 2440$ »
 Dalla Sprea ai filtri $H = 7190$ »
 Pompa B $d = 760$ »
 Doppio effetto $s = 1220$ »
 Dai serbatoi alla città $H = 33,3$ »

C . A . P : $d = 1015$ $s = 1625$ } $n = 11,8$
 C . B . P : $d = 1525$ $s = 2440$ }

Distribuzione con valvole comandate da boccioli scorrevoli (dal Regolatore) ed espansione variabile.

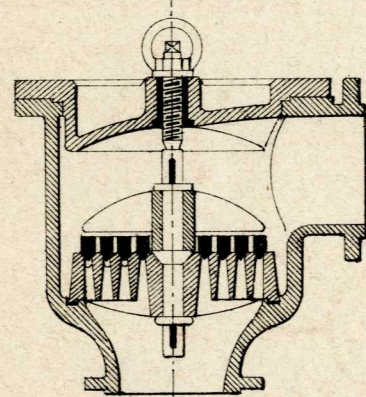


Fig. 2. — Valvola « Wabner ».

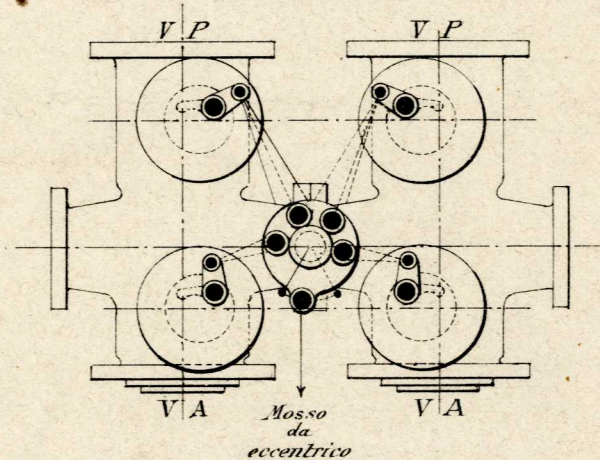


Fig. 3 a — Comando valvola Riedler.

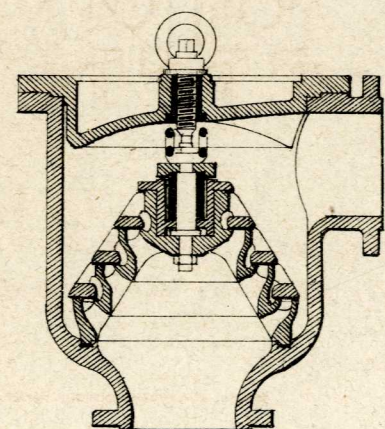


Fig. 3. — Valvola patente « Humbolt » in Kalk.

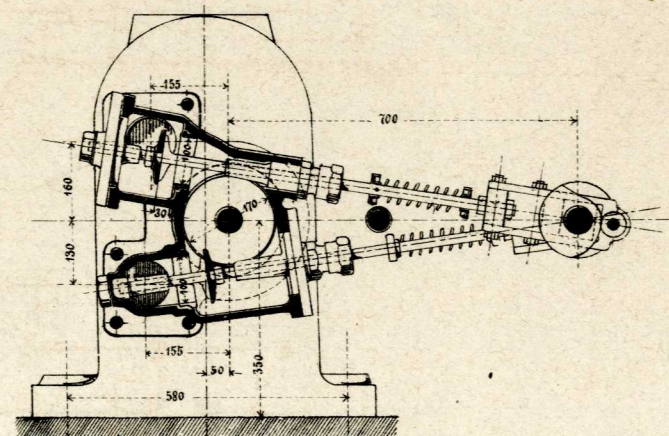


Fig. 3 b. — Valvola Riedler.

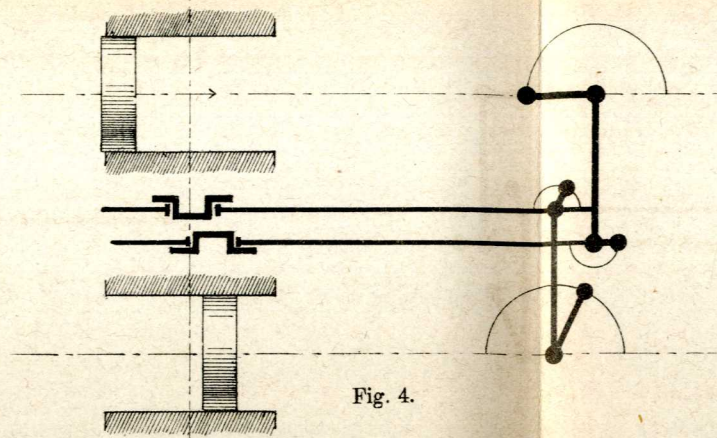


Fig. 4.

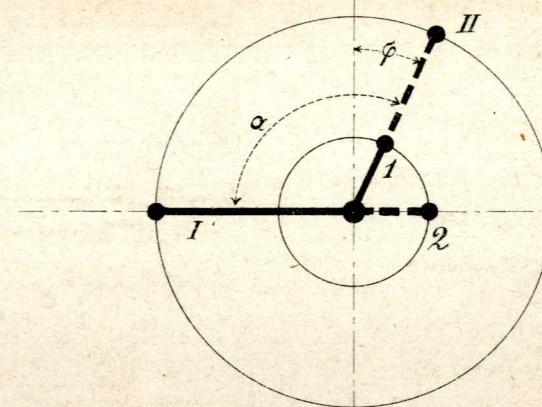


Fig. 5.

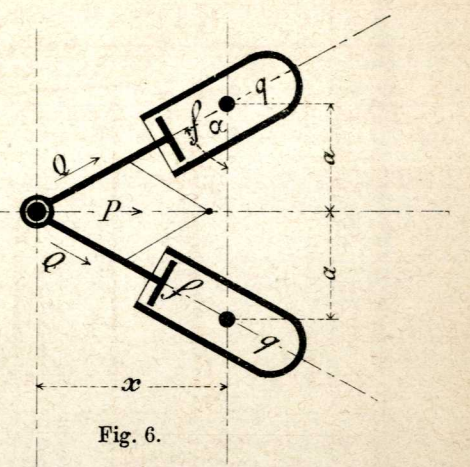


Fig. 6.

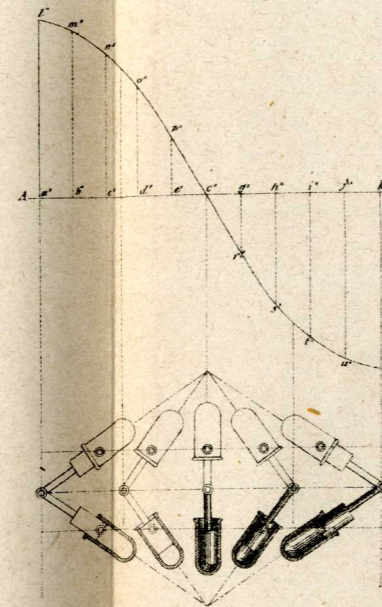


Fig. 7. — Compensatore Worthington.

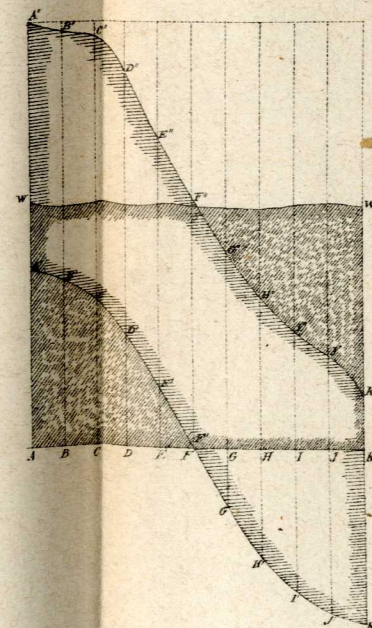


Fig. 8. — Diagramma compensato.

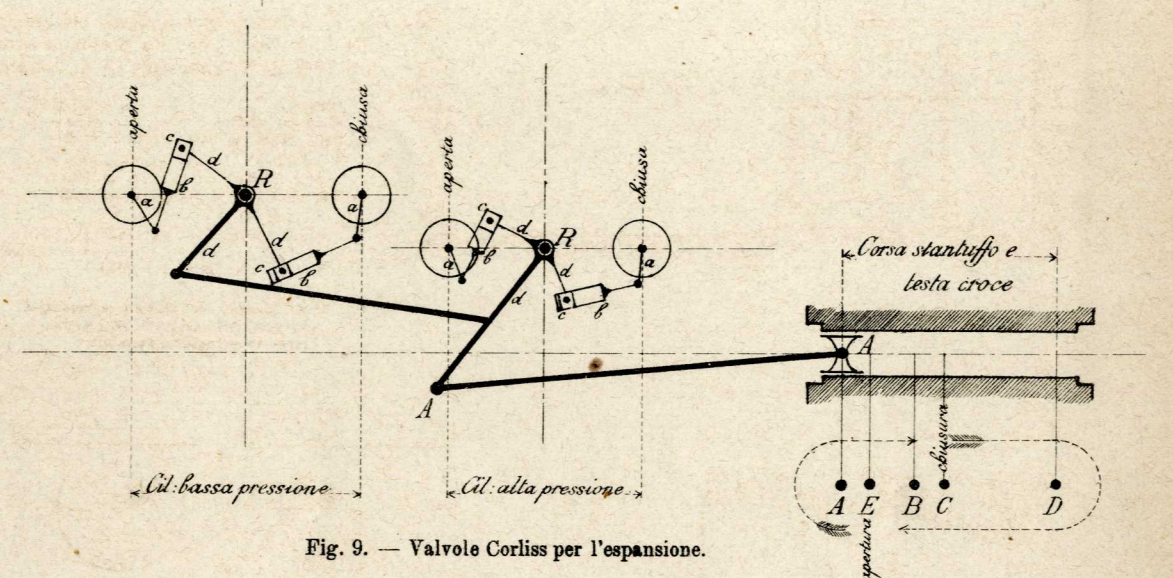


Fig. 9. — Valvole Corliss per l'espansione.

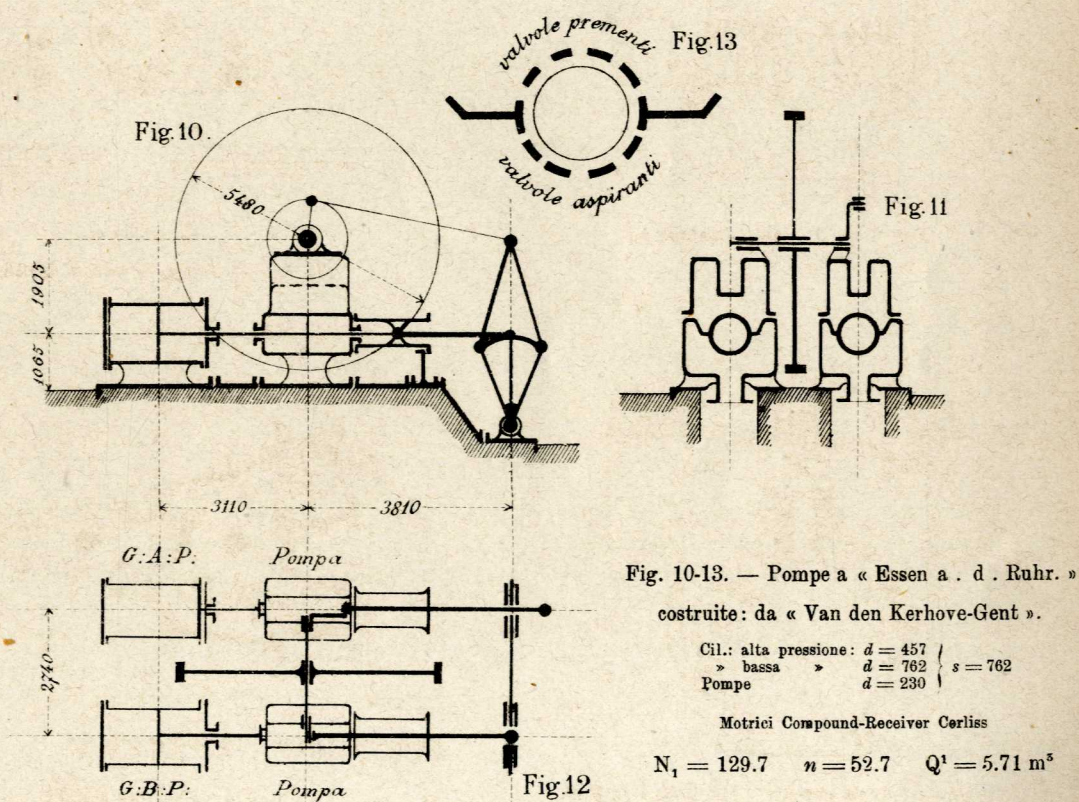


Fig. 10-13. — Pompe a « Essen a. d. Ruhr. » costruite da « Van den Kerhove-Gent ».

Cil.: alta pressione: $d = 457$ $s = 762$
 » bassa » $d = 762$
 Pompe $d = 230$

Motrici Compound-Receiver Corliss

$N_1 = 129.7$ $n = 52.7$ $Q_1 = 5.71 \text{ m}^3$

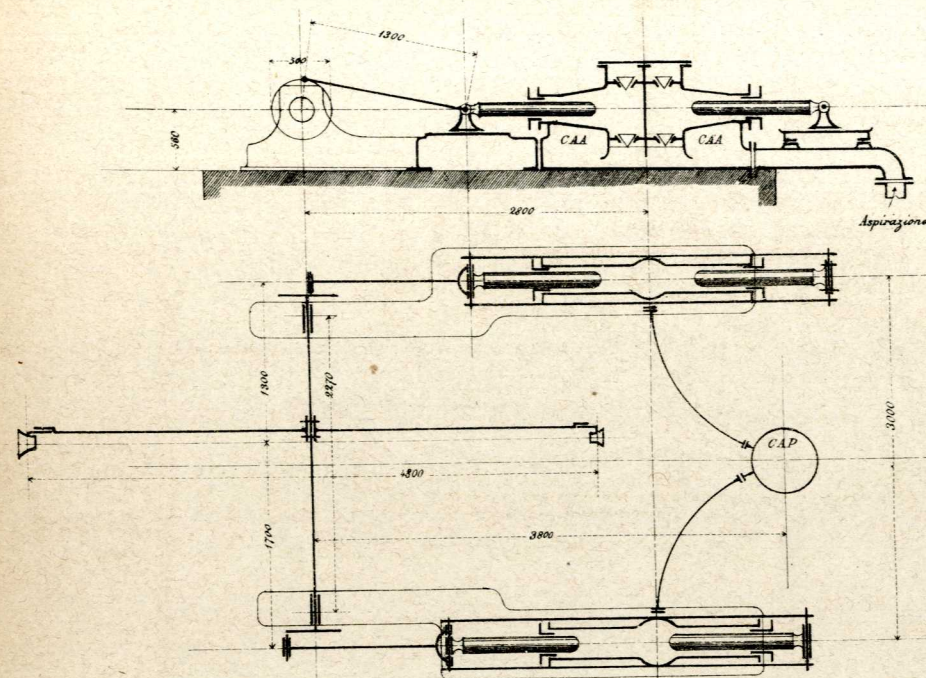


Fig. 1. — Pompe di «Chaux-de-Fonds» — Svizzera costruite da Escher Wyss a Zurigo.

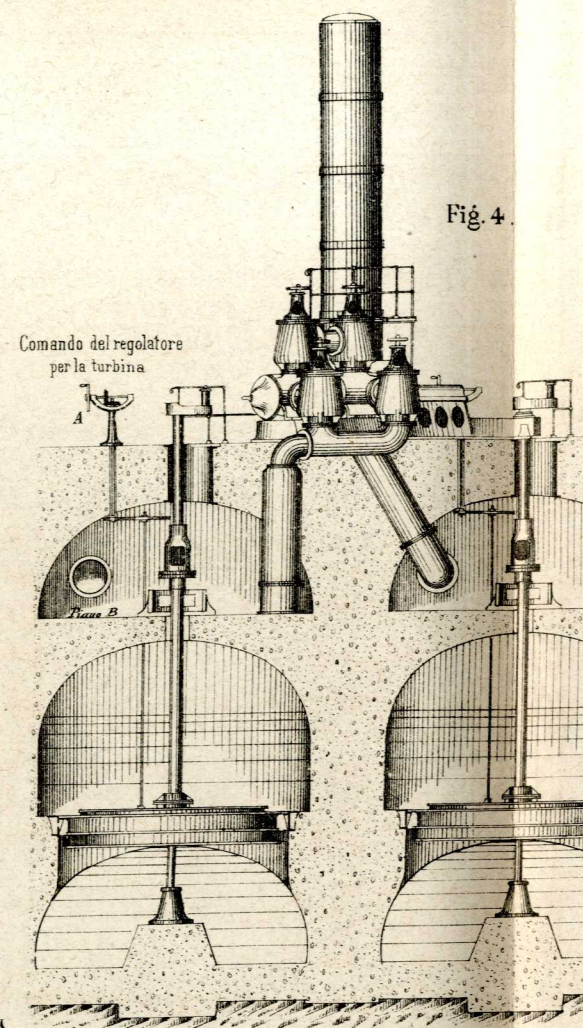


Fig. 4.

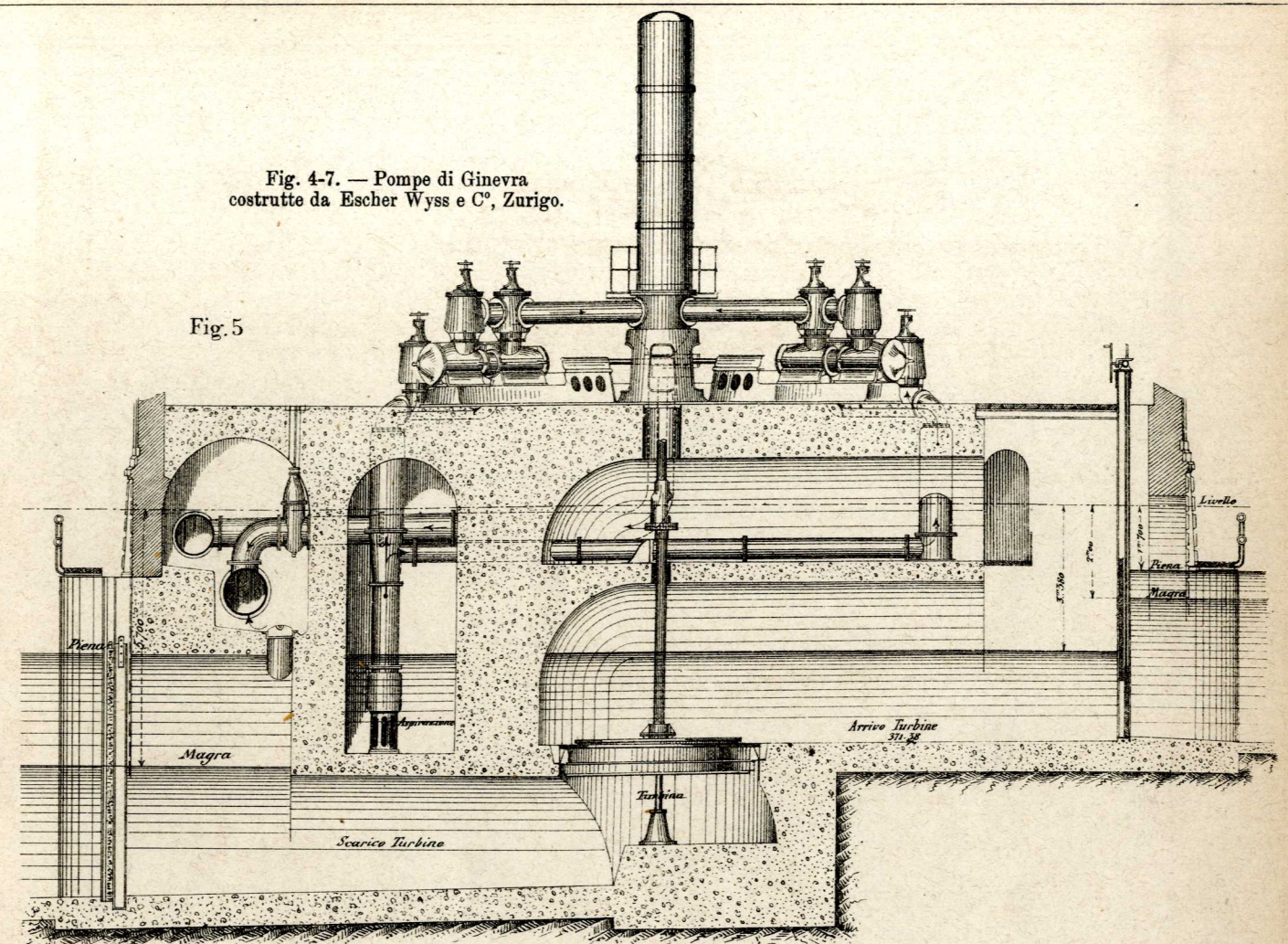


Fig. 4-7. — Pompe di Ginevra costruite da Escher Wyss e C^o, Zurigo.

Fig. 5.

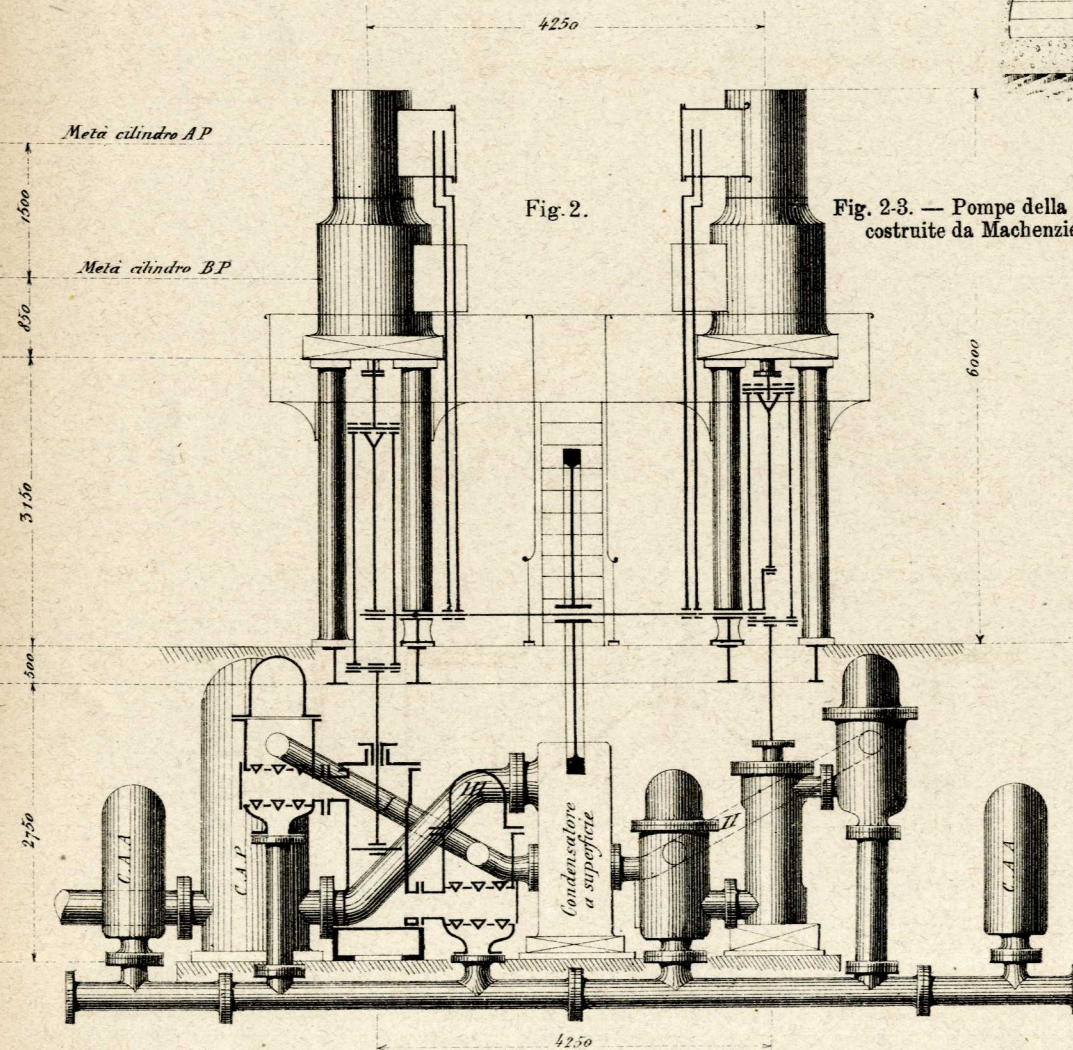


Fig. 2.

Fig. 2-3. — Pompe della «Hartlepool Gas a. Water C^o» costruite da Machenzie a. C^o — Stockton-on-Tees.

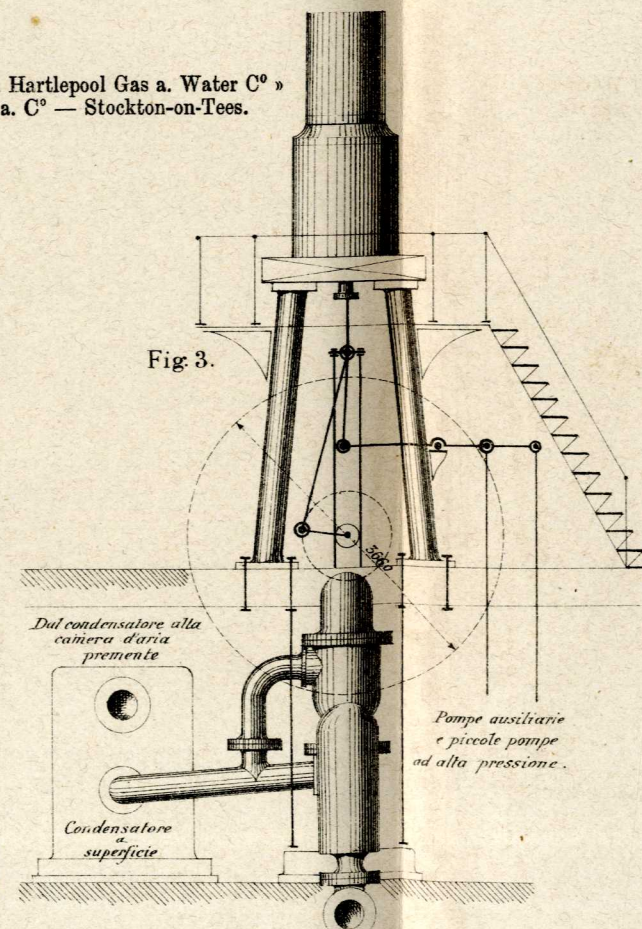


Fig. 3.

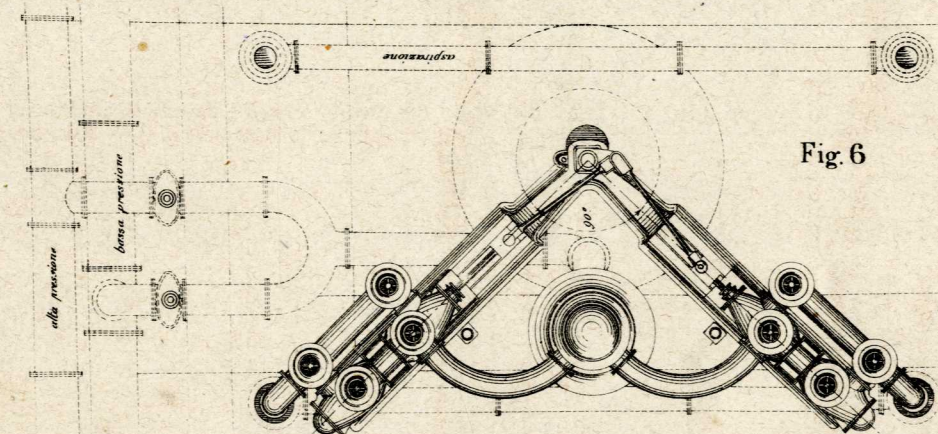


Fig. 6.

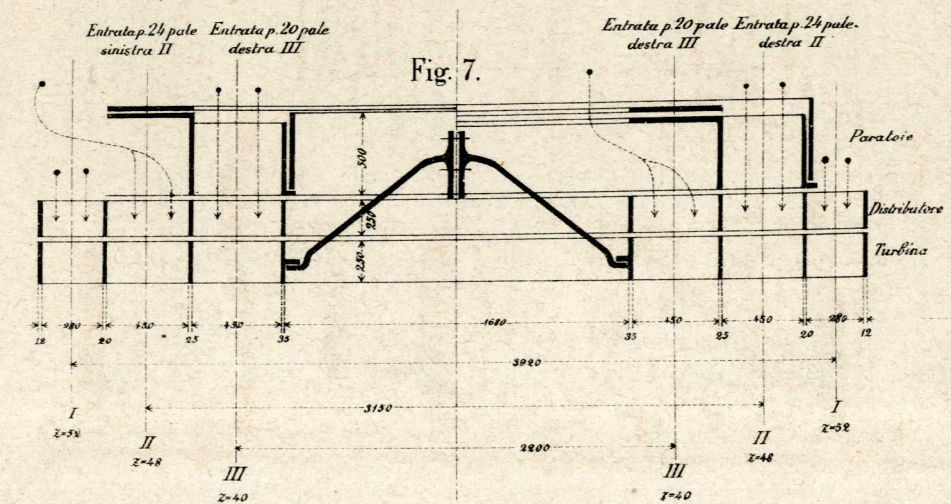


Fig. 7.

T A =	Tubo aspirante	I A =	Iniezione d'aria
V A =	Valvola aspirante	V P =	Valvola premente
C =	Cilindro	R-R-R =	Rubinetti di prova
V S =	Valvola di sicurezza	S A =	Seratoio d'arrivo
r =	rubinetto	T A =	Tubo aspirante
P =	Paratoia	T P =	Tubo premente
T P =	Troppo pieno	A C =	Alla città
S =	Seratoio	S A =	Spurgo d'aria
M =	Manometro	V =	Vacuometro

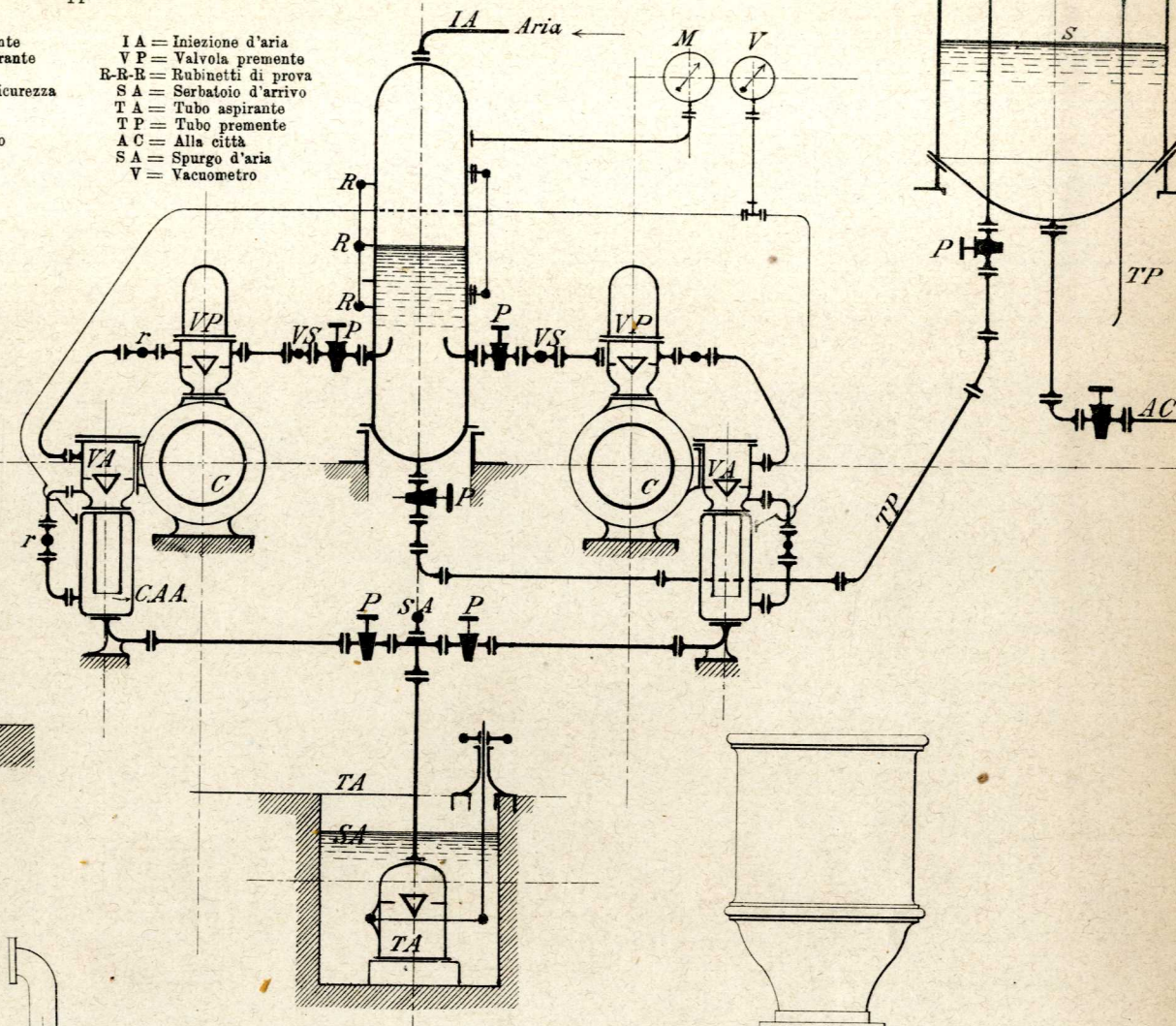


Fig. 4. — Pompa a vapore, sistema Worthington.