ANNO VIII. Torino, Ottobre 1882 NUM. 10.

L'INGEGNERIA CIVILE
E
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.

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI INDUSTRIALI TORINO

COSTRUZIONI METALLICHE

CALCOLO
DI UNA TETTOIA A SBALZO O PENSILINA
per Fabbricati Viaggiatori delle Stazioni di Classe.

(Veggasi la Tavola XIV)

Dati. — La pensilina deve coprire e riparare dalla pioggia il marciapiede principale delle stazioni in corrispondenza del fabbricato viaggiatori. Il marciapiede è largo 4m,20. La copertura deve essere formata con la lamiera di ferro ondulato e galvanizzato, assicurata e sorretta da 4 travi longitudinali o arcarecci, sostenuti alla loro volta da sei capriate a sbalzo poste in corrispondenza dei muri trasversali del fabbricato viaggiatori.

Scelta dell'inclinazione del tetto. — La pendenza dei tetti in generale deve essere tale:

1° Che la componente dei venti diretta secondo l'inclinazione del tetto, la quale tende a sollevare la copertura ed a spingere le acque pluviali fra i giunti, sia la minore possibile;

2° Che la gravità si opponga validamente all'azione della capillarità, per la quale l'acqua si trattiene e s'innalza nei giunti.

Per questo genere di copertura l'esperienza ha dimostrato essere sufficiente la pendenza di 0,125 per metro, per cui senz'altro si ammette quella di 0,214 per metro risultanti da considerazioni architettoniche.

Analisi del peso della copertura per m.² di superficie. — Il peso della copertura si compone del carico permanente e del carico accidentale. Il carico permanente in questo caso consta del solo peso della lamiera di ferro ondulato, che si può ritenere di 20 chilogr. per metro quadrato. Il carico accidentale comprende:

1° Il peso della neve che può accumularsi sulla copertura, stimato 30 chg. per m.², ritenendo che in questi climi ne possa cadere, in una grossa nevicata, un'altezza di 0m,60, e che il peso di un metro cubo di neve sia 50 chilogr.;

2° La pressione dovuta al vento, che in certi casi può divenire considerevole, giacchè essa varia in ragione diretta del quadrato della velocità del vento. Per cui ritenendo di 14 m. la velocità del vento per secondo, esso svilupperà per ogni metro quadrato di superficie una pressione

$$q=0{,}08\times1{,}00\times14^2=\text{chg. } 15{,}68.$$

Il lavoro P sviluppato per ogni secondo dall'azione del vento sarà

$$P=15{,}68\times14=219{,}52.$$

Ossia nel nostro caso, in cui il tetto forma con l'orizzontale un angolo di 12°,5′,30″, la pressione per m.² di copertura dovuta all'azione del vento sarà

$$p=219{,}52\ \text{sen}\ 12°,5',30''=46;$$

3° Il peso di materiali ed operai saliti per riparazioni possibili alla copertura. Qui conviene notare che in generale, a meno di circostanze veramente eccezionali, sarà sempre possibile di fare le riparazioni alla copertura quando la neve non coprirà il tetto ed in un momento in cui non siavi per aria la minaccia di una tempesta, per cui sembrerebbe giusto di escludere affatto l'ipotesi che i tre carichi accidentali possano contemporaneamente gravitare sulla copertura. — Tuttavia potrebbe darsi il caso che, avendo la neve raggiunta l'altezza di 0m,60, nel timore che ne possa cadere dell'altra, si credesse conveniente di ordinarne lo sgombro anche in tempo di vento; per, cui per tener conto anche di questa circostanza, ammetteremo che il carico dovuto agli operai coi rispettivi utensili sia di 24 chg. per m.² di copertura.

Riassumendo, il carico per m.² di copertura sarà:

Carico permanente o peso della lamiera		chg. 20	
Carico accidentale	Neve	chg. 30	» 100
	Vento	» 46	
	Operai	» 24	
Peso totale per ogni m.² di copertura		Chg.	120

Travi longitudinali od arcarecci. — La copertura essendo sostenuta da quattro arcarecci equidistanti fra loro, il carico retto da questi dovuto alla copertura sarà per millimetro lineare

$$p_1=\frac{1}{1000}\times\frac{4.20}{3}\times\frac{1}{\cos 12°\,5'\,30''}\times120=0.17181\ \text{chg.}$$

Dietro calcoli previamente instituiti, si è adottato per sezione trasversale di questi arcarecci quella in margine notata. Il peso proprio per millimetro lineare di trave sarà

$$p_2=\frac{1}{1000}\left\{0.060\times0.145-0.052\times0.125\right\}7800=0.01716\ \text{chg.}$$

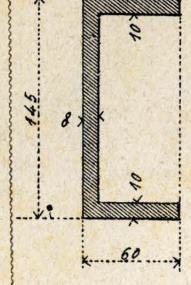


Fig. 73.

ed il peso totale uniformemente distribuito sulle travi sarà

$$P=p_1+p_2=0.18897\ \text{chg.}$$

Calcolo ora il lavoro del ferro per mm. quadrato di sezione.

La portata degli arcarecci espressa in millimetri essendo $l=4850$, il momento di rottura sulla metà del trave sarà

$$m=\frac{pl^2}{8}=\frac{0.18897\times\overline{4850}^2}{8}=555630.$$

Il momento di resistenza sarà

$$\frac{I}{Z}=0.167\,\frac{60\times\overline{145}^3-52\times\overline{125}^3}{145}=93698.$$

Dall'equazione

$$m=K\frac{I}{Z}.$$

Facendo le opportune sostituzioni si ricava il carico di sicurezza o lavoro del ferro per mm. quadrato di sezione

$$K=\frac{555630}{93698}=5.93$$

ancora inferiore a quello ammesso generalmente di 6 chg. pel ferro sottoposto a sforzi di flessione.

Capriate. — Le capriate sono essenzialmente costituite di una trave principale A, portata da una mensola B ed assicurata al muro mediante un tirante C, il quale funziona contemporaneamente da catena del fabbricato. Ciò posto, il tirante C impedirà la rotazione della trave A: la mensola B porterà la trave: la trave si potrà considerare incastrata nel muro.

Calcoliamo separatamente questi diversi membri.

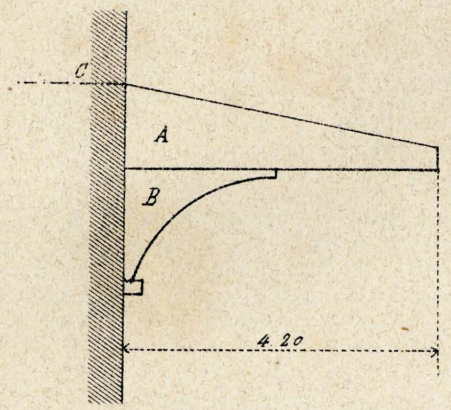


Fig. 74.

Calcolo delle travi. — Le travi principali si possono dunque considerare come incastrate nel muro e caricate di pesi nei punti d'appoggio degli arcarecci. Cerchiamo il valore numerico di questi carichi in chilogrammi. Essi saranno:

in *a* e *d* peso dell'arcareccio $4.85 \times 17.16 = 83.226$
carico della copertura $4.85 \times 0.70 \times 120 = 407.400$
$= 490.626$

in *b* e *c* peso dell'arcareccio $4.85 \times 17.16 = 83.226$
carico della copertura $4.85 \times 1.40 \times 120 = 814.800$
$= 898.026$

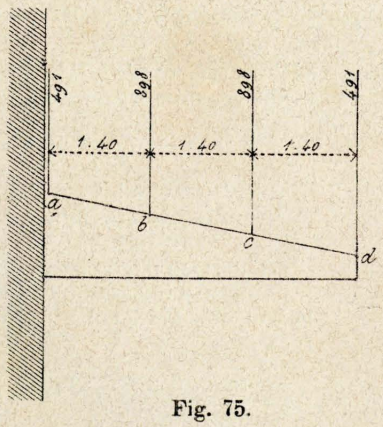


Fig. 75.

Rappresentazione grafica dei momenti inflettenti e degli sforzi di taglio. — Cerchiamo i momenti d'inflessione nei punti *a*, *b*, *c* e *d*, avremo:

in *a* $Ma = 898 \times 1400 + 898 \times 2800 + 491 \times 4200 = 5833800$
» *b* $Mb = 898 \times 1400 + 491 \times 2800 = 2632400$
» *c* $Mc = 491 \times 1400 = 687600$
» *d* $Md = 491 \times 0 = 0$

Cerchiamo parimente in corrispondenza degli stessi punti gli sforzi di taglio cui sarà sottoposto il trave, avremo:

in *a* $Fa = 491 + 2 \times 898 + 491 = 2778$
» *b* $Fb = 2 \times 898 + 491 = 2287$
» *c* $Fc = 898 + 491 = 1389$
» *d* $Fd = 491 = 491$

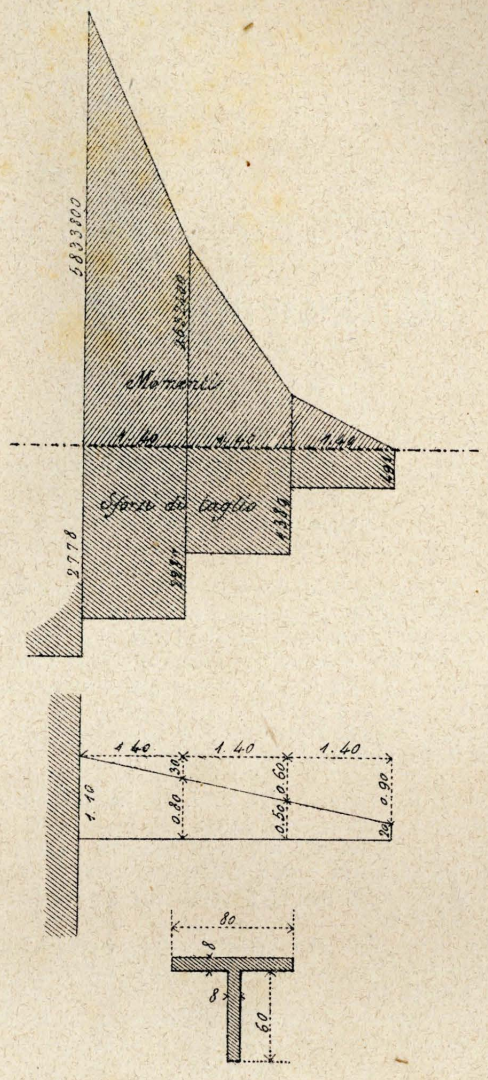


Fig. 76.

Per ragioni architettoniche si è creduto conveniente di assegnare alla trave il profilo qui sotto disegnato.

Sia esso costituito da due ferri a T semplice rilegati e tenuti solidali fra loro da montanti posti in corrispondenza dei punti d'appoggio degli arcarecci.

I ferri a T abbiano le dimensioni segnate nello schizzo.

Cerchiamo il lavoro unitario del ferro per rapporto agli sforzi d'inflessione in corrispondenza dei punti d'appoggio degli arcarecci.

In questa ricerca mi servirò della formola pratica

$$M = K \omega H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

nella quale sono:

M il momento di rottura;
ω la superficie della sezione traversa dei ferri;
H l'altezza della trave;
K il carico di sicurezza o lavoro del ferro per mm. quadrato.

Nel nostro caso: M ed H hanno i valori già conosciuti

$$\omega = (80 + 60) \times 8 = 1120.$$

Dall'equazione (α) si ottiene

$$K = \frac{M}{\omega H}$$

che ci servirà, colle opportune sostituzioni, a trovare i valori numerici del lavoro del ferro in corrispondenza dei punti d'appoggio degli arcarecci.

Avremo in

$$a \quad K=\frac{5833800}{1120\times1100}=4.74$$

$$b \quad K=\frac{2632400}{1120\times800}=2.94$$

$$c \quad K=\frac{687600}{1120\times500}=1.23$$

$$d \quad K=\frac{0}{200}=0$$

Tutti questi diversi valori di K sono al disotto del carico di sicurezza ammesso di 6 chilogrammi per mm. quadrato.

Per resistere agli sforzi di taglio e mantenere a distanza invariabile fra di loro i due ferri a T servono i montanti da collocarsi al disotto dei punti d'appoggio degli arcarecci.

Il montante in *a* deve neutralizzare lo sforzo di taglio in quel punto che abbiamo visto essere di chg. 2778, per cui, adottando una sezione eguale a quella dei ferri a T delle travi, lo spessore di compressione per mm. quadrato di sezione sarà

$$K=\frac{2778}{(80+60)8}=2.48.$$

Nel punto *b* lo sforzo di taglio è di chilogrammi 2287, per cui, supponendo che lo sforzo unitario di resistenza alla compressione debba essere come il precedente, converrà che la superficie della sezione traversa del montante sia

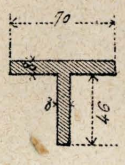


Fig. 77.

$$\frac{2287}{2.48}=9.34$$

superficie eguale a quella della sezione controindicata.

Per semplicità d'esecuzione si adotterà la stessa sezione anche pel montante in *c*. In *d* non sarà necessario alcun montante, giacchè per vincere la forza verticale in quel punto saranno sufficienti le squadre che uniscono i ferri a T fra di loro e colla mantovana.

Calcoliamo ora il tirante. — Come abbiamo già osservato, l'ufficio del tirante C è quello di impedire che la

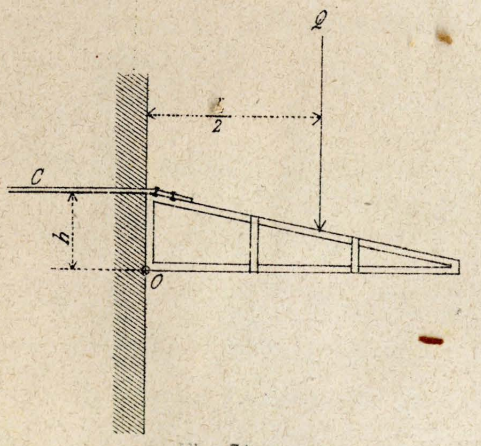


Fig. 78.

trave sollecitata dal carico Q (composto del peso proprio della capriata e di quello dei carichi permanenti ed accidentali) ruoti attorno al proprio asse neutro. Nella sezione d'attacco del trave si svilupperà quindi una coppia di forze orizzontali di cui la inferiore in O, che sarà eliminata dalla resistenza del muro, e la superore in C che sarà eliminata dal tirante. Per trovare il valore numerico della sezione del tirante serve la già nota formola pratica (α), Avremo

$$m=K\,\omega\,h$$

dalla quale

$$\omega=\frac{m}{Kh} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta)$$

nella quale:

ω è la sezione cercata;

$m=\frac{QL}{2}$ (approssimativamente) il momento di rottura essendo L=4200 mm.;

K il carico di sicurezza ammesso di 6 chilogr. per mm. quadrato;

Kω lo sforzo di trazione sopportato dal tirante;

h l'altezza del trave nella sezione d'incastro eguale a 1100 mm.

Cerchiamo ora il valore di Q.

Peso proprio della Capriata.

Ferri a T (4.20+4.30) (0.08+0.06)×0.008	m.³	0.00952
Montanti in *a*: 1.10 (0.08+0.06)×0.008 . .	»	0.00123
Montanti mediani (0.80+0.50)(0.07+0.046)×0.008	»	0.00012
Mantovana 4.85×0.40×0.002	»	0.00388
Chg. 7800×0.01475		
Totale *peso proprio*: = Chg.		115
Peso degli arcarecci.		
4×4.85(0.06×0.145 − 0.052×0.125)7800	»	333
Carico della copertura.		
4.85×4.30×120	»	2502
Q=Chg.		2950

Per cui $m=\frac{2950\times4200}{2}=6195000.$

Sostituendo ora nella (β) ad *m*, *h*, K i loro valori, si avrà che la superficie trasversale del tirante C espresso in mm. quadrati sarà

$$\omega=\frac{6195000}{6\times1100}=939.$$

Fig. 79.

Si adotterà la sezione rettangolare in margine segnata.

Calcolo della mensola. — L'ufficio della mensola è quello di portare e sorreggere il trave. Si potrà considerare come un solido incastrato nel muro, caricato d'un peso *p* uniformemente distribuito per mm. lineare e caricato all'estremo libero di un peso fisso P.

Quest'ultimo peso sarà eguale allo sforzo tagliante del trave all'estremo libero della mensola e che abbiamo già trovato di chg. 1389.

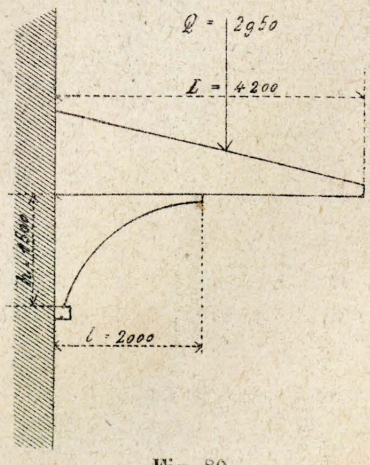


Fig. 80.

Cerchiamo il peso *p* uniformemente distribuito. Sarà per la sezione d'incastro

$$\frac{QL}{2}=Pl+\frac{pl^2}{2}$$

dalla quale

$$p=\frac{2}{l^2}\left(\frac{QL}{2}-Pl\right)$$

e facendo le opportune sostituzioni

$$p=1.71.$$

Troviamo un solido di eguale resistenza atto ad equilibrare gli sforzi d'inflessione, a cui è sottoposta la mensola. Sia esso costituito da due ferri a T di ghisa delle dimensioni segnate nello schizzo controindicato e cerchiamo con quale legge deve variare l'altezza della mensola affinchè questa soddisfi alle condizioni volute.

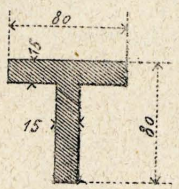


Fig. 81.

In una sezione qualunque ad una distanza x dall'estremo libero il momento d'inflessione sarà

$$m=\frac{px^2}{2}+Px$$

mentre che il momento di resistenza sarà

$$\frac{KI}{Z}=K\omega Z$$

e per l'equilibrio

$$K\omega Z=\frac{px^2}{2}+Px$$

dalla quale

$$Z=\frac{1}{K\omega}\left\{\frac{px^2}{2}+Px\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (\gamma)$$

che ci darà l'altezza della mensola corrispondente ad una distanza x dall'estremo libero.

Nel nostro caso p e P hanno i valori già noti: 1,71 e 1389 rispettivamente.

K si prenderà per la ghisa $=2.50$ chg.

$\omega=(80+65)\times 15=2175$.

Per mezzo dell'equazione (γ) calcoliamo le altezze del solido per sezioni distanti 0,50 una dall'altra, ossia per valori di x successivamente $=0$, 500, 1000, 1500 e 2000, ed avremo:

Per la sezione a	0.00	dall'estremo libero	Z= 0
»	0.50	»	Z= 167
»	1.00	»	Z= 413
»	1.50	»	Z= 737
»	2.00	»	Z=1131

A fianco diamo lo schizzo di una mensola che presenta la voluta resistenza all'inflessione, giacchè in ogni sua sezione verticale l'altezza supera quella della mensola teorica cercata.

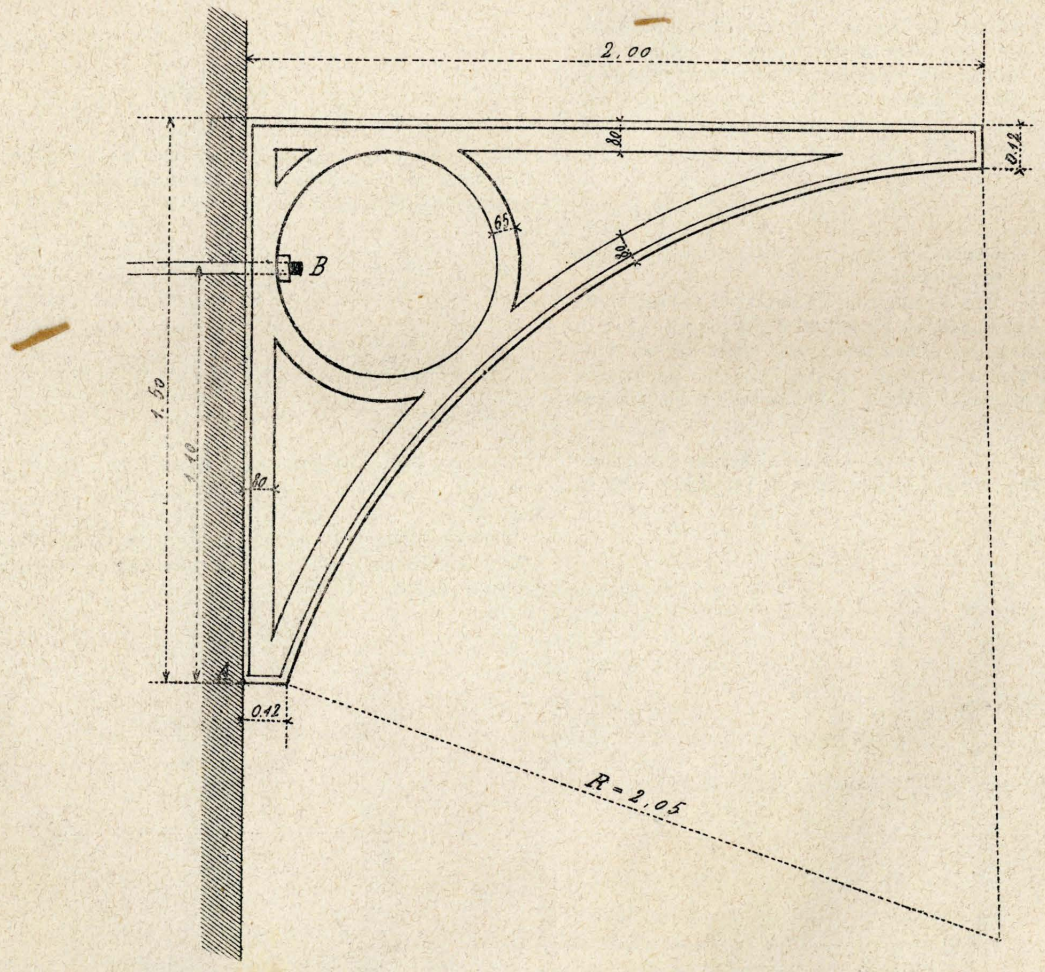


Fig. 82.

La zona circolare inscritta nella mensola, mentre aggiunge una certa eleganza alla forma di questa ultima, serve anche a render sempre più solidali fra di loro i suoi membri.

Rimane ancora a calcolare la sezione del bolzone che tiene assicurata la mensola al muro.

La mensola, come abbiamo già visto, è caricata di un peso p uniformemente distribuito per mm. lineare e d'un peso P fisso all'estremo libero. Esso tenderà a rotare attorno al suo punto d'appoggio in A. Il bolzone in B impedisce questa rotazione, e perciò, prendendo i momenti rispetto al punto A, si avrà

$$K\omega\times 1100=\frac{pl^2}{2}+Pl=\frac{1.71\times 2000^2}{2}+1389\times 2000$$

e facendo K=6 si avrà la sezione del bolzone

$$\omega=\left\{\frac{1.71\times\overline{2000}^2}{2}+1389\times 2000\right\}\frac{1}{6\times 1100}=938 \text{ m.m. quad.}$$

Se la sezione è quadra, il suo lato sarà $0^m,0306$.

In quanto alla resistenza agli sforzi di taglio non si è nemmeno presa in considerazione, giacchè in qualunque punto la mensola resisterebbe al massimo sforzo di taglio.

Parma, agosto 1882. *Ing.* Berengario Bajardi.

COSTRUZIONI METALLICHE

DEL VALORE DEL COEFFICIENTE DI ELASTICITÀ

che corrisponde ai risultati effettivi delle prove di resistenza di alcune travature in ferro rettilinee ed a traliccio.

MEMORIA *dell'Ing.* G. B. BIADEGO.

II.

APPLICAZIONI.

(Continuazione e fine).

Calcolo rigoroso del valore di E.

Ponti a più luci ed a travature continue.

1. — Ponte a 3 luci sui Rivoli Misigulis e Pissanda.

A. Travata centrale (sopracarico sopra la sola travata centrale).

a) Parte del valore di E proveniente dagli sforzi di flessione

$$l_1 = l_3 = 18.95 \text{ m.}$$
$$l_2 = 22.90 \quad »$$

$a_1 = 1.00$ m. $\quad I_1 = 0.042\ 200$
$a_2 = 1.90$ » $\quad I_2 = 0.034\ 400$
$a_3 = 8.15$ » $\quad I_3 = 0.026\ 700$
$a_4 = \frac{l}{2} = 11.45$ m. $\quad I_4 = 0.031\ 300$

$p = 2100$ Ch. (sopracarico)
$m_2 = m_3 = 58\ 500$ Ch.
$f = 0.011$ m.

onde

$$\Delta_1 E = \frac{124809000}{0.011} = 11.35 \times 10^9$$

b) Parte del valore di E proveniente dagli sforzi di taglio

$b_1 = 2.95$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 20\ 16$ mq.
$b_2 = 6.95$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 15\ 00$ »
$b_3 = \frac{l}{2} = 11.45$ m. $\quad \omega_3 = 0.00\ 10\ 56$ »

$G_1 = 0.01\ 22$ $\quad I_1 = 0.03\ 44$
$G_2 = 0.00\ 97$ $\quad I_2 = 0.02\ 67$
$G_3 = 0.01\ 12$ $\quad I_3 = 0.03\ 13$
$d = 1.00$ m. $\quad p_2 = 2100$ Ch.

si ha

$$\Delta_2 E = \frac{2100 \times 42420}{2 \times 0.011} = 4.05 \times 10^9$$

onde

$$E = 11.35 + 4.05 = 15.40 \times 10^9$$

B. Travate laterali (sopracarico sopra una delle travate estreme).

a) Parte del valore di E proveniente dagli sforzi di flessione

$$l_1 = l_3 = 18.95 \text{ m.}$$
$$l_2 = 22.90 \quad »$$

$a_1 = 4.20$ m. $\quad I_1 = 0.026\ 700$
$\frac{l}{2} = 9.475$ » $\quad I_2 = 0.031\ 300$
$a_2 = 10.80$ » $\quad I_3 = 0.026\ 700$
$a_3 = 17.05$ » $\quad I_4 = 0.034\ 400$
$a_4 = 17.95$ » $\quad I_5 = 0.042\ 200$
$a_5 = l = 18.95$ m.
$p_1 = 2100$ Ch. $\quad m_1 = 0$
$m_2 = 46\ 546$ Ch.

si ha

1ª travata $\quad \Delta_1 E = \frac{84\ 412\ 993}{0.006} = 14.07 \times 10^9$

3ª travata $\quad \Delta_1 E = \frac{84\ 412\ 993}{0.0105} = 8.04 \times 10^9$.

b) Parte del valore di E proveniente dagli sforzi di taglio

$b_1 = 3.00$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 15\ 00$ m. q.
$\frac{l}{2} = 9.475$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 10\ 56$ »
$b_2 = 12.00$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 15\ 00$ »
$b_3 = 16.00$ » $\quad \omega_4 = 0.00\ 20\ 16$ »
$b_4 = l = 18.95$ m. $\quad d = 1.00$ m.

$G_1 = 0.00\ 97$ $\quad I_1 = 0.02\ 67$
$G_2 = 0.01\ 12$ $\quad I_2 = 0.03\ 13$
$G_3 = 0.00\ 97$ $\quad I_3 = 0.02\ 67$
$G_4 = 0.01\ 22$ $\quad I_4 = 0.03\ 44$
$p_1 = 2100$ $\quad m_2 = 46\ 546$

1ª travata $\quad \Delta_2 E = \frac{32\ 436\ 300}{0.006} = 5.40 \times 10^9$

3ª travata $\quad \Delta_2 E = \frac{32\ 436\ 300}{0.0105} = 3.09 \times 10^9$.

Valore di E

1ª travata $\quad E = 14.07 + 5.40 = 19.47 \times 10^9$
3ª travata $\quad E = 8.04 + 3.09 = 11.13 \times 10^9$.

Si sono calcolati in questo caso i due valori di E per le 2 travate estreme separatamente, e ciò per la soverchia diversità tra le due inflessioni rispettive. Tale sproporzione è da attribuirsi a circostanze speciali verificatesi durante la montatura della travata.

2. — Ponte a 3 luci sul fiume Resia.

A. Travata centrale (sopracarico sopra la sola travata centrale).

a) Parte del valore di E proveniente dagli sforzi di flessione

$$l_1 = l_3 = 17.03 \text{ m.}$$
$$l_2 = 20.74 \quad »$$

$a_1 = 1.40$ m. $\quad I_1 = 0.028\ 400$
$a_2 = 2.30$ » $\quad I_2 = 0.022\ 350$
$a_3 = 7.20$ » $\quad I_3 = 0.016\ 420$
$\frac{l}{2} = a_4 = 10.37$ m. $\quad I_4 = 0.019\ 370$

$p_1 = 2100$ Ch. (sopracarico)
$m_2 = m_3 = 47370$ Ch.
$f = 0.008\ 25$ m. (media)

onde

$$\Delta_1 E = \frac{137\ 769\ 720}{0.00\ 825} = 16.69 \times 10^9.$$

b) Parte del valore di E dovuta agli sforzi di taglio

$b_1 = 4.13$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 26\ 04$ m. q.
$b_2 = 7.25$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 20\ 16$ »
$b_3 = \frac{l}{2} = 10.37$ m. $\quad \omega_3 = 0.00\ 16\ 39$
$d = 1.04$ m.

$G_1 = 0.00\ 95\ 70$ $\quad I_1 = 0.022\ 350$
$G_2 = 0.00\ 75\ 30$ $\quad I_2 = 0.016\ 420$
$G_3 = 0.00\ 87\ 50$ $\quad I_3 = 0.019\ 370$

si ha

$$\Delta_2 E = \frac{32\ 071\ 200}{0.00\ 825} = 3.88 \times 10^9$$

onde

$$E = 16.69 + 3.88 = 20.57 \times 10^9.$$

B. Travate estreme (sopracarico su una delle travate estreme).

a) Valore di $\Delta_1 E$

$a_1 = 3\ 56$ m. $\quad I_1 = 0.016400$

$\frac{l}{2} = 8.515$ » $\quad I_2 = 0.019400$

$a_2 = 9.76$ » $\quad I_3 = 0.016400$

$a_3 = 14.73$ » $\quad I_4 = 0.022400$

$a_4 = 15.63$ » $\quad I_5 = 0.028400$

$a_5 = 17.03$ »

$p = 2100$ Ch. (sopracarico)

$m_1 = 0 \qquad m_2 = 37\ 715$ Ch.

$f = 0.0065$ m. (medio)

onde

$$\Delta_1 E = \frac{88\ 757\ 812}{0.0065} = 13.66 \times 10^9.$$

b) Valore di $\Delta_2 E$

$b_1 = 3.54$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 20\ 16$ mq.

$\frac{l}{2} = 8.515$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 16\ 39$ »

$b_2 = 9.78$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 20\ 16$ »

$b_3 = 12.90$ » $\quad \omega_4 = 0.00\ 26\ 04$ »

$b_4 = l = 17.03$ m.

$p = 2100$ Ch. (sopracarico)

$m_0 = 0 \qquad m_1 = 37\ 715$ Ch.

$G_1 = .00\ 75\ 30 \quad I_1 = 0.016\ 420$

$G_2 = 0.00\ 87\ 50 \quad I_2 = 0.019\ 370$

$G_3 = 0.00\ 75\ 30 \quad I_3 = 0.016\ 420$

$G_4 = 0.00\ 95\ 70 \quad I_4 = 0.022\ 350$

si ha

$$\Delta_2 E = \frac{22\ 231\ 965}{0.0065} = 3.42 \times 10^9$$

onde

$$E = 13.66 + 3.42 = 17.08 \times 10^9.$$

3. — Ponte a 5 luci sul fiume Fella a Ponteperaria.

A. Travata intermedia (centrale), Ipotesi del sopracarico sulla sola travata centrale.

a) Valore di $\Delta_1 E$

$l_1 = l_5 = 28.70$ m. $\quad l_2 = l_3 = l_4 = 34.80$ m.

$p = 2600$ Ch. (sopracarico)

$m_3 = m_4 = 164\ 835$ Ch.

$a_1 = 1.60$ m. $\quad I_1 = 0.143\ 280$

$a_2 = 3\ 28$ » $\quad I_2 = 0.114\ 076$

$a_3 = 13.52$ » $\quad I_3 = 0.085\ 230$

$a_4 = \frac{l}{2} = 17.40$ m. $\quad I_4 = 0.114\ 076$

$f = 0.01825$ m. (media)

si ha

$$\Delta_1 E = \frac{252\ 020\ 220}{0.01825} = 13.81 \times 10^9.$$

b) Valore di $\Delta_2 E$

$b_1 = 4.80$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 45\ 00$

$b_2 = 12.00$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 32\ 78$

$b_3 = 17.40$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 16\ 39$

$G_1 = 0.030\ 723 \quad I_1 = 0.114\ 076$

$G_2 = 0.023\ 283 \quad I_2 = 0.085\ 230$

$G_3 = 0.030\ 723 \quad I_3 = 0.114\ 076$

$d = 1.80$ m.

si ha

$$\Delta_2 E = \frac{80\ 232\ 100}{0.01825} = 4.40 \times 10^9$$

onde

$$E = 13.81 + 4.40 = 18.21 \times 10^9.$$

B. Travate intermedie 2ª e 4ª (ipotesi del sopracarico sopra la 2ª o la 4ª travata).

a) Valore di $\Delta_1 E$

$l_1 = l_5 = 28.70$ m. $\quad l_2 = l_3 = l_4 = 34.80$ m.

$a_1 = 1.60$ m. $\quad I_1 = 0.143\ 280$

$a_2 = 3.20$ » $\quad I_2 = 0,114\ 076$

$a_3 = 14.00$ » $\quad I_3 = 0.085\ 230$

$a_4 = 17.40$ » $\quad I_4 = 0.114\ 076$

$p = 2600$ Ch. (sopracarico) $\quad f = 0.018125$ m.

$m_2 = 167\ 756$ Ch. $\quad m_3 = 163\ 774$ Ch.

si ha

$$\Delta_1 E = \frac{247\ 349\ 640}{0.018125} = 13.64 \times 10^9.$$

b) Valore di $\Delta_2 E$

$b_1 = 4.80$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 45$

$b_2 = 12.00$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 32\ 78$

$b_3 = 17.40$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 16\ 39$

$G_1 = 0.030\ 723 \quad I_1 = 0.114\ 076$

$G_2 = 0.023\ 283 \quad I_2 = 0.085\ 230$

$G_3 = 0.030\ 723 \quad I_3 = 0.114\ 076$

$d = 1.80$ m.

si ha

$$\Delta_2 E = \frac{2600 \times 62\ 367}{2 \times 0.018125} = 4.48 \times 10^9.$$

onde

$$E = 13.64 + 4.48 = 18.12 \times 10^9.$$

C. Travate estreme, 1ª e 5ª travata (sopracarico sulla sola 1ª o 5ª travata).

a) Valore di $\Delta_1 E$

$a_1 = 7.42$ m.

$\frac{l}{2} = 14.35$ » $\quad I_1 = 0.085\ 230$

$a_2 = 15.18$ » $\quad I_2 = 0.114\ 076$

$a_3 = 25.42$ » $\quad I_3 = 0.085\ 230$

$a_4 = 27.10$ » $\quad I_4 = 0.114\ 076$

$l = 28.70$ » $\quad I_5 = 0.143\ 280$

$p = 2600$ Ch.

$m_1 = 0 \qquad m_2 = 132\ 640$ Ch.

$f = 0.0135$ m. (media)

si ha

$$\Delta_1 E = \frac{165\ 963\ 791}{0.0135} = 12.30 \times 10^9.$$

b) Valore di $\Delta_2 E$

$b_1 = 5.90$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 32\ 78$ mq.

$\frac{l}{2} = 14.35$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 16\ 40$ »

$b_2 = 16.70$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 32\ 78$ »

$b_3 = 23.90$ » $\quad \omega_4 = 0.00\ 45\ 00$ »

$b_4 = 28.70$ » $\quad d = 1.80$ m.

$G_1 = 0.023\ 283 \quad I_1 = 0.085\ 230$

$G_2 = 0.030\ 723 \quad I_2 = 0.114\ 076$

$G_3 = 0.023\ 283 \quad I_3 = 0.085\ 230$

$G_4 = 0.030\ 723 \quad I_4 = 0.114\ 076$

si ha

$$\Delta_2 E = \frac{58\ 699\ 520}{0.0135} = 4.35 \times 10^9$$

onde

$$E = 12.30 + 4.35 = 16.65 \times 10^9.$$

4. — Ponte a 6 luci sul fiume Fella a Chiusaforte.

a) Valore di $\Delta_1 E$

$l_1 = l_2 = 75.00$ m. $\quad p = 2000$ Ch. (sopracarico)

$m_2 = 703\ 125$ Ch.

$a_1 = 15.00$ m. $\quad I_1 = 0.809\ 380$

$\frac{l}{2} = 37.50$ »

$a_2 = 47.00$ » $\quad I_2 = 1.066\ 460$

$a_3 = 68.00$ » $\quad I_3 = 0.809\ 380$

$a_4 = 70.00$ » $\quad I_4 = 1.046\ 630$

$a_5 = 73.00$ » $\quad I_5 = 1.304\ 620$

$a_6 = l = 75.00$ m. $\quad I_6 = 1.563\ 460$

$f = 0.032$

si ha

$$\Delta_1 E = \frac{574\ 113\ 400}{0.032} = 17.94 \times 10^9.$$

b) Valore di $\Delta_2 E$

$b_1 = 11.80$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 53\ 82$

$b_2 = 47.80$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 45\ 12$

$b_3 = 57.40$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 53\ 82$

$b_4 = 67.00$ » $\quad \omega_4 = 0.00\ 67\ 50$

$l = 75$ » $\quad \omega_5 = 0.00\ 79\ 22$

$G_1 = 0.115\ 710$ $\quad I_1 = 0.809\ 400$

$G_2 = 0.148\ 270$ $\quad I_2 = 1.066\ 500$

$G_3 = 0.115\ 710$ $\quad I_3 = 0.809\ 400$

$G_4 = 0.115\ 710$ $\quad I_4 = 0.809\ 400$

$G_5 = 0.183\ 660$ $\quad I_5 = 1.304\ 000$

$d = 2\ 40$ m.

si ha

$$\Delta_2 E = \frac{115\ 710\ 000}{0.032} = 3.61 \times 10^9$$

onde

$$E = 17.94 + 3.61 = 21.55 \times 10^9.$$

5. — Ponte a 4 travate sul torrente Dogna.

A. Travate intermedie, 2ª e 4ª travata (sopracarico sulla sola 2ª o 4ª travata).

Trave a monte.

a) Valore di $\Delta_1 E$

$l_1 = l_4 = 37.95$ m. $\quad l_2 = l_3 = 45.60$ m.

$a_1 = 0.80$ m. $\quad I_1 = 0.301\ 076$

$a_2 = 2.30$ » $\quad I_2 = 0.250\ 645$

$a_3 = 5.70$ » $\quad I_3 = 0.200\ 740$

$a_4 = 14.40$ » $\quad I_4 = 0.151\ 360$

$a_5 = 22.80$ » $\quad I_5 = 0.209\ 020$

$f = 0.025$ m. $\quad p = 2450$ Ch. (sopracarico)

$m_2 = 274\ 244$ Ch. $\quad m_3 = 268\ 165$ Ch.

$$\Delta_1 E = \frac{351\ 938\ 600}{0.025} = 14.08 \times 10^9.$$

b) Valore $\Delta_2 E$

$b_1 = 4.80$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 45\ 44$

$b_2 = 10.80$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 33\ 75$

$b_3 = 16.80$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 24\ 31$

$b_4 = 22.80$ » $\quad \omega_4 = 0.00\ 15\ 00$

$G_1 = 0.05\ 71\ 60$ $\quad I_1 = 0.250\ 700$

$G_2 = 0.03\ 53\ 30$ $\quad I_2 = 0.151\ 360$

$G_3 = 0.03\ 53\ 30$ $\quad I_3 = 0.151\ 360$

$G_4 = 0.04\ 80\ 30$ $\quad I_4 = 0.209\ 000$

$d = 1.50$ m.

$$\Delta_2 E = \frac{99\ 225\ 000}{0.025} = 3.97 \times 10^9.$$

Valore di E

$$E = 14.08 + 3.97 = 18.05 \times 10^9.$$

Trave a valle.

a) Valore di $\Delta_1 E$

$l_1 = l_4 = 37.45$ m. $\quad l_2 = l_3 = 45.00$ m.

$a_1 = 0.80$ m. $\quad I_1 = 0.292\ 635$

$a_2 = 2.30$ » $\quad I_2 = 0.250\ 645$

$a_3 = 5,70$ » $\quad I_3 = 0.200\ 740$

$a_4 = 13.80$ » $\quad I_4 = 0.151\ 360$

$\frac{l}{2} = 22.50$ » $\quad I_5 = 0.192\ 474$

$p = 2450$ Ch. (sopracarico)

$m_2 = 267\ 080$ Ch. $\quad m_3 = 261\ 160$ Ch.

$$\Delta_2 E = \frac{353\ 791\ 740}{0.0235} = 15.05 \times 10^9.$$

b) Valore di $\Delta_2 E$

$b_1 = 4.50$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 45\ 44$ mq.

$b_2 = 10.50$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 33\ 75$ »

$b_3 = 16.50$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 24\ 31$ »

$\frac{l}{2} = 22.50$ » $\quad \omega_4 = 0.00\ 15\ 00$ »

$G_1 = 0.05\ 71\ 60$ $\quad I_1 = 0.251\ 000$

$G_2 = 0.03\ 53\ 30$ $\quad I_2 = 0.151\ 400$

$G_3 = 0.03\ 53\ 30$ $\quad I_3 = 0.151\ 400$

$G_4 = 0.04\ 44\ 00$ $\quad I_4 = 0.192\ 500$

$$\Delta_2 E = \frac{97\ 902\ 000}{0.0235} = 4.12 \times 10^9.$$

Valore di E

$$E = 15.05 + 4.12 = 19.17 \times 10^9.$$

Travate intermedie.

Riassunto. — Si considera tutto il sistema resistente costituito dalle 2 travi principali.

$$f = \frac{24.5 + 23.5 + 25 + 23}{4} = 0.024 \text{ m. (valore medio)}$$

a) Flessione

$$\Delta_1 E = \frac{353\ 791\ 740 + 351\ 938\ 600}{2 \times 0.024} = 14.70 \times 10^9$$

b) Taglio

$$\Delta_2 E = \frac{99\ 225\ 000 + 97\ 902\ 000}{2 \times 0.024} = 4.11 \times 10^9$$

onde

$$E = 14.70 + 4.11 = 18.81 \times 10^9.$$

B. Travate estreme, 1ª e 4ª travata (sopracarico sulla sola 1ª o sulla sola 4ª travata).

Trave a monte.

a) Valore di $\Delta_1 E$

$l_1 = l_4 = 37.95$ m. $\quad l_2 = l_3 = 45.60$ m.

$p = 2450$ Ch. (sopracarico)

$m_1 = 0$ $\quad m_2 = 216\ 938$ Ch.

$a_1 = 6.75$ m.

$\frac{l}{2} = 18.975$ » $\quad I_1 = 0.151\ 360$

$a_2 = 23.55$ » $\quad I_2 = 0.209\ 020$

$a_3 = 32.25$ » $\quad I_3 = 0.151\ 360$

$a_4 = 35.65$ » $\quad I_4 = 0.200\ 741$

$a_5 = 37.15$ » $\quad I_5 = 0.250\ 645$

$a_6 = l = 37.95$ m. $\quad I_6 = 0.301\ 076$

$$\Delta_2 E = \frac{242\ 365\ 575}{0.01875} = 12.92 \times 10^9.$$

b) Valore di $\Delta_2 E$

$b_1 = 9.15$ m. $\quad \omega_1 = 0.00\ 24\ 31$ m. q.

$\frac{l}{2} = 18.975$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 15\ 00$

$b_2 = 21.15$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 24\ 31$

$b_3 = 27.15$ » $\quad \omega_4 = 0.00\ 33\ 75$

$b_4 = 33.15$ » $\quad \omega_5 = 0.00\ 45\ 44$

$b_5 = l = 37.95$ m. $\quad d = 1.50$ m.

$G_1 = 0.03\ 53\ 30 \quad I_1 = 0.151\ 360$

$G_2 = 0.04\ 80\ 30 \quad I_2 = 0.250\ 700$

$G_3 = 0.03\ 53\ 30 \quad I_3 = 0.151\ 360$

$G_4 = 0.03\ 53\ 30 \quad I_4 = 0.151\ 360$

$G_5 = 0.05\ 71\ 60 \quad I_5 = 0.209\ 000$

$$\Delta_2 E = \frac{78\ 500\ 667}{0.01875} = 4.19 \times 10^9.$$

Trave a valle.

a) Valore di $\Delta_1 E$

$l_1 = l_1 = 37.45$ m. $\quad l_2 = l_3 = 45.00$

$p = 2450$ Ch.

$m_1 = 0 \quad m_2 = 212\ 266$ Ch.

$a_1 = 6.25$ m.

$\frac{l}{2} = 18.725$ » $\quad I_1 = 0.151\ 360$

$a_2 = 23.65$ » $\quad I_2 = 0.192\ 474$

$a_3 = 31.75$ » $\quad I_3 = 0.151\ 360$

$a_4 = 35.15$ » $\quad I_4 = 0.200\ 740$

$a_5 = 36.65$ » $\quad I_5 = 0.250\ 645$

$a_6 = l = 37.45$ m. $\quad I_6 = 0.292\ 635$

$f = 0.01725$ »

$$\Delta_1 E = \frac{242\ 136\ 890}{0.01725} = 14.04 \times 10^9.$$

b) Valore di $\Delta_2 E$

$p = 2450$ Ch. $\quad d = 1.50$ m.

$b_1 = 8.95$ m.

$\frac{l}{2} = 18.725$ » $\quad \omega_1 = 0.00\ 24\ 31$ mq.

$b_2 = 20.95$ » $\quad \omega_2 = 0.00\ 15\ 00$ »

$b_3 = 26.95$ » $\quad \omega_3 = 0.00\ 24\ 31$ »

$b_4 = 32.95$ » $\quad \omega_4 = 0.00\ 33\ 75$ »

$b_5 = l = 37.45$ m. $\quad \omega_5 = 0.00\ 45\ 44$ »

$G_1 = 0.03\ 53\ 30 \quad I_1 = 0.15\ 14$

$G_2 = 0.04\ 44\ 00 \quad I_2 = 0.19\ 25$

$G_3 = 0.03\ 53\ 30 \quad I_3 = 0.15\ 14$

$G_4 = 0.04\ 44\ 00 \quad I_4 = 0.15\ 14$

$G_5 = 0.05\ 71\ 60 \quad I_5 = 0.25\ 10$

$$\Delta_2 E = \frac{80\ 432\ 134}{0.01725} = 4.70 \times 10^9.$$

Travate estreme.

Riassunto. — Si considera tutto il sistema resistente costituito dalle 2 travi principali quella a monte e l'altra a valle.

$$f = \frac{18 + 16.5 + 19 + 18.5}{4} = 0.018 \text{ m. (valor medio).}$$

$$\Delta_1 E = \frac{242\ 365\ 575 + 242\ 136\ 890}{2 \times 0.018} = 13.46 \times 10^9$$

$$\Delta_2 E = \frac{78\ 500\ 667 + 80\ 432\ 134}{2 \times 0.018} = 4.41 \times 10^9$$

onde

$$E = 13.46 + 4.41 = 17.87 \times 10^9.$$

RIASSUNTO GENERALE.

I valori ottenuti si riassumono nel seguente quadro:

N° progr.	INDICAZIONE DEL PONTE	Valore di E (approssimato)	Valore di E (rigoroso)	OSSERVAZIONI
	Ponti ad 1 luce.	miliardi	miliardi	
1	Ponte sul Rio Gridezzo	16.20	18.92	*luce*=15.00 m.
2	Ponte sul Rio Tagliezzo	16.30	18.75	*l*=25.20 m.
3	Ponte sul Rio Lavaz	15.10	19.10	*l*=21.60 m.
4	Ponte sul Rio Patoco	16.10	18.66	*l*=42.40 m.
5	Ponte sul Rio Osvaldo	16.53	19.06	*l*=40.20 m.
6	Ponte sul Fella a Pontedimuro . . .	15.40	21.67	*l*=70.40 m.
	Ponti a più luci ed a travature continue.			
1	Ponte a 3 luci sui Rivoli Misigulis e Pissanda			
	1ª travata	—	19.47	*luce*=18.95 m.
	2ª travata (centrale)	1140	15.40	*l*=22.90 m.
	3ª travata	—	11.13	*l*=18.95 m.
2	Ponte a 3 luci sul fiume Resia			
	Travate estreme	—	17.08	*l*=17.03 m.
	Travata centrale	15.40	20.57	*l*=20.74 m.
3	Ponte a 5 luci sul fiume Fella a Ponteperaria			
	1ª e 5ª travata	—	16.65	*l*=28.70 m.
	2ª e 4ª travata	—	18.12	*l*=34.80 m.
	3ª travata (centrale)	13.70	18.21	*l*=34.80 m.
4	Ponte a 2 luci sul fiume Fella a Chiusaforte	17.70	21.55	*l*=75.00 m.
5	Ponte a 4 luci sul torrente Dogna			
	1ª e 4ª travata	—	17.87	*l*=37.95 (a monte), *l*=37.45 (a valle)
	2ª e 3ª travata	14.125	18.81	*l*=45.60 (a monte), *l*=45.00 (a valle)

Nel calcolo ho tenuta distinta la parte del valore di E risultante dagli sforzi di flessione, da quella dovuta agli sforzi di taglio.

Il rapporto n di questi due valori è per le travate isolate il seguente:

Ponte sul Gridezzo

$$n = \frac{4.95}{13.97} = \frac{1}{2.82}$$

Ponte sul Tagliezzo

$$n = \frac{4.67}{14.08} = \frac{1}{3.02}$$

Ponte sul Patoco

$$n = \frac{4.44}{14.22} = \frac{1}{3.20}$$

Ponte sul Lavaz

$$n = \frac{4.64}{14.46} = \frac{1}{3.12}$$

Ponte sull'Osvaldo

$$n = \frac{4.90}{14.16} = \frac{1}{2.90}$$

Ponte sul Fella a Pontedimuro

$$n = \frac{5.74}{15.93} = \frac{1}{2.78}$$

Per le travature continue:

1. — Ponte a 3 luci sui Rivoli Misigulis e Pissanda

Travate intermedie $n = \frac{4.05}{11.35} = \frac{1}{2.80}$

2. — Ponte a 3 luci sul torrente Resia

Travate intermedie $n = \frac{3.88}{16.69} = \frac{1}{4.30}$

Travate estreme $n = \frac{3.42}{13.66} = \frac{1}{4.00}$

3. — Ponte a 5 luci sul Fella a Ponteperaria

Travata centrale $n = \frac{4.40}{13.81} = \frac{1}{3.02}$

Travate intermedie $n = \frac{4.48}{13.64} = \frac{1}{3.04}$

Travate estreme $n = \frac{4.35}{12.30} = \frac{1}{2.83}$

4. — Ponte a 2 luci sul Fella a Chiusaforte

Travate estreme $n = \frac{3.61}{17.94} = \frac{1}{4.97}$

5. — Ponte sul torrente Dogna

Travate intermedie $n = \frac{4.11}{14.70} = \frac{1}{3.58}$

Travate estreme $n = \frac{4.41}{13.46} = \frac{1}{3.05}$

Esaminando i quali risultati si vede innanzi tutto:

1°. Che pei ponti in una luce il valore di E desunto colle formole rigorose si mantiene molto vicino ai 19 miliardi. Nella grande travata del Ponte pel Fella a Pontedimuro esso sale fino a 21.67×10^9.

Inoltre

2°. Nei ponti a più luci ed a travature continue il valore di E presenta delle sensibili variazioni. Ma devesi osservare che i valori ottenuti per le travate estreme devono di necessità essere un po' minori del vero: poichè le inflessioni rilevate non corrispondevano al punto di mezzo delle rispettive travate, ma bensì al così detto *centro teorico*. Esclusi dall'esame e dal confronto questi valori, ed esclusi tutti e tre quelli relativi al Ponte sui Rivoli Misigulis e Pissanda, perchè troppo discordi fra loro i risultati delle prove, rimangono i seguenti:

pel Ponteperaria $E = 18.12 \times 10^9$
ed $E = 18.21 \times 10^9$
pel Dogna $E = 18.81 \times 10^9$
pel Resia $E = 20.57 \times 10^9$.

Si vede di qui che i risultati ottenuti per le travate continue corrispondono sensibilmente con quelli ottenuti per le travate isolate e che il valore di E, calcolato con queste formole rigorose, risulta compreso tra i valori di 18 e 20 miliardi, dati dagli sperimentatori.

Il valore eccezionalmente elevato ottenuto pel *Resia*, può attribuirsi alla molta rigidità di questa travatura, la quale per di più fu costrutta in modo inappuntabile.

Per cui conchiudendo si vede che la porzione del valore di E proveniente dagli sforzi di taglio è tutt'altro che trascurabile. Per le travate isolate essa è circa $\frac{1}{4}$ del totale valore d'E; per le travate continue varia da $\frac{1}{4}$ ad $\frac{1}{5}$.

Se adunque nei Capitolati d'oneri vuol prendersi il valore del coefficiente di elasticità corrispondente ai risultati effettivi delle prove, come un criterio per giudicare della bontà della costruzione, devesi prescrivere che nel calcolarlo si tenga conto dell'influenza non solo degli sforzi di flessione, ma anche di quella degli sforzi di taglio; e si adoperino delle formole in cui si tenga conto della variabilità della sezione delle travi. In tal caso il valore di E può benissimo fissarsi tra i 18 e i 20 miliardi.

Risulta inoltre evidente che il metodo ordinario riesce difettoso, e conduce a conclusioni di nessun valore. Il che dipende certamente da ciò che assume l'erronea ipotesi di una sezione costante per le travi, il che non è; e non tiene, come fu detto, conto dell'influenza degli sforzi di taglio.

Ma un tale criterio non può certo prendersi in senso assoluto: nè troppo alla lettera. Se una travata dà con questo metodo un valore di E per esempio di 17.50 miliardi, non vuol dire per questo che sia cattiva o da rifiutarsi. Si deve naturalmente tener conto di altri criterii i quali con questo servono a formare il vero concetto della bontà della costruzione.

Si deve osservare per ultimo che i due ponti a grandi luci di 70 e 75 metri diedero risultati superiori ai 20 miliardi. Questo accennerebbe ad una certa influenza che sul valore di E hanno le grandi dimensioni delle travature.

Mi riservo di ritornare sn questo punto con altri dati, e fra breve.

FISICA INDUSTRIALE

SULLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELLA CORRENTE ELETTRICA

alla Mostra internazionale di Elettricità tenuta in Parigi nel 1881.

RELAZIONE *di* GALILEO FERRARIS

Professore nel R. Museo Industriale Italiano, e Membro del Giurì internazionale.

L'argomento delle applicazioni industriali della corrente elettrica, segnatamente per ciò che riguarda la parte tecnica e quella economica dell'illuminazione, non è nuovo ai lettori dell'*Ingegneria Civile*, l'egregio dottore, prof. Galileo Ferraris, avendo su questo periodico pubblicato il sunto delle sue pubbliche conferenze tenute nel 1879 nell'Anfiteatro di fisica del Museo Industriale Italiano.

Delegato dal Ministero di Agricoltura e Commercio a prender parte al Congresso internazionale degli elettricisti che nell'autunno 1881 si radunò a Parigi, il professore Ferraris prese a studiare della esposizione internazionale di elettricità le *applicazioni industriali* della corrente elettrica.

Da quella mostra l'egregio professore riportava la convinzione che alcune delle applicazioni più grandiose della corrente elettrica, come sono quelle che se ne possono fare alla illuminazione, al trasporto ed alla distribuzione della energia meccanica, e ad alcuni lavori della metallurgia, possono diventare in un prossimo avvenire effettivamente pratiche ed economiche. Ora la riuscita di queste applicazioni permetterebbe a noi di sostituire in molti casi la energia dei nostri torrenti e delle nostre cascate a quella che accumulata nel carbon fossile ci viene oggidì venduta, a carissimo prezzo, dagli stranieri. Epperò a quella convinzione vuole pure essere associata la speranza di un guadagno grandissimo per l'industria del nostro paese.

Ma per trattare questioni tecniche di tanta importanza industriale, molto giustamente osserva il prof. Ferraris, essere indispensabile avere e dalla esperienza e dalla teoria dati sufficienti a fare fra le diverse invenzioni confronti quantitativi, numerici. Ed in ciò appunto si distingue la relazione del prof. Ferraris da tutte le altre.

Propostosi adunque di esaminare quelle sole applicazioni della elettricità, nelle quali questa è il prodotto del lavoro di macchine motrici potenti, e restituisce quel lavoro trasportato a distanza, o trasformato in altre energie equivalenti, il chiarissimo autore premette che lascierà da parte le molte e minute descrizioni di apparecchi speciali, di cui sono pieni i giornali tecnici, e rivolge l'attenzione più ai principii che stanno a base delle invenzioni, che ai particolari della costruzione degli apparecchi. La relazione è divisa in due parti; nella prima si enumerano e si discutono i sistemi fin qui proposti per la produzione, accumulazione e distribuzione della energia elettrica; nella seconda si tratta delle varie applicazioni di questa. Secondo il consiglio del chiarissimo autore, riproduciamo in queste colonne la parte seconda risguardante le applicazioni della elettricità, siccome quella che deve più particolarmente interessare i lettori.

APPLICAZIONI DELL'ENERGIA ELETTRICA.

I

Trasmissione del lavoro meccanico a distanza.

1. — Se nel circuito della corrente prodotta da una macchina dinamo-elettrica a corrente continua, tenuta in azione da una motrice, si inserisce un'altra macchina a corrente continua, questa, per effetto della corrente, si mette in movimento e restituisce sotto forma di energia meccanica una parte del lavoro speso. Così la corrente elettrica può essere adoperata come mezzo telo-dinamico, e l'esposizione di elettricità ci ha presentato esempi svariati delle applicazioni che si possono fare di questo principio.

Ma per renderci conto della importanza che possono avere nell'industria tali applicazioni, per giudicare della loro convenienza economica, e, se possibile, per prevedere il loro probabile avvenire, è necessario che, prima di esaminarle partitamente, noi entriamo in alcune considerazioni generali. Queste, mentre ci ricorderanno le relazioni quantitative fra le varie grandezze che si hanno a considerare, ci condurranno ad alcune proposizioni, che, se io non m'illudo, possono gettare molta luce sulle condizioni economiche della applicazione.

Si abbiano due macchine dinamo-elettriche poste in un medesimo circuito; la prima delle quali, che diremo *generatrice*, sia tenuta in movimento da una macchina motrice, e la seconda, che diremo *ricettrice*, si muova per effetto della corrente e restituisca una parte del lavoro assorbito dalla prima. Diciamo poi:

L il lavoro meccanico assorbito in ogni minuto secondo dalla macchina generatrice, espresso prendendo per unità di misura il lavoro di dieci milioni di unità assolute (C, G, S);

L′ il lavoro meccanico restituito dalla macchina ricettrice nel medesimo tempo, espresso colla medesima unità di misura;

Q il lavoro equivalente al calore svolto dalla corrente nel circuito, espresso nella medesima unità di misura;

R la resistenza totale del circuito, in ohm.

I l'intensità della corrente elettrica in ampere;

E la forza elettro-motrice della prima macchina, in volt;

E′ la forza elettro-motrice inversa prodotta dalla ricettrice durante il movimento, pure espressa in volt.

Abbiamo pel principio dei lavori l'uguaglianza

$$L=L'+Q; \qquad (1)$$

abbiamo inoltre la note relazioni:

$$L=EI, \qquad L'=E'I, \qquad Q=RI^2. \qquad (2)$$

Portando nella (1) questi valori, otteniamo $E=E'+RI$, da cui ricaviamo

$$I=\frac{E-E'}{R}, \qquad (3)$$

che è un'altra relazione nota: quella che esprime la legge di Ohm. Dividendo poi l'uno per l'altro i valori (2) di L′ e di L, e dicendo k il valore del loro rapporto, abbiamo

$$k=\frac{L'}{L}=\frac{E'}{E}; \qquad (4)$$

k è il coefficiente di rendimento della trasmissione; la (4) ci insegna che questo coefficiente di rendimento è uguale al rapporto tra la forza elettro-motrice inversa prodotta dalla ricettrice e la forza elettro-motrice diretta della macchina generatrice. Se le due macchine fossero identiche, come accade in molte delle applicazioni attuali, le loro forze elettro-motrici per un medesimo valore della intensità della corrente, starebbero fra di loro semplicemente come le velocità, o, ciò che val lo stesso, come i numeri dei giri fatti in ogni minuto dalle spirali indotte delle due macchine; detti quindi n ed n' questi numeri di giri, si avrebbe

$$k=\frac{n'}{n}.$$

Portando nei valori (2) di L, di L′ e di Q in luogo di I, il suo valore (3), ed eliminando poi dalle espressioni così ottenute la forza elettro-motrice E′, per mezzo della (4), noi otteniamo i valori del lavoro speso L, del lavoro ricuperato L′ e del lavoro trasformato in calore nel circuito, espressi unicamente per mezzo dalla forza elettro-motrice E del generatore, della resistenza R del circuito e del coefficiente di rendimento k del sistema. Questi valori sono:

$$L=(1-k)\frac{E^2}{R}, \qquad (5)$$

$$L'=k(1-k)\frac{E^2}{R}, \qquad (6)$$

$$Q=(1-k)^2\frac{E^2}{R}. \qquad (7)$$

Queste tre uguaglianze compendiano tutte le relazioni quantitative, di cui noi abbiamo bisogno per istudiare con rigore scientifico le condizioni meccaniche ed economiche delle trasmissioni telo-dinamiche fatte per mezzo di correnti elettriche.

Deduciamo da esse una prima conseguenza importante, che fu dimostrata già dal signor *Marcel Deprez*. Per valori dati di L, di L′ e di Q il valore di k ricavato da una qualunque delle (5), (6), (7) dipende unicamente dal valore di $\frac{E^2}{R}$: il coefficiente di rendimento rimane lo stesso qualunque sia la resistenza R del circuito, qualunque sia la distanza fra le due macchine generatrice e ricettrice, qualunque sia il diametro e la natura del filo o della gomena che le riunisce, a questa sola condizione: che a seconda dei diversi valori della resistenza R si dieno anche alla forza elettro-motrice E valori diversi, tali che il quoziente $\frac{E^2}{R}$ rimanga costante. In altri termini: in una trasmissione di forza motrice fatta per mezzo dell'elettricità si può ottenere un coefficiente di rendimento costante, indipendente dalla lunghezza della trasmissione e dalle dimensioni del conduttore; basta, a quest'uopo, far variare la forza elettro-motrice della macchina generatrice nella ragione diretta della radice quadrata della resistenza del circuito.

Siccome è $k = \frac{E'}{E}$, così per k costante la forza elettro-motrice E' della macchina ricettrice deve variare nel medesimo rapporto in cui varia la forza elettro-motrice E della macchina generatrice; entrambe le forze elettro-motrici debbono variare nella ragione diretta della radice quadrata della resistenza totale.

Il valore che si può dare nella pratica alla resistenza del circuito di una trasmissione di rendimento prescelto è limitato oggidì unicamente dalla limitata forza elettro-motrice delle macchine attuali, e dalla difficoltà dell'isolamento, la quale cresce col crescere delle forze elettro-motrici.

Sia r la somma delle resistenze interne delle due macchine, generatrice e ricettrice; la resistenza esterna, ossia la resistenza del filo o delle gomene con cui le due macchine sono riunite insieme, sarà $R - r$. Dato il valore k che si vuole che abbia il coefficiente di rendimento, data la grandezza L' del lavoro che si vuole ottenere trasmesso, e che deve essere prodotto dalla ricettrice, data finalmente la forza elettro-motrice E della macchina generatrice della quale si vuole far uso, questa resistenza $R - r$ si può facilmente calcolare.

La (6) dà infatti

$$R = k(1-k)\frac{E^2}{L'};$$

e quindi

$$R - r = k(1-k)\frac{E^2}{L'} - r. \qquad (8)$$

Siccome la resistenza dei conduttori esterni non può essere nè nulla nè negativa, così questa equazione ci determina due limiti fra cui k deve essere compreso: sono i due valori di k che soddisfanno all'equazione

$$k(1-k)\frac{E^2}{L'} - r = 0,$$

ed hanno i valori

$$\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{rL'}{E^2}} \quad \text{ed} \quad \frac{1}{2} - \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{rL'}{E^2}}.$$

Se si potesse fare $r = 0$, i due limiti diventerebbero uguali ad *uno* ed a *zero:* il coefficiente di rendimento potrebbe allora avere tutti i valori immaginabili. Ma col crescere della resistenza interna r delle due macchine, i due limiti si accostano l'uno all'altro; per

$$r = \frac{E^2}{4L'},$$

essi diventano uguali tra di loro, ed uguali entramb ad $\frac{1}{2}$; questo allora è il solo valore possibile del coefficiente di rendimento. Se poi fosse

$$r > \frac{E^2}{4L'},$$

valori dei due limiti diventerebbero immaginarii, e ciò significa che allora non sarebbe possibile trasmettere un lavoro uguale ad L', ma soltanto lavori minori.

Dalle precedenti considerazioni risulta, che proporzionando convenientemente le diverse parti del sistema si possono ottenere tutti gli infiniti coefficienti di rendimento che sono compresi fra due limiti determinati dalla resistenza interna delle due macchine dinamo-elettriche, limiti che per piccoli valori di questa resistenza possono essere assai lontani l'uno dall'altro. Quando si avesse a fare un progetto, si potrebbe scegliere fra quei limiti il valore che si vuol dare al coefficiente di rendimento, e calcolare in conseguenza tutte le parti dell'apparecchio. Ora si presenta la domanda: fra tutti i valori possibili del coefficiente di rendimento qual è il più conveniente? È questa la questione più importante che ci si possa presentare; ed è indispensabile averla esaminata, se si vuole poter giudicare della importanza industriale delle trasmissioni elettriche della forza, importanza che dipende principalmente dalle condizioni di economia nelle quali le trasmissioni si possono effettuare.

Per dare una risposta a questa questione, mettiamoci nel caso più importante della pratica. Si voglia trasmettere ad un dato luogo un lavoro L' determinato, adoperando a quest'uopo un motore da installarsi in un altro luogo dato, al quale noi daremo la potenza necessaria, e col quale metteremo in azione una macchina dinamo-elettrica generatrice di data forza elettro-motrice E e di data resistenza interna $\frac{r}{2}$. Se queste due grandezze E ed $\frac{r}{2}$, invece di esserci date fossero lasciate alla nostra scelta, noi assegneremmo loro i valori più convenienti per la economia, che sono per E il massimo possibile, avuto riguardo alla costruzione della macchina ed all' isolamento della linea, e per r il minimo praticabile; dopo di che, le considereremmo come date. Con questi dati si voglia determinare il valore più conveniente del coefficiente di rendimento k, per calcolare poi in base a questo tutte le parti del sistema.

Per determinare il valore più conveniente del coefficiente di rendimento, bisogna prendere in considerazione le condizioni di economia. Il valore più conveniente di k è quello per cui il costo del lavoro L', dato nel luogo voluto, riesce il minimo.

Ora il costo del lavoro L' somministrato dal sistema che si vuole installare, si compone di tre parti, che sono:

1° Il costo del lavoro motore, che si spende per attivare la macchina generatrice. Questo costo, nel caso di una motrice idraulica, si riduce al salario del sorvegliante, riferito all'unità di tempo, ed all'olio per la lubrificazione; nel caso di una motrice a vapore esso comprende inoltre il prezzo del combustibile consumato;

2° La quota d'interesse e di ammortizzazione del capitale impiegato nell'impianto del motore e delle macchine, riferita all'unità attuale di tempo, ossia al minuto secondo; e la quota riferita alla medesima unità di tempo, delle spese di manutenzione e di riparazione degli apparecchi nominati;

3° La quota d'interesse e di ammortizzazione pel capitale impiegato nella provvista e nella collocazione delle gomene metalliche congiungenti la macchina generatrice colla ricettrice; riferita, questa quota, alla medesima unità di tempo.

La condizione a cui bisogna cercare di soddisfare nello studio di un progetto, è che la somma di queste tre spese sia la minima possibile.

Ora tutte queste spese dipendono dal valore che si dà al coefficiente k di rendimento:

1° Il costo del lavoro motore, per ogni unità di tempo, cresce col crescere della grandezza di questo lavoro; se noi rappresentiamo con F (L) questa prima parte del costo, possiamo dire che F (L) è una funzione crescente del lavoro L. Ora abbiamo $L = \frac{L'}{k}$; e quindi il costo del lavoro motore è $F\left(\frac{L'}{k}\right)$. Se L' ha un valore costante dato, $F\left(\frac{L'}{k}\right)$ cresce col diminuire di k, diminuisce col crescere di k.

2° Il costo di impianto della motrice e delle macchine cresce col crescere del lavoro L che esse debbono produrre e trasformare; e siccome L vale $\frac{L'}{k}$ ed è inversamente proporzionale a k, così quel costo diminuisce col crescere di k. La quota d' interesse e di ammortizzazione che gli corrisponde, si può adunque rappresentare con $f\left(\frac{L'}{k}\right)$ essendo f il simbolo di una funzione crescente di $\frac{L'}{k}$ e quindi decrescente di k.

3° Le dimensioni ed in conseguenza il prezzo delle gomene conduttrici congiungenti le due macchine dipendono dalla resistenza $R - r$ che esse debbono presentare, e quindi dal coefficiente di rendimento, che, come vedemmo, è legato a queste resistenze. Diciamo l la lunghezza delle gomene necessarie per formare il circuito, espressa in centimetri; rappresentiamo con c il coefficiente di conduttività del

metallo con cui son fatte le gomene, riferito al centimetro ed all'ohm; e rappresentiamo con s la sezione trasversale delle gomene espressa in centimetri quadrati, abbiamo

$$R - r = \frac{l}{cs},$$

e quindi

$$s = \frac{1}{c}\frac{l}{R-r}.$$

Il volume delle gomene vale adunque

$$sl = \frac{1}{c}\frac{l^2}{R-r}$$

centimetri cubi; e se diciamo b l'ammontare dell'interesse e dell'ammortizzazione del valore di un centimetro cubo del conduttore, l'ammortamento e l'interesse del valore totale delle gomene risulta uguale a

$$\frac{b}{c}\frac{l^2}{R-r}.$$

Se in questa espressione poniamo, in luogo di $R-r$, il suo valore (8) otteniamo

$$\frac{b}{c}\frac{l^2}{k(1-k)\frac{E^2}{L'} - r}.$$

Questa espressione ci fa vedere come varii quest'ultima parte del costo del lavoro col variare del valore del coefficiente di rendimento k. L'espressione prende un valore infinitamente grande quando il coefficiente di rendimento k ha l'uno o l'altro dei due valori limiti, di cui abbiamo parlato, valori per cui il denominatore della formola va a zero. Per un determinato valore di k compreso fra questi limiti l'espressione prende un valore minimo. Il valore di k a cui corrisponde questo valore minimo della spesa pel conduttore, è quello che rende massimo il denominatore, e siccome in questo denominatore k è la sola variabile, così il valore che lo rende massimo è quello per cui è massimo il prodotto $k(1-k)$, ossia è $k = \frac{1}{2}$.

Ora possiamo concludere: La quantità da rendersi minima è la somma

$$F\left(\frac{L'}{k}\right) + f\left(\frac{L'}{k}\right) + \frac{b}{c}\frac{l^2}{k(1-k)\frac{E^2}{L'} - r},$$

la derivata della quale, rispetto a k, deve perciò essere uguale a zero. Ma i due primi termini, che diminuiscono col crescere di k, hanno derivate negative; perciò l'ultimo deve avere una derivata positiva. Ora l'ultimo termine, che ha un minimo per $k = \frac{1}{2}$, ha la derivata positiva solamente per $k > \frac{1}{2}$; dunque il valore di k che rende minima la somma è maggiore di $\frac{1}{2}$. Il valore più conveniente da scegliersi pel coefficiente di rendimento non si può determinare esattamente se non ne' diversi casi particolari, in cui si conoscano le spese di impianto delle macchine ed il prezzo del lavoro motore; ma fin d'ora, ed in modo affatto generale, possiamo affermare questa importante proposizione:

Il valore del coefficiente di rendimento di una trasmissione di lavoro meccanico per mezzo della elettricità, pel quale si ha la massima economia nelle spese, è sempre maggiore di $\frac{1}{2}$.

La quantità, di cui, per condurre alla massima economia, il coefficiente di rendimento deve superare il valore $\frac{1}{2}$, è diversa nei diversi casi speciali. Essa ha valori più grandi in tutti quei casi ove i due primi termini della somma precedente hanno valori elevati ed è, in confronto con essi, piccolo il terzo termine; ha invece valori più piccoli ogni qualvolta hanno piccoli valori i due primi termini e rispetto ad essi ha un valor considerevole l'ultimo termine.

Così per esempio, se si tratta del caso in cui si abbia un motore idraulico, il primo termine è piccolissimo; e se per la buona condizione della località la spesa d'impianto del motore riesce moderata, può dirsi che anche il secondo termine prende un valore non grande a fronte del terzo; allora il valore conveniente del coefficiente di rendimento sarà poco superiore a 0,50. Ciò accadrà con maggior ragione nei casi in cui i motori sieno molto potenti, giacchè allora il prezzo d'impianto, ed il costo del lavoro varieranno più lentamente col variare di L, ossia di k; le derivate delle funzioni F ed f avranno piccoli valori numerici.

Se invece si hanno motori a vapore, il primo termine della somma è assai maggiore che nel caso precedente, a parità di altre circostanze conviene adottare un coefficiente di rendimento più grande.

In ogni caso, l'importanza del terzo termine della somma cresce col quadrato della lunghezza l del conduttore; quindi il valore conveniente pel coefficiente di rendimento è tanto più prossimo al minimo $\frac{1}{2}$, quanto più quella lunghezza è grande.

La natura del metallo adoperato per la costruzione del conduttore influisce sul valore di $\frac{b}{c}$, e quindi, indirettamente, su k. Se paragoniamo, a questo riguardo, il rame col ferro, troviamo che mentre i prezzi di volumi uguali di rame in fili e di ferro pure in fili stanno fra di loro approssimativamente come 4,5 sta ad uno, il coefficiente c di conduttività del rame vale circa il sestuplo di quello del ferro, e quindi il valore di $\frac{b}{c}$ pel rame equivale soltanto a $\frac{75}{100}$ di quello che si ha pel ferro. In conseguenza di ciò, il valore più conveniente del coefficiente di rendimento è maggiore quando si adoperano conduttori di rame, che non quando si fa uso di conduttori di ferro. La differenza però non è di grande momento.

Dato il coefficiente di rendimento k, la formula (8) determina il valore che bisogna dare alla resistenza $R-r$ del conduttore esterno, che collega le due macchine; quindi dal valore più conveniente di k possiamo dedurre il valore più conveniente di quella resistenza. Per $k = \frac{1}{2}$ la (8) dà

$$R - r = \frac{E^2}{4L'} - r,$$

e per $k > \frac{1}{2}$, essa dà

$$R - r < \frac{E^2}{4L'} - r.$$

Dunque noi impariamo, che affinchè sia soddisfatta la condizione della massima economia, la resistenza delle gomene, o dei fili, o delle sbarre congiungenti la macchina generatrice colla ricettrice deve essere minore di

$$\frac{E^2}{4L'} - r. \qquad (9)$$

Le proposizioni, a cui ci condussero le considerazioni generali, che precedono, ci permettono di renderci conto del valore pratico che possono avere oggidì e nell'avvenire le trasmissioni elettriche dell'energia meccanica.

In primo luogo risulta dalle nostre considerazioni, che adoperando la corrente elettrica, come mezzo telodinamico, è possibile ottenere un coefficiente di rendimento assai grande, al quale, proporzionando convenientemente gli apparecchi ed i conduttori, si può dare il valore che si vuole, entro limiti estesi. Il valore del coefficiente di rendimento è, nella pratica, limitato piuttosto che da ragioni tecniche, da ragioni di economia. Aumentando infatti il coefficiente di rendimento si diminuiscono bensì le spese di impianto delle macchine e dei motori, e

le spese correnti per la produzione del lavoro motore, ma si aumentano le spese pel conduttore fra le due stazioni. Esiste adunque in ogni caso un valore determinato del coefficiente di rendimento, pel quale la somma di tutte le spese si riduce ad un *minimum*.

Il valore del coefficiente di rendimento, a cui corrisponde questo *minimum* di spesa, ed a cui bisognerà attenersi, in generale, nelle applicazioni pratiche, è sempre superiore ad $\frac{1}{2}$. Or bene, si sa che un coefficiente di rendimento uguale ad $\frac{1}{2}$ non è sempre ottenibile nelle trasmissioni di forza motrice fatte per mezzo dell'aria compressa; considerate adunque dal punto di vista meccanico queste ultime sono meno convenienti di quelle che si possono fare per mezzo dell'elettricità.

Per tutte le altre specie di trasmissioni telo-dinamiche la frazione del lavoro speso, la quale viene consumata per istrada dalle resistenze passive, e trasformata inutilmente in calore, cresce necessariamente colla distanza; per le trasmissioni elettriche invece è possibile far sì che, qualunque sia la distanza, la quantità di energia trasformata in calore lungo la linea rimanga sempre la stessa, e che quindi l'effetto utile conservi il medesimo valore a tutte le distanze. Ciò si ottiene senza bisogno di aumentare in modo impraticabile le dimensioni dei conduttori; si ottiene semplicemente modificando, a seconda delle distanze, la forza elettro-motrice delle macchine generatrici e delle ricettrici. La distanza alla quale, con un determinato coefficiente di rendimento, e con un filo metallico di diametro determinato, è possibile trasportare una determinata potenza motrice, è limitata unicamente dalla difficoltà pratica di ottenere, e conservare senza disperdimenti, differenze di potenziali superiori ad un certo limite; e questa difficoltà è suscettibile di diminuire col tempo.

Fin d'ora le trasmissioni elettriche dell'energia meccanica ci si presentano come le più adatte per superare le grandi distanze; e fin d'ora, in base a considerazioni teoriche rigorose, e coll'appoggio di dati sperimentali noi possiamo prevedere, pei casi delle grandi distanze, applicazioni grandiose.

Questa è la prima conseguenza che scaturisce dall'esame generale che abbiamo fatto della questione. Una seconda conseguenza è che i risultati di cui abbiamo parlato, si possono ottenere con istallazioni perfettamente pratiche, e soprattutto senza bisogno di adoperare conduttori di dimensioni imbarazzanti e costose. Noi abbiamo nella espressione (9) il valore massimo che può convenire di dare alla resistenza del filo di linea ed abbiamo nella formola (8) il modo di calcolare la resistenza che bisogna dare al filo di linea per avere un coefficiente di rendimento k di determinato valore. Possiamo servirci di questa formola per calcolare le dimensioni di un conduttore destinato alla trasmissione di un dato lavoro meccanico fra due stazioni: qualche esempio di questo calcolo ci riuscirà molto istruttivo.

Perchè l'esempio sia pratico, io suppongo di voler adoperare, per trasportare il lavoro a distanza, due macchine dinamo-elettriche di un tipo attualmente esistente. Suppongo di voler adoperare come generatrice e come ricettrice due macchine del tipo *Brush*. Suppongo che le due macchine, identiche tra di loro, sieno del modello più grande fra quelli che la *Anglo-Americana Brush Electric Light Corporation* costruisce. Queste macchine, destinate ad alimentare 40 lampade elettriche ad arco voltaico poste in serie su di un medesimo circuito, consumano, come risulta, nelle condizioni normali, 36 cavalli-vapore, hanno una forza elettro-motrice uguale a 2200 volt, e presentano una resistenza interna uguale a 23 ohm. Assumo poi un coefficiente di rendimento uguale a 0,6, ossia suppongo che mentre la macchina generatrice prende dal motore un lavoro di 36 cavalli, la macchina ricettrice riproduca il lavoro di $36 \times 0{,}6$ ossia di 21,6 cavalli-vapore. Con questi dati posso calcolare $R - r$ per mezzo della formola (8); basta che io ponga in essa

$$E = 2200,\ r = 2 \times 23 = 46,$$
$$L' = 21{,}6 \times 75 \times 9{,}81 = 15892,$$
$$k = 0{,}60.$$

Trovo così: $R - r = 27$ ohm.

Supponiamo che si voglia adoperare come conduttore un filo di ferro del diametro di 4 millimetri, come quello con cui si sogliono costrurre le linee telegrafiche ordinarie e che dicesi *normale*. Un tale filo presenta una resistenza di circa un ohm per ogni 120 metri di lunghezza; quindi per avere una resistenza di 27 ohm esso dovrebbe avere la lunghezza di circa 3200 metri. Se supponiamo che si abbia un filo di andata ed un filo di ritorno, noi possiamo conchiudere, che adoperando le macchine *Brush* come generatrici e come ricettrici, ed impiegando per congiungere le due macchine un semplice filo telegrafico ordinario del diametro di 4 millimetri, si possono mandare ad una distanza di 1600 metri più di 21 cavalli-vapore, spendendone 36, con un rendimento del 60 per cento.

Se invece di voler ottenere un rendimento uguale a 0,60, si volesse soltanto un rendimento uguale a 0,50, il filo telegrafico adoperato come conduttore potrebbe avere una lunghezza di metri 5400, e le due stazioni, anche adoperando il filo di ritorno, potrebbero distare l'una dall'altra 2700 metri.

Se poi invece di adoperare un filo di ferro, si avesse ricorso ad un filo di rame di ugual diametro, si potrebbe avere il rendimento 0,60 con una lunghezza di oltre a 19 chilometri di filo, ed un rendimento 0,50 con una lunghezza di filo uguale a più di 32 chilometri.

Se finalmente invece di adoperare macchine di *Brush* quali attualmente sono costrutte, noi avessimo supposto di fare uso di macchine speciali costrutte in modo da ottenere una forza elettro-motrice più grande; se, per esempio, noi avessimo supposto di aver costrutto le macchine colle dimensioni attuali, ma con fili più piccoli e più lunghi, noi avremmo potuto arrivare a numeri anche più soddisfacenti. Se, per esempio, avessimo ritenuto possibile costrurre due macchine aventi una forza elettro-motrice uguale al triplo di quella delle macchine *Brush*, con una resistenza interna uguale eziandio al triplo di quella delle macchine attuali, avremmo trovato che con un coefficiente di rendimento uguale a 0,60 si possono ottenere sull'albero delle ricettrici 21,6 cavalli-vapore con un circuito fatto con filo telegrafico di ferro del diametro di 4 millimetri e della lunghezza di oltre 60 chilometri.

Cosi le semplici considerazioni generali da cui siamo partiti ci hanno condotto alla convinzione che la trasmissione della forza motrice per mezzo dell'elettricità non solo può ricevere nel campo industriale importantissime applicazioni, ma può diventare inoltre, in molti casi, di una attuazione semplice, economica e comodissima. Dalle medesime considerazioni generali deduciamo ancora una ultima conseguenza. E questa si riferisce all'indirizzo che gli inventori ed i fabbricanti dovranno dare alle loro ricerche per migliorare le macchine d'induzione destinate al trasporto dell'energia meccanica.

Risulta in primo luogo dalle nostre considerazioni, che per ottenere nelle trasmissioni un buon coefficiente di rendimento bisogna adoperare grandi forze elettro-motrici, dalla formola (5) si ha infatti

$$k = 1 - \frac{LR}{E^2},$$

e questo valore, per dati valori del lavoro L, che si spende, e della resistenza totale R del circuito, si accosta tanto più all'unità quanto più grande è la forza elettro-motrice E.

Risulta in secondo luogo che per economizzare il metallo nella costruzione del conduttore che deve congiungere le due macchine generatrice e ricettrice, bisogna similmente dare elevati valori alle forze elettro-motrici, e piccoli valori alle resistenze interne. Questo è dimostrato dall'espressione

$$\frac{\frac{b}{c}}{k(1-k)\frac{E^2}{L'} - r}$$

della spesa relativa al conduttore, ed è inoltre posto in evidenza dai calcoli numerici fatti poc'anzi. La cosa apparirà anche più chiara se porremo in confronto coi risultati dei calcoli precedenti, quelli a cui si arriva quando si consideri una trasmissione fatta con macchine di minori

forze elettro-motrici. Si abbiano per esempio due macchine *Gramme* del tipo C identiche a quella che servì alle note esperienze di Chatam. Per una di queste macchine la forza elettro-motrice è di 69,9 volt, il lavoro consumato quando la macchina funziona come generatrice nelle circostanze normali è di 579 chilogrammetri per minuto secondo, ossia 7,7 cavalli-vapore, e la resistenza interna è, in tutto uguale a 0,21 ohm. Dando al coefficiente di rendimento il valore minimo $\frac{1}{2}$, si avranno sull'albero della ricettrice 289 chilogrammetri al minuto secondo, ossia si avrà $L' = 289 \times 9{,}81$. Se poniamo nella espressione (9) della resistenza da darsi al conduttore esterno in luogo di L' questo suo valore, ed in luogo di E e di r, rispettivamente i valori $E = 69{,}9$ ed $r = 2 \times 0{,}21 = 0{,}42$, troviamo per la resistenza della linea il valore di 3,80 ohm. Questa resistenza che è la massima ammessibile nel caso attuale, è quella che presenterebbe un filo telegrafico normale della lunghezza di appena 456 metri. Mentre adunque con due macchine *Brush* si possono trasportare sull' albero della ricettrice, con un rendimento del 60 per cento, con un filo telegrafico lungo 3200 metri, più di 21 cavalli, con due macchine *Gramme* del tipo considerato si possono trasportare appena cavalli 3,85 con un rendimento uguale solamente al 50 per cento, e con un circuito di filo telegrafico lungo appena 456 metri. Se si volesse, con sistemi di macchine come queste riunite in quantità, in modo da avere una forza elettro-motrice semplicemente uguale a 69,9, ed una resistenza interna uguale a quella di una macchina semplice divisa pel numero delle macchine, ottenere come nel caso delle macchine *Brush* un lavoro effettivo di 21,6 cavalli sull' albero della ricettrice, con un rendimento del 60 per cento, si dovrebbe riunire le macchine generatrici alle ricettrici con un conduttore avente una resistenza uguale appena a 0,014 ohm. E se questo conduttore dovesse avere una lunghezza di 3200 metri come nel caso considerato delle macchine *Brush*, esso dovrebbe avere, se di ferro, un diametro di 176 millimetri, e di 72 millimetri se di rame. Un risultato molto migliore avremmo ottenuto supponendo le macchine collegate tra di loro in tensione.

Questo esempio, oltre al servire alla questione di cui ci occupiamo attualmente, è molto istruttivo a riguardo del sistema di distribuzione del *Gravier*, il quale richiede l'uso di macchine d' induzione disposte in quantità.

(Continua).

NOTIZIE

Progetto di un immenso bacino a Selseleh (Egitto). — Il signor De La Motte, che da tanti anni soggiorna in Egitto, occupato a studiare il regime del suo più gran fiume, il Nilo, ha concepito un progetto grandioso, la cui esecuzione deve ridonare ad una gran parte di questo paese la sua prosperità e magnificenza primitiva, che tanto contrastano colle condizioni attuali di sterilità e di decadenza. Questo progetto sembrava doversi realizzare in breve, se gli ultimi avvenimenti politici non fossero venuti ad interrompere ogni studio. Infatti la *Società di Studi del Nilo*, fondata nel 1880 ed il cui vasto programma è appunto quello di ridonare all'Egitto la sua prosperità e ricchezza, aveva preso in esame il progetto e proponevasi di eseguirlo.

Egli è noto che l'Egitto è un prodotto del Nilo; da questo fiume traeva vita e splendore, e i monumenti che ancora oggidì si trovano dappertutto, attestano della sua magnificenza passata. Ma questi monumenti sono ormai circondati di sabbie sterili, o vicini a miserabili villaggi separati fra loro da deserti immensi; egli è che il Nilo non è più il Dio protettore dell'Egitto d'altre volte, esso si eleva, è vero, verso il mese di giugno come per lo passato, e le sue piene raggiungono il periodo di colma verso la fine di settembre, discendendo in seguito fino a ricominciare alla prossima piena le sue variazioni successive. Ma ad onta di questo suo regime rimasto costante, esso non inonda più colle sue acque benefiche una gran parte delle pianure attraverso le quali si è praticato un passaggio, che andò sempre approfondendosi, cosicchè le massime piene non bastano a straripare, e la ricchezza che in altri tempi si versava su quelle pianure in così larga misura, viene oggidì inghiottita dal mare.

La mancanza d'acqua è la causa principale del decadimento di questa nazione; la sterilità del suolo, che ne è la conseguenza, produsse una diminuzione sempre crescente della popolazione ed una povertà fatale al paese. Le piccole strisce di terreno lungo il Nilo, suscettibili di coltura, vennero irrigate con sagrifici enormi, l'acqua deve elevarsi ad altezze considerevoli, e si può dire senza esagerare, che tutta l'energia del paese viene impiegata a quest'ufficio. Delle macchine elevatorie primitive vengono messe in movimento dai poveri fellah e dai negri, od anche da buoi; raramente s'incontrano dei motori meccanici, e solo per le grandi imprese.

Ora la *Società di Studi del Nilo* si propone appunto: di aumentare queste piene là dove sono insufficienti, affinchè la più grande estensione possibile di terreno possa approfittarne; di diminuire quelle eccessive e i cui effetti sono disastrosi; — insomma di utilizzare per quanto si possa le acque del Nilo onde ripristinare la coltura dell'Egitto. Oltre a ciò questa Società ha nel suo programma la creazione di forze motrici considerevoli per l'industria e la navigazione del Nilo, onde aprire all'Europa una via facile e sicura verso il centro dell'Africa.

Dall'epoca della sua fondazione non cessò un istante di ricercare i mezzi per arrivare ad adempire, parzialmente dapprima, indi la totalità del suo programma; ed è appunto con questo intento che nel principio del 1882 mandò in Egitto una Commissione scientifica diretta dall'ingegnere Jacquet, e la cui missione era di ricercare quali fossero le imprese che si potrebbero iniziare con un utile immediato ed un esito sicuro. Dagli studi fatti e dall'esame dei luoghi appare indubbiamente essere il progetto del signor De La Motte l'impresa la più sicura e la più efficace a ridonare ad una parte dell'Egitto il suo primitivo splendore. Il signor Jacquet lo raccomanda caldamente in un pregievole rapporto presentato il 15 luglio scorso alla *Società di Studi del Nilo* e nel quale riassume il risultato della sua missione. Ed è precisamente in base a questo rapporto, del quale il periodico *Le Génie Civil*, 1882, n. 23, dà il sunto, che noi riferiamo i cenni relativi al progetto di un immenso bacino a Djebel Selseleh.

Djebel Selseleh è un luogo opportunissimo alla costruzione di una traversa di ritenuta, poichè si trova appunto in una gola scavata dal Nilo nelle montagne che sono qui assai vicine, e che si allontanano in seguito su una grande estensione, per riunirsi poi di nuovo alla prima cateratta, situata all'a monte di Selseleh. La pianura Koum Ombos così racchiusa in questa specie di circo ha una superficie di 120,000 ettari circa e si trova di poco meno che 20 metri più elevata del livello delle magre ordinarie del Nilo; essa è completamente costituita dalle alluvioni di questo fiume, il quale però da tempo immemorabile andò sempre più scavandosi il proprio letto, cosicchè oggidì le sue piene non arrivano più ad inondare la pianura di Koum Ombos, privandola così d'acqua, e per conseguenza dell'elemento vitale alla sua prosperità.

Creando a Selseleh una ritenuta di 25 metri d'altezza, si ottiene un bacino la cui superficie, l'alveo del fiume compreso, è di 140,000 ettari e il cubo d'acqua immagazzinata di circa 7 miliardi di metri. Il fondo del fiume essendo scavato, come già si disse, nelle arenarie dure, la costruzione di una traversa muraria non offre alcuna difficoltà, e però sebbene si abbiano esempi nella Spagna di grandi traverse di ritenuta sulle quali le acque della medesima si precipitino a guisa di gigantesca cascata, non è prudente di adottare una tale soluzione, inquantochè alla lunga le acque scaverebbero il piede della traversa e ne produrrebbero

certamente la rovina. Per cui a Selseleh si pensò di aprire al Nilo sulla riva destra del letto attuale un nuovo alveo di 300 metri di largo nella roccia, e lungo circa due chilometri; inoltre dall'altra parte della montagna di Selseleh, sempre però sulla riva destra, si aprirà pure nella roccia un ramo di scarico della larghezza di 700 metri, e si chiuderà in seguito la vallata da questa parte, con un muro insommergibile della lunghezza di 1300 metri, estendendosi così fino alla catena arabica. Sulla riva sinistra si costruiranno pure due canali, l'uno munito di conche e destinato alla navigazione, l'altro per l'irrigazione. Apparecchi speciali regoleranno l'immissione e l'uscita delle acque in questi due canali ed altri il livello della ritenuta.

Questo è il progetto del signor De La Motte, ed i vantaggi che ne derivano sono facili a comprendersi; il signor Jacquet nel suo rapporto li enumera come segue:

Il primo vantaggio ridonderebbe a profitto della navigazione, inquantochè l'altezza di 25 metri della ritenuta basta per coprire la cateratta di Assouan all'a monte e rendere così sicura e praticabile la navigazione fino alla cateratta successiva di Wahdy Halfa.

Ma i vantaggi principali si riferiscono all'irrigazione; questo immenso bacino permetterà di moderare le piene disastrose e di aumentare quelle che sono insufficienti per l'agricoltura. Infatti all'annuncio di una piena eccessiva nel mese di giugno, si darà sfogo alle acque ritenute nel serbatoio per fare posto a quelle che verranno, lo si lascerà in seguito aperto durante il periodo crescente della piena, fino a che questa raggiunga una altezza che incominci a divenire pericolosa pel paese a valle; allora lo si chiuderà gradatamente e l'immensa ritenuta di 7 miliardi di metri cubi, che si può così operare, contribuirà in grado eminente a diminuire la piena del fiume, poichè costituisce circa un terzo della massima portata del Nilo, che viene così prelevata durante lo spazio di 20 giorni. Ora il periodo di colma del Nilo è di breve durata.

Nel caso contrario di una piena insufficiente si farà l'operazione inversa; s'incominceranno le ritenute nel mese di luglio, in modo da mantenere il bacino pieno fino a dicembre. Il signor Jacquet giustifica quest'esposizione con una serie di diagrammi delle piene del Nilo.

Ora è evidente che una ritenuta simile permette d'irrigare un vasto territorio, senza punto nuocere ai terreni a valle, dei quali anzi migliorerà le condizioni attuali; 7 miliardi di metri cubi possono fornire 400 metri per minuto secondo, vale a dire una quantità d'acqua quasi uguale alla portata del Nilo nelle epoche di massima magra, durante circa 200 giorni. Ciò permetterebbe di mettere a coltura una superficie di 400,000 ettari, oggidì affatto sterile, irrigandola a ragione di un litro per minuto secondo e per ettare, il che equivale a creare una ricchezza di 2 miliardi di lire.

La portata totale del Nilo nel corso di un anno essendo in media di 120 miliardi di metri cubi, si comprenderà facilmente di quanta utilità riuscirebbero per l'Egitto tre o quattro bacini di questo genere distribuiti lungo il corso del medesimo. Il signor Jacquet dimostra con dati, direi quasi matematici, l'esattezza delle sue conclusioni; le quali del resto non si possono più mettere in dubbio quando si tratta di un solo fiume, come risulta dai lavori dell'Ispettore Graeff, di cui l'*Ingegneria Civile* ha fatto cenno nel suo ultimo numero.

La spesa totale di questo bacino e costruzioni annesse viene stimata a 100 milioni; la somma necessaria per gli studi definitivi, un milione; i risultati sono indiscutibili e tali che se anche l'esecuzione richiedesse una spesa maggiore essi compenserebbero sempre sufficientemente.

Conchiudiamo adunque facendo voti che la *Società di Studi del Nilo* possa presto intraprendere questo progetto destinato a rendere all'Egitto una parte del suo splendore antico.

Clermont-Ferrand, li 12 ottobre 1882.

GAETANO CRUGNOLA.

BIBLIOGRAFIA

I.

PIANA E BALLOTTA. — **Progetto premiato al concorso del nuovo ospedale di Lugo in Romagna,** pubblicato a cura della Commissione Cassa-Fabbrica. — Bologna, 1882.

Addì 3 marzo 1881, per mezzo di apposita Commissione, la città di Lugo (provincia di Ravenna) bandiva un concorso per la erezione di un nuovo ospedale. La spesa non doveva essere superiore a lire 500 mila con esclusione di qualunque accessorio di lusso. Il terreno concesso, un'area irregolarmente rettangolare di m. 184 per 149, della superficie di mq. 27416. Il disegno da informarsi al tipo *a padiglioni* con piccole sale sussidiarie per malattie speciali. L'ospedale non doveva avere più di due piani, ed essere capace di 140 letti circa, indipendentemente dalle sale sussidiarie e suscettibile d'ingrandimento sino a duecento letti; oltre all'abitazione della Direzione interna, per il farmacista, le sale e camere per le operazioni, l'oratorio, ecc. ecc. I padiglioni ed altre sale per gli infermi volevansi costruiti, ventilati e riscaldati coi sistemi migliori in uso, compatibilmente colla maggiore economia di spesa.

Cinque mesi di tempo erano accordati per presentare i progetti al Municipio. Uno speciale giurì composto di tre notabilità eminenti nell'arte era chiamato alla scelta; ed all'autore del progetto prescelto era assegnato un premio di lire 3000 coll'obbligo di dare tutti i particolari per la esecuzione.

Il dottore Giuseppe Ballotta e l'ingegnere Giovanni Pellegrino Piana, autori di un progetto col motto: « *les baraques sont les véritables hôpitaux de l'avenir* » vinsero il premio, e l'opera che ci sta sott'occhi è la riproduzione del loro progetto.

In un preambolo di 20 pagine gli autori giustificauo il motto surriferito, dopo aver fatto una breve rivista storica dei più decantati ospedali nelle diverse epoche della moderna civiltà. Volge ormai un secolo che le accademie e gli scienziati si occupano delle esigenze dell'igiene nosocomiale; i lavori di Reveil, di Devergie, di Chauveau, di Chalvet e di tanti altri dimostrano sperimentalmente come nella polvere, e natanti nell'atmosfera delle sale si contengano elementi di contagio. E nelle ultime sanguinose campagne, quali la guerra d'Oriente, il conflitto Austro-Prussiano, Sédan, l'assedio di Parigi, la guerra russo-turca, ma sovratutto nelle lotte d'America, risultò coll'evidenza del fatto numerico dimostrato come l'esito delle cure dipende in massima parte dall'ambiente; e come i feriti e gli operati vadano incontro a conseguenze meno disastrose, e guariscono meglio e più presto, se curati sotto le tende, nell'aria pura, in aperta campagna. Quattro anni durava il grandioso duello nel Nuovo Mondo, un milione di infermi ebbe cura ed assistenza sotto le tende, e la mortalità non oltrepassò l'8 per cento.

I prosperi risultati delle tende spedaliere nei periodi sanguinosi di tante guerre non potevano a meno di avere il loro effetto anche in tempo di pace.

Ed il Lévy, nel 1862, all'Accademia di medicina di Parigi dopo avere accennato alle stragi che il cholèra menava fra gli' infelici accolti al Pireo, nelle fabbriche chiuse, come i lazzaretti d'Oriente, a Gallipoli, ad Adrianopoli, e nelle case dei turchi, mancanti d'aria e di luce, riferiva che negli ospedali sopra 2314 colerosi, eransi avuti 1389 decessi, ossia su 166 malati, 100 morti; mentre sotto le tende sovra 2635 colerosi, soli 698 morissero, 100 morti su 376 ammalati; — come sotto le tende nessun medico contraesse il contagio, mentre negli ospedali 17 medici rimanessero vittima del loro dovere.

Ond'è che a poco a poco i principali ospedali d'Europa, si provvidero di costruzioni leggere, con tavole e tende accomodate in modo da riparare dal sole e dalle intemperie senza impedire un'ottima e generosa ventilazione, e le collocarono in mezzo a vasti giardini a sufficiente distanza dal fabbricato principale. E sono tanti e così segnalati i servigi resi da codeste semplici costruzioni, che molti igienisti non solo aborriscono dall'ospedale monumento medioevale, ma non vogliono nemmeno sentire parlare di ospedali a permanenza di veruna specie, votando esclusivamente in favore delle baracche sulla foggia americana, da abbattersi e ricostruirsi ogni tant'anni, per fare quello che in America si dice *bruciare il contagio*.

La maggior parte però degli igienisti ammettendo i vantaggi di codeste costruzioni temporanee, vollero ad un tempo, evitarne gli inconvenienti, quali sono le difficoltà di preservare gli infermi dal freddo invernale notturno, come pure dal soverchio calore della stagione estiva, e dal pericolo degli incendi, onde fu ideato un tipo medio di costruzione solida, e dotata dei pregi istessi delle semplici baracche, erigendo ospedali a corpi staccati, a piano unico lontani dagli abitati, in piena luce ed aria, contornati da alberi, ecc. Ed è a codesto ideale della sana in-

fermeria che inspiravansi gli autori del progetto per l'ospedale di Lugo; i quali nell'opera di cui stiamo parlando, discussero e spiegarono in più minuti particolari l'elaborato loro concetto, che ben può dirsi un perfezionamento del sistema Tollet, cotanto encomiato nel Congresso internazionale d'igiene, e secondo il quale si sono redatti i piani di tutti gli ospedali recentemente costruiti o ancora da costruirsi in Francia.

G. S.

II.

Conferenze sulla Esposizione Nazionale del 1881, tenute per incarico di S. E. il Ministro di agricoltura, industria e commercio. — Milano, 1881. Op. in 8°, di pag. 339.

9ª Conferenza. — *Sulla industria del cotone* (ing. Fedele Borghi). — Negli altri Stati l'industria cotoniera è quella che ha il primato sulle altre industrie, perchè provvede agli indumenti domestici della classe povera, ossia alle più urgenti necessità dell'uomo; e la coltivazione annuale, di già enorme, è sempre crescente. Ma in Italia svanirono oramai le speranze, nate e cresciute al tempo della guerra d'America, di un possibile aumento nella coltivazione del cotone. Questa esige condizioni meteorologiche più costanti perchè il frutto possa raggiungere la piena maturanza e l'albero la massima altezza. Epperò, quanto a coltivazione, dobbiamo annualmente verificare un continuo decremento. Risulta infatti dalle statistiche dell'Ellena che degli 88 mila ettari di terreno somministranti nel 1864 62,300,000 chilogr. di prodotto, non rimanevano nel 1873 che 34 mila ettari, il cui ricavo era di circa 18 milioni di chilogr. di materia prima, ossia 7 milioni di cotone in fiocco; cifra che dopo quell'epoca non venne più raggiunta, e che oramai si è ristretta a circa 5 milioni di chilogrammi.

Con tuttociò l'Italia nei limiti delle proprie forze si applica indefessamente a sviluppare l'industria cotoniera, e l'ultimo e più vigoroso impulso le venne dal 1879 dall'aumento dei dazi sull'importazione dei filati e dei tessuti. Si cominciò dal far lavorare gli stabilimenti anche durante la notte, si ampliarono gli opifizi esistenti, e si attende alla costruzione di nuove e più grandiose filature e tessiture meccaniche. I 735 mila fusi noverati dalla statistica nel 1876 ammontano nel 1877 a circa 800 mila, ed oggidì a poco meno di un milione. Questa cifra riesce meschina quando venga paragonata a quella delle altre nazioni. Conviene tuttavia tener calcolo che il titolo medio filato dai nostri opifici è assai basso, e che questi per la maggior parte lavorano senza interruzione il giorno e la notte; e che perciò l'Italia a paragone dell'Inghilterra consuma per fuso una quantità di cotone quadrupla, e consuma una quantità di cotone di gran lunga maggiore della Svizzera che ha un numero di fusi più che doppio.

Lo stato attuale della filatura e della tessitura del cotone in Italia non è ancora molto confortante. Anzitutto direbbesi che questo importantissimo ramo delle industrie sia da noi la prerogativa di poche provincie, e quasi esclusivamente dell'Italia settentrionale. Abbiamo inoltre una folla di piccoli stabilimenti con vecchie macchine, talchè anche raddoppiando il numero dei fusi, perchè in Italia si lavora giorno e notte, si ha tuttavia la media spaventosa di ben 18 operai ogni mille fusi, mentre a Courgnè con 60 mila fusi non si ha che 11,16 per mille, mentre nella vicina Svizzera si ha una media di 7, e l'Inghilterra possiede stabilimenti con 5 operai ogni mille fusi.

E confrontando il costo di filatura per chilogrammo degli stabilimenti italiani con quelli degli altri Stati d'Europa, il Borghi trova che per il titolo numero 16 il costo medio di filatura per chilogrammo è in Inghilterra di 32 centesimi, in Isvizzera di 34, in Francia di 47 ed in Italia di 52. Ciò dipende dal maggior costo delle macchine di filatura tutte provenienti dall'estero (Inghilterra e Svizzera), dal dover mantenere annessa agli stabilimenti una officina di riparazione per le eventuali rotture, e dal dovere talvolta ricavare per le esigenze del commercio, dagli stessi fusi, filati i cui titoli variano dal 6 al 36. Oltrechè sono in Italia maggiori le spese di esercizio per la insufficienza e variabilità della forza idraulica, ed il caro prezzo del combustibile, destinato ad alimentare la macchina a vapore sussidiaria, che è triplo di quello che costa agli Inglesi. La statistica novera di già 2990 cavalli a vapore in confronto di 9703 cavalli idraulici. E per ultimo l'Italia deve disporre di maggior capitale circolante per la necessità di fare le provviste della materia prima in anticipazione, onde prevenire il rischio di pagarla a caro prezzo, o di dover tener chiusi gli stabilimenti; e per la necessità in cui il filatore italiano si trova di vendere a lunghe more, mentre l'inglese vende il prodotto a breve scadenza.

Quanto alla tessitura, il Borghi si limita a dire di quella meccanica destinata fra non molto a soppiantare quella a mano, sia per la maggiore produzione ottenibile, sia per il lavoro più perfetto. Alla fine del 1876 i telai meccanici esistenti in Italia erano appena 13517, mentre l'Inghilterra ne possiede 500 mila, la Francia oltrepassa i 50 mila e l'Austria i 25 mila.

In Italia la fabbricazione si occupa soltanto di tessuti grossolani, quali i fustagni, gli spigati, le tele greggie e poche altre stoffe di uso comune; i fini e gli operati li provvediamo quasi intieramente dall'estero; ed anche la nuova tariffa doganale ce ne avverte. Oltrechè il costo medio del nostro telaio meccanico è di circa 10 centesimi per chilogr. di tessuti più elevato di quello in Inghilterra, e questa differenza si raddoppia ove occorrono le motrici a vapore.

Anche l'esistenza in Italia della stamperia dei tessuti di cotone è resa difficile per la quantità di disegni richiesti da produzioni limitate e per la spesa dell'incisione dei cilindri che aumenta fortemente quando la vendita è ristretta.

Ad ogni modo, se è forza confessare che l'industria tanto utile del cotone non vive in Italia una vita rigogliosa, ma vegeta stentatamente, il Borghi fu pur lieto di intravvedere nell'Esposizione industriale di Milano segni non dubbi di una non lontana epoca di vera emancipazione dalla concorrenza d'oltre alpe. Ei trovò nella galleria destinata ai filati ed ai tessuti di cotone una splendidissima mostra, sia per l'abbondanza, sia per la bontà dei prodotti, ed avvalorò il suo concetto l'avere osservato che quasi tutti gli industriali dirigono i loro sforzi a perfezionare questo o quel prodotto, onde risultarne specialisti con gran vantaggio nella concorrenza.

Ma la realtà indiscutibile sta pur sempre nella enorme importazione annua di filati e tessuti a cui l'Italia si vede costretta. Sono circa duecento milioni di lire che basterebbero a far lavorare un numero di fusi e di telai meccanici doppio dell'attuale, a dar pane a un numero doppio di operai, e che potrebbero rimanere in patria.

Ecco adunque la precipua ragione che deve spingerci a far si che la industria cotoniera cresca, si sviluppi e provveda da sola, senza l'aiuto straniero, al consumo nazionale.

Il chiarissimo autore termina osservando che gli Stati Uniti, sebbene possessori della materia prima, non esitarono a mantenere un dazio del 30 per cento sul valore della merce importata; che se il commercio inglese prosperò tanto in più di un secolo, non fu certamente per l'applicazione della teoria del libero scambio; ed affinchè l'industria cotoniera italiana possa svolgersi e progredire, essa ha bisogno per buon numero d'anni di dazi tali che valgano a compensare il danno sofferto dalla abolizione del corso forzoso, essendochè la scomparsa dell'aggio si riporta solo sulla materia prima; mentre il costo di filatura rimane quasi stazionario. E ciò spiega l'immensa importazione attuale di filati che va crescendo col diminuire dell'aggio.

Sono pervenute in dono alla Direzione le seguenti altre pubblicazioni:

— Ricerche intorno all'equilibrio dei Corpi elastici isotropi. Memoria del Prof. Valentino Cerruti alla R. Accademia dei Lincei. Op. in-4° di pag. 45. — Roma, 1882.

— Progetto d'impianto di una grande stazione ferroviaria e spostamento delle linee di Genova e del Porto nella città di Sampierdarena, compilato dagli ingegneri Bruno Salvatore e Mignacco Luigi. Op. in-4° di pag. 12 con planimetria ed altimetria. — Sampierdarena, 1882.

— Relazione dell'assessore Agostino Oneto al Consiglio Comunale sul detto Progetto. Op. in-4° di pag. 21. — Sampierdarena, 1882.

— Studi e norme principali sul mantenimento delle strade ordinarie, provinciali e comunali di Baldassarre Casari, Ingegnere di Sezione dell'Ufficio tecnico provinciale di Novara. Op. in-8° di pag. 100. — Novara 1882.

— La scienza e l'arte dell'edificare. Trattato di costruzione civile, rurale, stradale ed idraulica dell'ingegnere Francesco Nonnis-Marzano, Prof. di costruzione nell'Istituto tecnico di Cagliari. Terza edizione. Volume II in-8° di pag. 228 con 8 tavole. — Torino 1882.

— Sulla costruzione del Teatro Massimo Vittorio Emanuele. Lettera seconda. Dell'incombustibilità e delle sue altre proprietà principali per l'architetto G. B. Basile, autore del Progetto e direttore dei lavori. Op. in-8° di pag. 21. — Palermo, 1882.

— Le macchine a vapore, il materiale e l'esercizio tecnico delle strade ferrate. Opera dell'Ing. Comm. Agostino Cavallero. — Termodinamica — Aerodinamica. Un volume di XXIV-707 pagine con 102 figure intercalate nel testo ed un atlante di 35 tavole. — Torino, 1882.

Fig. 2.
Prospetto di una Capriata
Scala 1:40.

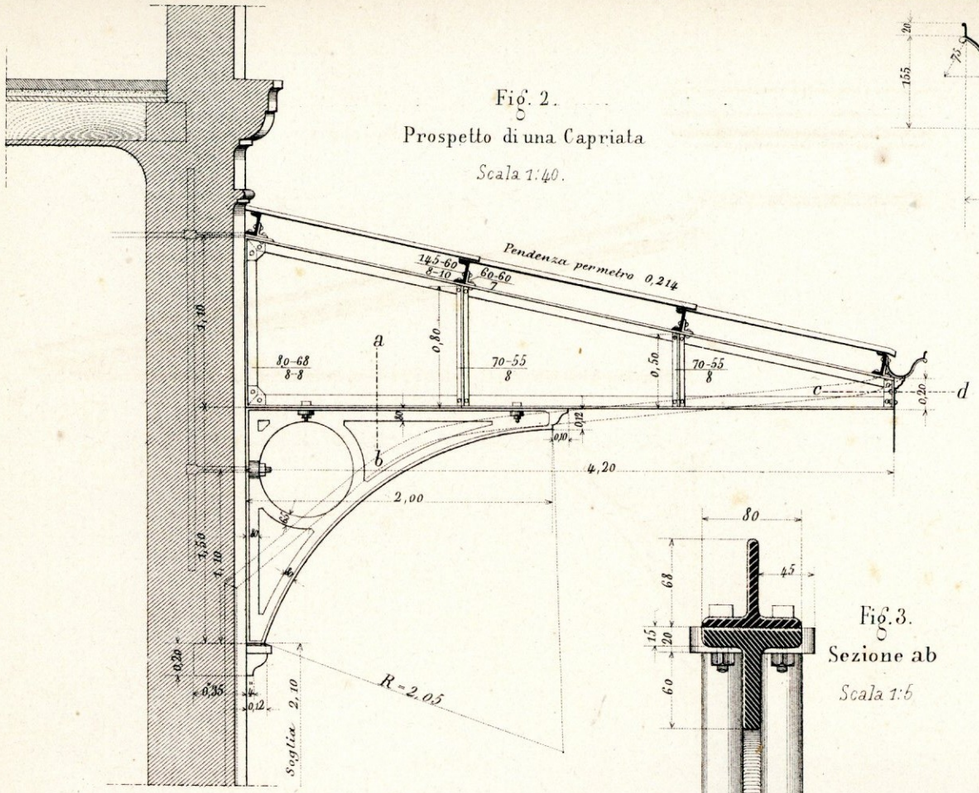


Fig. 3.
Sezione ab
Scala 1:5

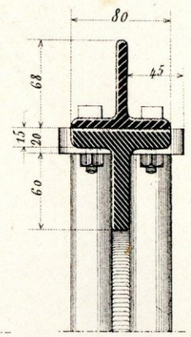


Fig. 8
Sezione ef
Scala 1:10

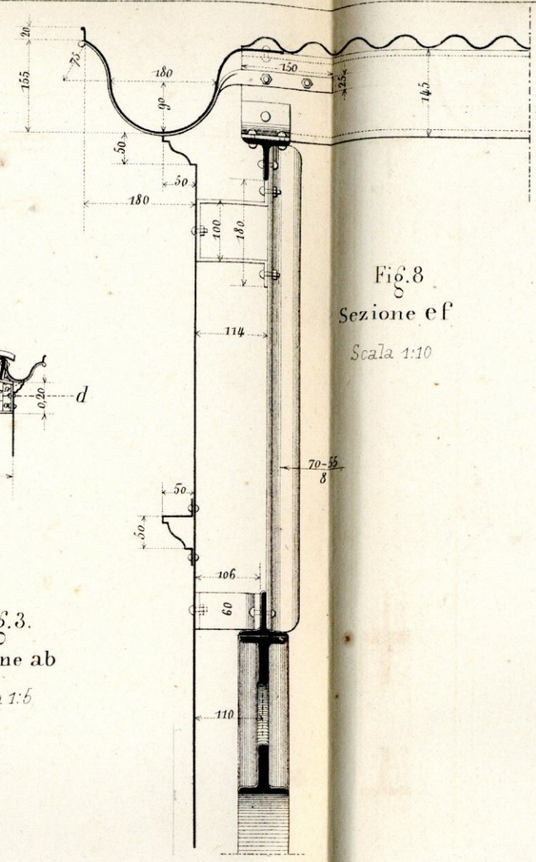


Fig. 4.
Particolari
Scala 1:10

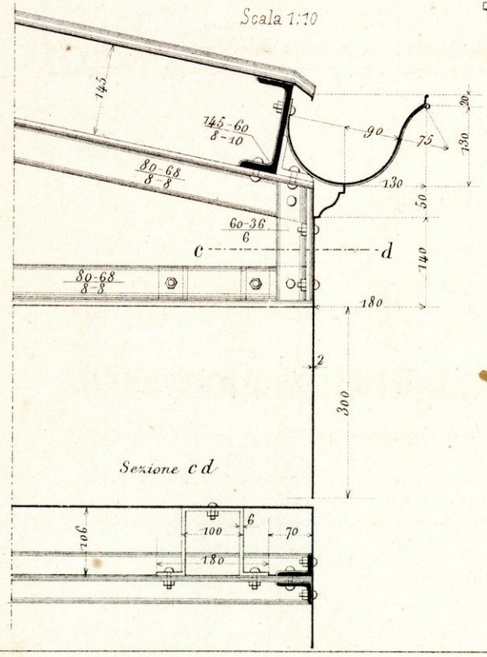


Fig. 7
Prospetto
Scala 1:40

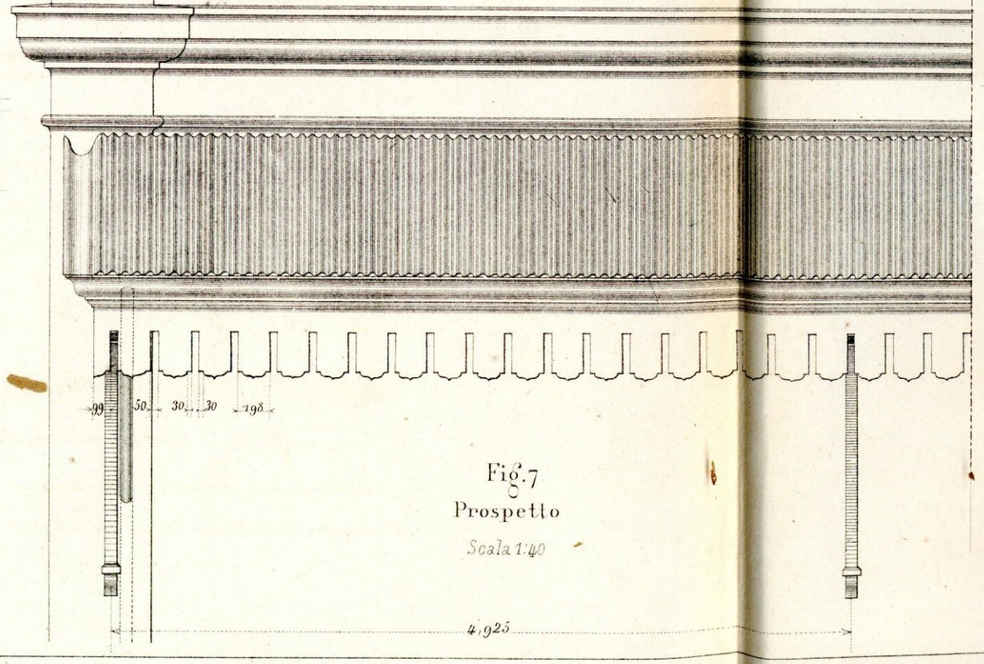


Fig. 5
Fianco
Scala 1:40.

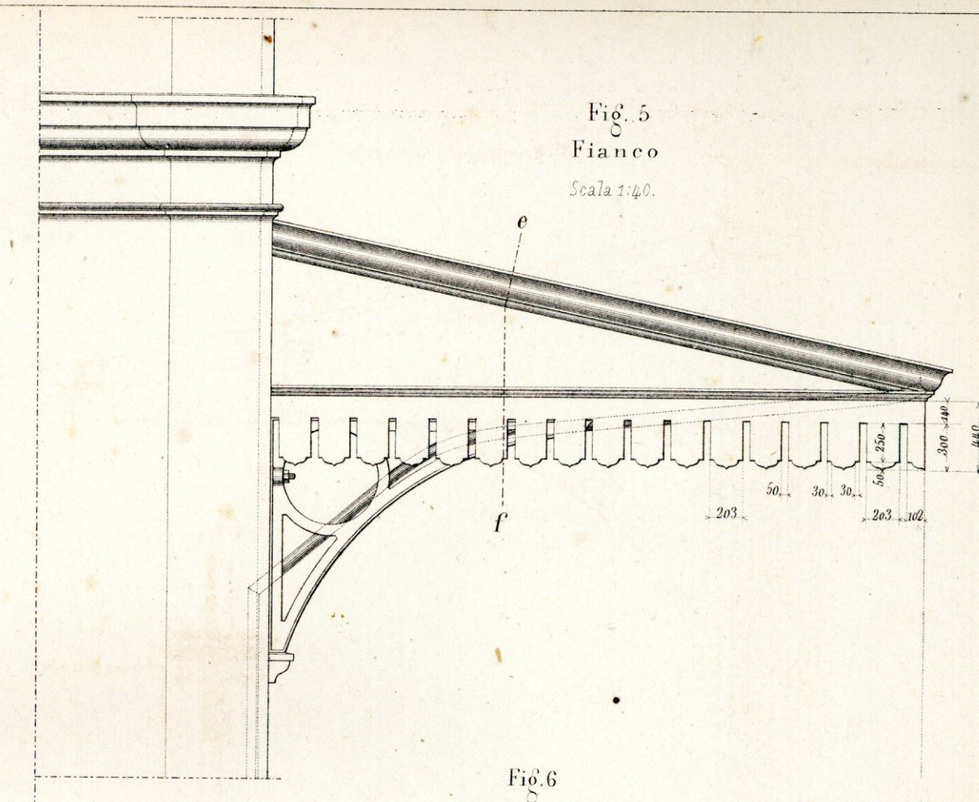


Fig. 6
Pianta sulla c d
Scala 1:40.

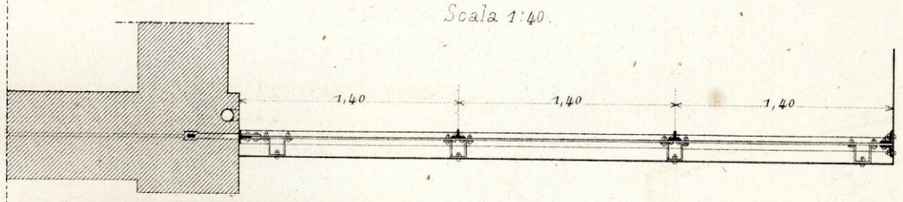
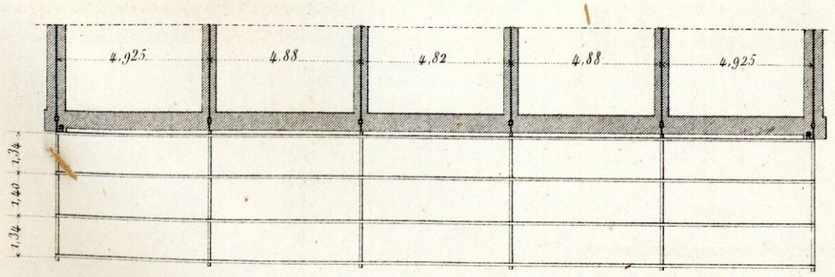


Fig. 1.
Pianta d'assieme
Scala 1:200



Tip. e Lit. Camilla e Bertolero, Torino.

PENSILINA PER FABBRICATI VIAGGIATORI DELLE STAZIONI DI CLASSE