L'INGEGNERIA CIVILE

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

COSTRUZIONI METALLICHE

DEL PONTE AD ARCO SULL'ADDA VICINO A TREZZO E DI UN METODO ANALITICO-PRATICO

PER CALCOLARE

LA RESISTENZA DI UN ARCO METALLICO

(Veggansi le Tavole X, XI, XII e XIII)

VI. Risoluzione pratica del problema. — Nella pratica applicazione, i carichi che solleciteranno l'arco saranno generalmente concentrati in certi punti e i momenti inflettenti dovuti a questi carichi varieranno da un punto ad un altro.

Cerchiamo l'espressione del momento inflettente M per un punto qualunque dell'arco.

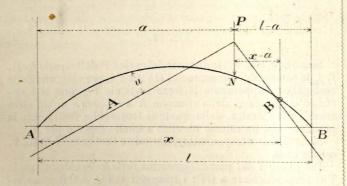


Fig. 91.

Sia P (fig. 91) un carico verticale concentrato in un punto N dell'arco e A, B le reazioni da esso prodotte sopra ciascuna delle due spalle; l'espressione del momento M sarà differente secondo che la sezione che si considera si troverà a destra od a sinistra del punto N.

a sinistra del punto N.
Siano a ed l-a le distanze della forza P dalle spalle A e B.
Per ogni punto posto fra A e N, l'espressione del momento delle forze sarà A u; per ogni punto fra N e B sarà:

$$Au + P(x-a)$$
.

Sostituendo questi valori nelle equazioni (4), (5), (6), avremo:

$$\varphi = \sum_{a}^{a} \mathbf{A} u \cdot \Delta \mathbf{E} + \sum_{a}^{l} \mathbf{A} u \cdot \Delta \mathbf{E} + \sum_{a}^{l} \mathbf{P} (x - a) \Delta \mathbf{E}
h = \sum_{a}^{a} y \cdot \mathbf{A} u \cdot \Delta \mathbf{E} + \sum_{a}^{l} y \cdot \mathbf{A} u \cdot \Delta \mathbf{E} + \sum_{a}^{l} y \cdot \mathbf{P} (x - a) \Delta \mathbf{E}
h = \sum_{a}^{a} x \cdot \mathbf{A} u \cdot \Delta \mathbf{E} + \sum_{a}^{l} x \cdot \mathbf{A} u \cdot \Delta \mathbf{E} + \sum_{a}^{l} x \cdot \mathbf{P} (x - a) \Delta \mathbf{E}
cioè riducendo:$$

$$\varphi = P \Sigma_a^l (x - a) \Delta E + A \Sigma_o^l u \cdot \Delta E$$

$$h = P \Sigma_a^l y \cdot (x - a) \Delta E + A \Sigma_o^l u y \cdot \Delta E$$

$$k = P \Sigma_a^l x (x - a) \Delta E + A \Sigma_o^l u x \cdot \Delta E$$

La quantità sotto il segno di sommazione dell'ultimo termine del secondo membro in queste eguaglianze rappresenta un momento statico nella prima ed un momento centrifugo nelle altre: quindi possiamo dare a queste quantità la s guente forma:

$$\Sigma u \Delta E = u_s E$$

$$\Sigma u y \Delta E = y_s u_x E$$

$$\Sigma u x \Delta E = x_s u_y E$$

e ponendo per analogia:

$$\Sigma_a^l (x - a) \Delta E = u'_s E$$

$$\Sigma_a^l y (x - a) \Delta E = u'_x y_s E$$

$$\Sigma_a^l x (x - a) \Delta E = u'_y x_s E$$

avremo semplicemente:

$$\phi = P u'_s E + A u_s E$$

$$h = P u'_x y_s E + A u_x y_s E$$

$$k = P u'_y x_s E + A u_y x_s E$$

e dividendo in ogni equazione pei fattori comuni, potremo anche scrivere:

$$\frac{\varphi}{E} = P u'_s + A u_s$$

$$\frac{h}{y_s E} = P u'_x + A u_x$$

$$\frac{k}{x_s E} = P u'_y + A u_y.$$

Siccome condizione essenziale della costruzione è che nessuno spostamento lineare od angolare dell'imposta dell'arco abbia luogo, noi dobbiamo avere:

$$P u'_s + A u_s = 0$$

$$P u'_x + A u_x = 0$$

$$P u'_y + A u_y = 0$$

espressioni che si possono anche mettere sotto questa forma:

$$\frac{u_s}{u_s'} = \frac{u_x}{u_x'} = \frac{u_y}{u_y'} = -\frac{P}{A}$$

cioè u'_s , u'_x , u'_y sono proporzionali alle nostre tre incognite u_s , u_x , u_y che sono, per così dire, le coordinate della reazione cercata, cioè le distanze dalla reazione A del centro di gravità S e dei due antipoli X ed Y.

Si calcoleranno u'_s , u'_x , u'_y senza difficoltà per ogni va-

lore di P, poichè:

$$u'_{s} = \frac{1}{E} \Sigma_{a}^{l} (x - a) \Delta E$$

$$u'_{x} = \frac{1}{y_{s} E} \Sigma_{a}^{l} y (x - a) \Delta E$$

$$u'_{y} = \frac{1}{x_{s} E} \Sigma_{a}^{l} x (x - a) \Delta E$$

e siccome il punto S, punto d'applicazione della risultante delle quantità rappresentate con Δ E, ed i punti X, Y (antipoli dell'asse delle x e di quello delle y nell'elisse centrale), ci sono cogniti, possiamo fin d'ora considerare il problema come risolto.

In generale si calcolano i segmenti che determina la forza A sulla verticale della spalla A e sulla forza P al disopra e al disotto della orizzontale passante per S (fig. 92).

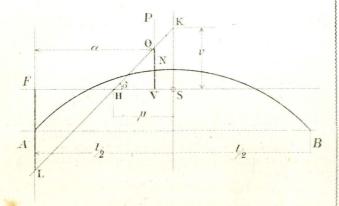


Fig. 92.

Chiamiamo α , β , γ i lati opposti ai vertici S, Y, X del triangolo formato (fig. 93) dal centro di gravità e dagli antipoli dei due assi, e per semplicità rappresentiamo con a, b, c le lunghezze u'_x , u'_s e u'_y , e proponiamoci in primo luogo di cercare i punti di intersezione K e H della reazione A coi lati S X e S Y del triangolo.

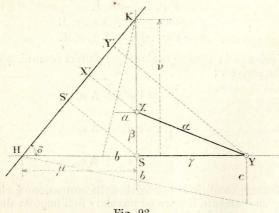


Fig. 93.

Sopra due verticali condotte per S e Y portiamo due lunghezze eguali a b e c; conduciamo la retta che ne congiunge le estremità prolungandola sino ad incontrare la SY in un punto H. Avremo:

$$\frac{SH}{YH} = \frac{b}{c}, \frac{SH}{\gamma + SH} = \frac{b}{c}$$

$$SH = \gamma \frac{b}{c - b} = \mu.$$

Analogamente su due orizzontali condotte per S ed X portiamo due lunghezze eguali a b ed a, e prolunghiamo la retta che congiunge i due punti così ottenuti sino ad incontrare la S X in K, avremo:

$$\frac{SK}{SX} = \frac{b}{b-a}, SK = \beta \frac{b}{b-a} = \gamma.$$

Congiungiamo H e K; la retta HK così ottenuta è la linea cercata, perchè abbassando dai punti S, X e Y delle perpendicolari SS', XX', YY' su HK, per la similitudine dei triangoli avremo:

$$\frac{SS'}{XX'} = \frac{SK}{XK} = \frac{b}{a} = \frac{u's}{u'x}$$

$$\frac{SS'}{YY'} = \frac{HS}{HY} = \frac{b}{c} = \frac{u's}{u'y}$$

queste sono appunto le condizioni imposteci.

Se si chiama δ l'angolo della H K coll'orizzontale S V (fig. 92), si avrà:

$$\tan \beta = \frac{SK}{SH} = \frac{\gamma}{\mu} = \frac{\beta}{\gamma} \cdot \frac{c-b}{b-a}$$

Ora il segmento determinato sulla verticale della spalla dalla orizzontale SV e dalla retta HK, sarà:

$$FL = \frac{l}{2} \tan \beta - SK = \frac{1}{2} l \frac{\gamma}{\mu} - \gamma$$

e il segmento OV intercettato sulla verticale P sarà:

$$0 \text{ V} = \text{S K} - \left(\frac{1}{2}l - a\right) \tan \delta = \nu - \left(\frac{1}{2}l - a\right) \frac{\nu}{\mu}.$$

Ci rimane ad esprimere la grandezza della reazione stessa o, come generalmente si usa, quella delle sue componenti orizzontale e verticale.

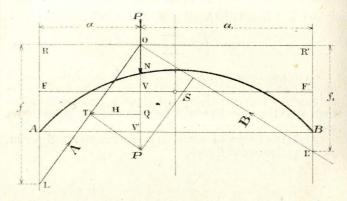


Fig. 94.

Siano a, a₁ (fig. 94) le distanze del carico P dalle spalle A e B; f, f₁ la somma dei due segmenti OV ed F L per ciascuna delle reazioni, e supponiamo la forza verticale P scomposta secondo le direzioni della reazione A a sinistra e di un'altra reazione B a destra, della quale si troverebbe facilmente la posizione con un calcolo identico a quello espesto per A.

Siano H, V le componenti orizzontale e verticale di A, H', V,

quelle di B.

Dal punto T del parallelogramma delle forze abbassiamo la T Q perpendicolare a OP; i triangoli OTQ, LOR sono simili avendo i lati due a due paralleli e, per la medesima ragione, sono simili i triangoli TQP, OR'L'; avremo dunque le proporzioni:

$$\frac{QQ}{TQ} = \frac{f}{a} , \frac{QP}{TQ} = \frac{f_1}{a_1}$$

cioè:

$$\frac{V}{H} = \frac{f}{a}$$
, $\frac{V'}{H} = \frac{f_1}{a_1}$

quindi:

$$\frac{OQ}{QP} = \frac{V}{V'} = \frac{a_i f}{a f}$$

od anche:

$$\frac{0Q}{0Q+QP} = \frac{a_1f}{a_1f+af_1}$$

e per essere 0Q + QP = P:

$$\frac{\mathbf{V}}{\mathbf{P}} = \frac{a_1 f}{a_1 f + a f_1} \quad \text{onde} \quad \mathbf{V} = \mathbf{P} \frac{a_1 f}{a_1 f + a f_1};$$

d'altronde essendo $\frac{V}{H} = \frac{f}{a}$, avremo $H = V \frac{a}{f}$ ossia:

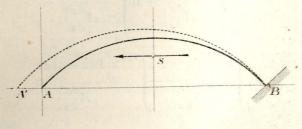
$$H = P \frac{a a_1}{a_1 f + a f_1}.$$

Calcolate queste due componenti, la reazione A è intieramente determinata e il problema praticamente risolto.

Infatti la determinazione del momento delle forze esterne per ogni punto dell'arco si riduce ad un semplice calcolo di momenti statici e tutte le tensioni prodotte nell'arco da un carico P possono ottenersi senza difficoltà.

VII. Ricerca degli sforzi prodotti nell'arco dalle variazioni della temperatura. - Le variazioni della temperatura, che hanno poca influenza nelle travi rettilinee semplicemente appoggiate, sviluppano nelle travi incastrate sforzi considerevoli.

Però gli effetti della dilatazione non sono di natura così complessa come si potrebbe giudicare a primo aspetto. Infatti, considerando che ogni parteo, per servirci d'una espressione già usata, ogni elemento dell'arco si allunga o si accorcia semplicemente d'una quantità proporzionale alla sua lunghezza, si riconoscera che l'arco all'ungato od accorciato sarà una figura simile all'arco primitivo, poichè tutti i suoi ele-menti si saranno allungati od accorciati nella medesima proporzione.



Per conseguenza lo spostamento della estremità libera A sarà orizzontale, poichè la corda stessa si sarà semplicemente allungata od accorciata in proporzione della sua lunghezza; avremo dunque (fig. 95):

$$\varphi = 0$$
 , $h = AA'$, $k = 0$

ma, se a rappresenta il coefficiente di dilatazione dell'arco e t l'aumento o la diminuzione della temperatura in gradi centigradi, avremo:

$$h = A A' = l \cdot \alpha t$$
.

Ora lo spostamento rettilineo orizzontale AA' non è altro che una rotazione intorno ad un centro infinitamente distante posto sulla verticale del punto A, e si è veduto precedentemente (cap. V) che la direzione della forza producendo lo spostamento aveva sempre il centro di rotazione per antipolo rispetto all'elisse centrale dei A E.

Nel nostro caso particolare, l'antipolo è posto all'infinito sopra una verticale, la direzione della forza deve adunque essere il diametro orizzontale dell'elisse (*); in altri termini, la forza che produrrebbe i medesimi spostamenti che le variazioni della temperatura passerebbe pel centro di gravità dell'arco e sarebbe orizzontale allorche l'arco è simmetrico.

L'intensità di questa forza si ottiene facilmente dalla for-

$$h = Q y_s u_x E$$
,

ora

$$Q = Q_t \qquad h = l \alpha t;$$

dunque:

$$Q_t = \frac{h}{y_s u_x E} = \frac{l \alpha t}{y_s u_x E},$$

ora u_x non è altro che SX, cioè $y_x - y_s$

Dunque:

$$Q_t = \frac{l \alpha t}{y_s (y_x - \bar{y}_s) E},$$

nella quale l'espressione E rappresenta la somma di tutti i A E.

Con questa formola si calcoleranno facilmente le reazioni che le variazioni di temperatura possono produrre nell'arco e per conseguenza le tensioni che queste produrranno in ogni parte della costruzione.

VIII. Ricerca delle tensioni dovute alla compressione nell'arco. — Per completare lo studio della resistenza dell'arco, dobbiamo ancora occuparci degli effetti della forza R che agisce secondo l'asse dell'arco.

Ne abbiamo tenuto conto al principio nella ricerca della reazione; ma, per semplicità dei calcoli, abbiamo trascurato il termine relativo a questa forza, riservandoci di correggere più tardi i nostri risultati; occupiamoci di questa correzione.

Gli sforzi di compressione sono, per la loro natura stessa, sempre diretti secondo l'asse dell'arco; la deformazione che essi producono per ogni elemento si riduce ad un semplice accorciamento, il cui valore è, come vedemmo al 2º capitolo:

$$\frac{\mathrm{R}\,\Delta\,s}{\mathrm{F}\,\varepsilon}$$
,

R rappresentando lo sforzo di compressione, Δs la lunghezza dell'elemento, F la sezione corrispondente dell'arco ed s il modulo di elasticità.

Queste deformazioni, senza essere trascurabili, sono tuttavia assai piccole rispetto alle deformazioni principali dovute ai momenti inflettenti.

E siccome si tratta soltanto di correggere queste ultime, possiamo, senza menomare l'esattezza pratica del risultato, fare sulle deformazioni dovute alla compressione, un'ipotesi che poco si allontana dalla realtà.

Supporremo cioè che il rapporto $\frac{R}{F}$ sia costante.

Se per un dato carico si calcolasse il valore di R in più punti dell'arco, si vedrebbe che questa forza varia di poco da un punto all'altro; in generale diminuisce leggermente dalle imposte alla chiave.

Lo stesso accade per la sezione F dell'arco; la sezione varia assai meno in un arco che nei ponti continui; essa è sempre un po' maggiore alle imposte che alla chiave: si può dunque, senza grande errore, ammettere costante il rapporto $\frac{R}{F}$.

L'accorciamento di un elemento sarà allora proporzionale alla sua lunghezza Δs , e la deformazione totale dell'arco dovuta alla pressione sarà analoga a quella prodotta dalle variazioni della temperatura, cioè l'arco compresso sarà una sigura simile all'arco primitivo.

Lo spostamento della estremità libera A sarà dunque orizzontale e la reazione parziale Qc prodotta dagli sforzi di compressione sarà una forza orizzontale passante pel centro di

Questa reazione Qc, che dobbiamo considerare come una correzione a farsi alla reazione principale, è data dalla formola (8): $h = Q y_s u_x E$, nella quale converrà fare $Q = Q_c e$ $h = l \frac{R}{F \varepsilon}$, poichè h non è che l'allungamento della corda lnella stessa proporzione che il resto dell'arco; avremo dunque:

$$Q_c = \frac{l}{F} \cdot \frac{R}{y_s u_x \varepsilon E} = \frac{R}{F} \cdot \frac{l}{y_s (y_x - y_s) \varepsilon E},$$

si prenderà per -R il valore di questo rapporto alla chiave ove Rè precisamente eguale alla spinta orizzontale H.

IX. Calcolo delle inflessioni dell'arco. - L'impalcatura di un ponte ad arco si calcola in generale come una trave continua (fig. 96), e importa determinare dapprima le inflessioni dell'arco sotto l'influenza dei carichi, perchè gli spostamenti dei punti di appoggio della impalcatura, dovuti alle deformazioni dell'arco stesso, sono uno degli elementi essenziali del calcolo.

^(*) Il polo e l'antipolo di un diametro dell'elisse si confondono in un solo punto posto all'infinito sul diametro coniugato, poichè le due tangenti sono parallele.

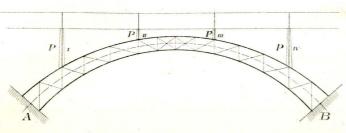


Fig. 96.

Per determinare queste inflessioni, osserviamo che le formole degli spostamenti, quali le abbiamo dedotte, V. il cap. II, formole (1) (2) (3), sono generali e si applicano allo spostamento d'un punto qualunque dell'arco; queste formole sono:

$$\Delta \phi = \frac{M}{\varepsilon I} \cdot s$$

$$\Delta x = (y - y') \cdot \frac{M}{\varepsilon I} \Delta s$$

$$\Delta y = (x - x') \cdot \frac{M}{\varepsilon I} \Delta s.$$

Naturalmente, nel nostro caso, la sommazione si deve estendere non più a tutto l'arco, ma solo dall'origine sino al punto che si considera, cioè da 0 ad x, essendo x l'ascissa di questo punto; avremo allora:

$$\Delta \phi = \sum_{0}^{x} \frac{M}{\varepsilon I} \Delta s$$

$$\Delta x = \sum_{0}^{x} (y - y') \frac{M}{\varepsilon I} \Delta s$$

$$\Delta y = \sum_{0}^{x} (x - x') \frac{M}{\varepsilon I} \Delta s$$

e se si prendono per as degli elementi d'arco infinitesimi, Δs diviene ds, (x-x') diventa dx, e(y-y') diventa dy; possiamo pertanto scrivere:

$$\Delta \varphi = \int_0^x \frac{M}{\varepsilon I} ds$$

$$\Delta x = \int_0^x \Delta \varphi \cdot dy$$

$$\Delta y = \int_0^x \Delta \varphi \cdot dx.$$

Ora l'espressione generale del momento M per un punto qualunque (x, y) è data da:

$$M = Ad - P(x - a)$$

la lunghezza d essendo il braccio di leva (fig. 97) della reazione A rispetto al punto (x, y).

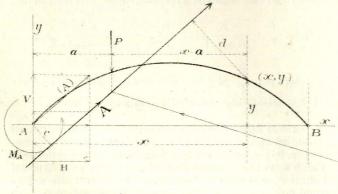


Fig. 97.

Invece di calcolare d, sostituiamo ad A le sue componenti V ed H, che supporremo applicate in A, ed un momento $M_A = Ac$, conseguenza di questa ipotesi. Sostituendo, si ha:

$$\mathbf{M} = \mathbf{V}x - \mathbf{H}y - \mathbf{M}_{\mathbf{A}} - \mathbf{P}(x - a),$$

e, posto che vi fossero più carichi verticali P., P., P....

$$\mathbf{M} = \mathbf{V} x - \mathbf{H} y - \mathbf{M}_{\mathbf{A}} - \sum_{0}^{x} \mathbf{P}(x - a);$$

avremo dunque per A¢

$$\Delta \varphi = \int_{0}^{x} \left(\mathbf{V} x - \mathbf{H} y - \mathbf{M}_{\mathbf{A}} - \sum_{0}^{x} \mathbf{P} (x - a) \right) \frac{ds}{\varepsilon \mathbf{I}}$$

e siccome

$$ds = \frac{1}{\left(\frac{dx}{ds}\right)} dx$$

$$\Delta \phi = V \int_{0}^{x} \frac{x dx}{\left(\varepsilon I \frac{dx}{ds}\right)} - H \int_{0}^{x} \frac{y dx}{\left(\varepsilon I \frac{dx}{ds}\right)} - H \int_{0}^{x} \frac{y dx}{\left(\varepsilon I \frac{dx}{ds}\right)} dx$$

$$- M_{A} \int_{0}^{x} \frac{dx}{\left(\varepsilon I \frac{dx}{ds}\right)} - \int_{0}^{x} \frac{\Sigma_{0}^{x} P(x-a) dx}{\left(\varepsilon I \frac{dx}{ds}\right)}$$

Si può, senza grande errore, supporre costante $\left(\varepsilon I \frac{dx}{ds}\right)$, perchè, mentre I diminuisce dall'imposta alla chiave, il rapporto $\frac{dx}{ds}$ al contrario aumenta, e raggiunge precisamente il suo valore massimo alla chiave ove $\frac{dx}{ds} = 1$ facendo $\varepsilon I \frac{dx}{ds} = C$,

$$\Delta \phi = \frac{V}{C} \int_0^x x \, dx - \frac{H}{C} \int_0^x y \, dx - \frac{M_A}{C} \int_0^x dx - \frac{1}{C} \int_0^x dx - \frac{1}{C} \int_0^x \int_0^x dx \, dx$$

Ora, se la curva è una parabola, si ha (*):

$$y = \frac{4f}{l^2} \cdot x (l-x),$$
 onde
$$\int y \, dx = \int \frac{4f}{l^2} \cdot x (l-x) \, dx = \frac{4f}{3 \, l^2} \cdot x^2 \left(\frac{3}{2} \, l-x\right);$$
 in oltre
$$\int_0^x \mathbf{P} \left(x-a\right) dx = \frac{1}{2} \, \mathbf{\Sigma}_0^x \, \mathbf{P} \left(x-a\right)^2;$$

Taunque.
$$\Delta \phi = \frac{V}{C} \cdot \frac{x^{2}}{2} - \frac{H}{C} \cdot \frac{4f}{3l^{2}} \cdot x^{2} \left(\frac{3}{2}l - x\right) - \frac{M_{A}}{C}x - \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{2} \sum_{0}^{x} P(x - a)^{2}$$

$$\Delta \phi = \frac{1}{2C} \left\{ Vx^{2} - H \frac{8f}{3l^{2}} x^{2} \left(\frac{3}{2}l - x\right) - \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2}l$$

^(*) Supposta una parabola la curva dell'asse dell'arco AB (fig. 98)

Nel caso in cui l'arco sia incastrato, la costante d'integrazione è nulla, poichè per x = 0 si deve avere $\Delta \phi = 0$. Restano a determinarsi:

$$\Delta x = \int_0^x \Delta \phi \, dy$$
 ; $\Delta y = \int_0^x \Delta \phi \, dx$.

Differenziando l'equazione della parabola

$$y = \frac{4f}{l^2} (l - x) x,$$

si ha:

$$dy = \frac{4f}{l^2} (l - 2x) dx,$$

e sostituendo nella espressione di
$$\Delta x$$
 i valori di $\Delta \phi$ e di dy :
$$\Delta x = \int_{0}^{x} \frac{1}{2C} \left\{ \nabla x^{2} - H \frac{8f}{3t^{2}} x^{2} \left(\frac{3}{2}t - x \right) - \frac{1}{2C} \left\{ \nabla x^{2} - H \frac{8f}{3t^{2}} x^{2} \left(\frac{3}{2}t - x \right) - \frac{1}{2C} \left\{ \nabla x^{3} - H \frac{8f}{3t^{2}} x^{3} \left(\frac{t}{2} - \frac{x}{4} \right) - \frac{1}{2C} \left\{ \nabla \frac{x^{3}}{3} - H \frac{8f}{3t^{2}} x^{3} \left(\frac{t}{2} - \frac{x}{4} \right) - \frac{1}{2C} \left\{ \nabla \frac{x^{4}}{4} - H \frac{8f}{3t^{2}} x^{4} \left(\frac{3}{8}t - \frac{x}{5} \right) - \frac{2}{3} M x^{3} - \frac{4f}{Ct^{2}} \left\{ \nabla \frac{x^{4}}{4} - H \frac{8f}{3t^{2}} x^{4} \left(\frac{3}{8}t - \frac{x}{5} \right) - \frac{2}{3} M x^{3} - \frac{1}{2C} \left\{ \nabla x^{4} - \frac{2}{3} \sum P a x^{3} + \frac{1}{2} \sum_{0}^{x} P a^{2} x^{2} \right\} \right\}$$

$$\Delta y = \frac{1}{2C} \int_{0}^{x} \left\{ \nabla x^{2} - H \frac{8f}{3t^{2}} x^{2} \left(\frac{3}{2}t - x \right) - \frac{2}{2C} \left\{ \nabla x - H \frac{2f}{t^{2}} \cdot x \left(2t - x \right) - 3 M_{A} - \frac{x^{2}}{6C} \left\{ \nabla x - H \frac{2f}{t^{2}} \cdot x \left(2t - x \right) - 3 M_{A} - \frac{1}{2C} \sum_{0}^{x} P \left(x - a \right)^{3} \right\} \right\}$$

Queste formole permettono di calcolare le inflessioni del-l'arco per i differenti casi di carico.

e x'x', y'y' gli assi di questa parabola riferita al suo vertice O, la sua equazione avrà la forma $x'^2 + 2 p y' = 0$, e i valori delle coordinate x', y' di un punto qualunque, espressi per mezzo delle coordinate x,y rispetto agli assi primitivi Ax, Ay, saranno:

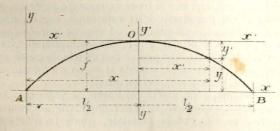


Fig. 98.

sostituendo:

$$x' = x + \frac{l}{2} ; y' = f - y:$$
sostituendo:
$$\left(x - \frac{l}{2}\right)^2 = -2p(f - y)$$
per $x = 0$ si ha $y = 0$, onde:

$$2p = -\frac{l^2}{4f},$$

$$x^{2} - lx = -\frac{l^{2}}{4f} \cdot y$$
$$y = \frac{4f}{l^{2}} \cdot x(l-x).$$

PEREQUAZIONE FONDIARIA

INTORNO AL METODO DI RILEVAMENTO DELLE MAPPE CENSUARIE

proposto dalla Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano.

Osservazioni degli Ing. E. Strada ed E. Ferrero.

Nella relazione della Commissione nominata dal Collegio degli Ingegneri di Milano allo scopo di studiare il miglior metodo di rilevamento geometrico necessario al coordinamento dell'imposta fondiaria, trovammo proposto e discusso tutto un sistema di rilevamento, che ha richiamato l'attenzione di quanti s'interessano a questo argomento.

Prima di passare a fare un esame critico di tale metodo, crediamo conveniente riassumere in poche parole, quanto con eleganza di forma e con molta dottrina fu svolto ampiamente dall'egregio relatore Ingegnere Salmoiraghi.

Il problema che la Commissione s'era fissato di risolvere è espresso in questi termini: quale sarebbe il metodo migliore per esattezza, sollecitudine ed economia, per fare delle huone mappe del parcellario fondiario italiano alla scala

A risoluzione di tale problema la Commissione propone di dividere il lavoro di rilevamento in tre parti: triangolazione,

poligonazione e rilevamento del parcellario.

Per la triangolazione accetta i punti di 3º ordine dell'Istituto Geografico Militare, dove esistono, deducendo da questi il numero di punti trigonometrici di cui abbisogna; quando invece manchino, suggerisce di crearne dei nuovi indipen-denti, cioè con base propria ed orientamento approssimato per ogni territorio di 4000 ettari circa.

Per ognuno di questi territori stabilisce, come opportuni e sufficienti, quattro punti trigonometrici, in modo che la distanza fra di loro può arrivare sino a sei chilometri circa, come appare dalla figura in scala annessa alla relazione.

Riguardo alla poligonazione, raccomanda di interpolare fra due punti trigonometrici, preliminarmente, per mezzo di vere stazioni fatte collo strumento, alcuni punti, in modo da avere gli azimut reciproci della retta che li unisce, senza però determinarli di posizione. Fra questi punti principali ne interpolerebbe altri, e quindi altri ancora, finchè arriva ai camminamenti semplici, cioè ad unire questi punti per mezzo dei soliti sistemi d'attacco, cioè per lettura d'angolo con un goniometro, e per lettura di distanze per mezzo di una stadia. Fatta e compensata questa poligonale principale, se ne farebbero altre secondarie, partendo da un punto qua-lunque dei vertici della prima ed andando verso un punto qualunque di un'altra poligonale di 1º ordine; così di seguito per un'altro ordine di poligonali fino a coprire di un reticolato il territorio da rilevare. Avverte però la Commissione stessa che queste poligonali non hanno che un carattere transitorio, nel senso che di esse nulla rimane sul terreno; i vertici di essa non sono altro che stazioni provvisorie per determinare di posizione qualche punto, come spigoli di case, spalle di ponti, termini in pietra, ed in genere qualunque oggetto avente un carattere stabile.

Deve poi essere cura dell'operatore di fare in modo che questi punti definitivi così determinati costituiscano un poligono chiuso, che percorra sempre o una strada, od un rio, od una linea di displuvio importante: una insomma delle varie linee topografiche, in modo però che l'area racchiusa in questo poligono non sia inferiore ai 50 ettari e non ec-

Finita questa rete verrebbe in campo il rilevatore del parcellario, limitandosi al rilievo dell'interno di questi poligoni e basando le sue operazioni sui punti precedentemente sta-biliti, al quale rilevatore sarebbe concesso di usare qualunque sistema di rilievo, in omaggio al principio già stato ammesso dalla Società degli Ingegneri di Torino, di attrarre a questo lavoro colossale tutte le forze vive della nazione.

Riguardo alla distribuzione del lavoro la Commissione razionalmente opinerebbe che la triangolazione e la poligonazione debbano essere riservate agli ingegneri governativi; invece il parcellario debba essere lasciato ai liberi professionisti.

Non mancano nemmeno nella stessa relazione i gradi di approssimazione che si possono ottenere tanto nella misura angolare, quanto in quella delle distanze; così suggerisce di tollerare e quindi di compensare, seguendo i soliti metodi, gli errori angolari di 0°, 01, di 0°, 02, di 0°, 04 relativamente nel 1°, nel 2° e nel 3° ordine di poligonali; e quanto alle distanze, ammette, e quindi compenserebbe senz'altro gli errori non eccedenti i 0^m,20 p. 0₁0 relativamente sui due assi coordinati.

Infine, a mappa compiuta, prescrive che non si debbano tollerare errori maggiori di 0^m,50 e di 1 metro, sino a cento metri di lunghezza, secondochè il rilievo fu fatto in pianura od in collina, e successivamente di 0,5 0₁0, e dell'1 0₁0 per

distanze maggiori.

Come corollario del lavoro la relazione passa ad esaminare i diversi vantaggi del sistema proposto, il tempo che presso a poco si richiederebbe; e nelle ultime pagine lo confronta con quello che a grandi linee fu studiato e raccomandato dalla Società degli Ingegneri di Torino, facendo naturalmente ri-

saltare i pregi del proprio sistema.

Questa per sommi capi, se ben intendemmo, è la proposta della Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano; noi abbiamo voluta esporla, perchè dissenzienti in massima parte da essa, la esamineremo dal punto di vista da cui fu da noi intesa. Per non dilungarci troppo tralascieremo di parlare di alcuni vantaggi secondari, i quali in gran parte sono indiscutibili, per esaminare solo il metodo proposto nelle sue parti essenziali, che sono: la sua opportunità, l'approssimazione che può dare e la convenienza di esso dal lato economico.

Scopo d'un catasto. — Come dicemmo, la Commissione milanese nei suoi studi non si prefisse che un solo fine: di avere delle mappe grafiche; cioè di avere quanto occorre per ripartire equamente l'imposta fondiaria. E veramente, se questo solo scopo fosse da raggiungere, essa avrebbe perfettamente ragione: sarebbero inutili e puerili tutte le precauzioni per evitare certi piccoli errori, che andrebbero a ricadere sul proprietario sotto forma d'una piccola frazione della frazione del reddito annuale; ciò che, in vista dell'entità di tali errori, è sempre cosa trascurabile. In questo caso il voler pretendere troppo sarebbe lo stesso, per usare una frase di un nostro egregio concittadino e collega, come il voler pesare le patate colla bilancia dell'orafo. Ma se un catasto geometrico e parcellare potesse dare (come effettivamente può dare) altri vantaggi non meno importanti di quelli della perequazione dei tributi, e ciò con nessuno, o almeno con piccolissimo aumento di spesa, pare a noi che sarebbe naturale non precludere la via a tutto quanto appare meglio indicato al conseguimento di tali scopi.

Noi non entreremo a parlare dell'utilità di un catasto probatorio; sarebbe cosa troppo lunga, e d'altra parte troppo conosciuta, trovandoci a pochi mesi di distanza dalla discussione del famoso art. 8 della legge sulla perequazione fondiaria. A noi basta il constatare che nel Parlamento Nazionale la quistione della probatorietà rimase insoluta, lasciando però travedere che col tempo ciò era possibile ottenere. Questa riserva, che è una promessa per l'avvenire, obbligherebbe, secondo noi, a fare le operazioni in modo, che in qualunque tempo si volesse dare al catasto il carattere probatorio, i lavori di campagna, che implicano maggiore spesa, siano condotti in modo che le mappe possano allora meritare la mag-

giore autorità, che loro verrebbe data.

E fu per questa ragione che la Società degli Ingegneri di Torino emise il voto che abbia a bandirsi dai metodi di rilevamento la tavoletta pretoriana, come metodo esclusivamente grafico, e quindi insufficiente allo scopo che si vuole ottenere propugnando invece e la Celerimensura e gli Allineamenti che sono suscettibili di dare una mappa grafica e che nello stesso tempo hanno la loro base in numeri assoluti ed invariabili.

La Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano veramente, sebbene in modo appena incidentale ed in ultima pagina, se ne è occupata, dicendo « che lasciava ai posteri » la cura di rifare entro le zone preparate quella poca parte » che sarebbe stata fatta graficamente coi metodi artificiosi » degli allineamenti e della tavoletta; quando sorgesse in » essi il desiderio di infondere il carattere probatorio al ca-» tasto mediante un sistema di coordinate numeriche indi-

» viduante i vertici di tutte le proprietà ».

Senonchè la Commissione a questo punto (ultimo periodo) volendo dimostrare che ad ogni buon conto la probatorietà, in un tempopiù o meno remoto, potevasi ottenere con la spesa per le opportune correzioni di non grave momento, dimenticò quanto disse in principio della pagina stessa, dove volle dimostrare come, adottando le poligonali proposte, si poteva dare la massima libertà ai rilevatori del parcellario nella scelta dei metodi, e lamentava per giunta che la tavoletta era esclusivamente conosciuta in molte regioni d'Italia, e quindi si verrebbe ad escludere una parte notevole di personale tecnico.

Qui evidentemente è troppo ovvio il dilemma: o costoro i quali conoscono solo la tavoletta sono in molti, ed allora ci sarà poi molto da rifare, oppure sono in pochi, ed allora non

sarebbe il caso d'occuparsene gran fatto.

D'altra parte, se vi esiste un operatore, ingegnere o geometra, il quale, conoscendo bene la tavoletta sussidiata dalla stadia, in un mese di studio non riuscisse a famigliarizzarsi l'uso della celerimensura; se vi esiste un altro operatore il quale, conoscendo la stessa tavoletta, servendosene per aver la direzione degli allineamenti, come l'usava il Rabbini, nello stesso periodo di tempo non riuscisse a conoscere il metodo degli allineamenti; non ci rincresca il perdere questi due operatori: sarà tanto di guadagnato per il catasto che si ha in animo di fare.

E qui ci si permetta di protestar brevemente contro il titolo d'artificioso e grafico dato al sistema degli allineamenti che la Società degl'Angegneri di Torino raccomandava non meno della celerimensura. Si può capire che si chiami grafico ed artificioso il metodo tacheometrico, il quale si serve della stadia per la misura delle distanze, cioè si serve d'un mezzo grafico ed artificioso, benchè chi ciò dicesse darebbe troppa importanza a cosa troppo lieve e dimostrerebbe di non saper distinguere il graficismo poco temibile della celerimensura da quello molto più grave della tavoletta, ma non si capiscono questi qualificativi all'indirizzo del sistema degli allineamenti, col quale non occorrono strumenti e si rileva col solo aiuto delle canne e di poche palline, non portando a casa altro che dei numeri direttamente ricavati sul terreno.

Forse la ragione, che non si trova nettamente espressa, può intravvedersi nel complesso della relazione; cogli allineamenti non si hanno le coordinate, od almeno per ottenerle occorre un lavoro piuttosto grave. Ma ammettendo anche quest'ultima asserzione, che pure è discutibile, le coordinate sono proprio indispensabili, quando si voglia un catasto pro-

batorio in tutta l'estensione del termine?

Forse in Milano, nella patria del Porro, si vagheggia tuttora la speranza, quando si parla dei fini civili del catasto, di arrivare sino alla cedola catastale, quale fu ideata dal

Porro stesso.

Ma riconoscendo anche che tale cedola catastale, che pure ha tutte le nostre simpatie, sia utilissima, forsechè non vi si potrà arrivare anche dopochè si sia rilevato il terreno col sistema degli allineamenti? La cedola catastale non può forse esistere senza le coordinate? La parcella non sarebbe forse egualmente bene rilevata con questo sistema che colla celerimensura? Riguardo all'area, specialmente adottando il semplice artifizio suggerito dal Doll, non si ottiene forse con abbastanza precisione?

Evidentememente è duopo concludere che quando parliamo d'allineamenti la Commissione milanese e noi non in-

tendiamo di parlare della medesima cosa.

Concludendo questa digressione, facile a capirsi da noi, che propugnammo sempre l'uso dei due sistemi, a seconda delle circostanze del terreno, ritorniamo in argomento per concludere che ci sentiamo allarmati dal pericolo che si correrebbe di dovere in un'epoca, che potrebbe anche essere vicina, rifare molto del già fatto, e che crediamo più conve-

niente fare qualche cosa di più stabile che serva ai venturi, e che nello stesso tempo serva meglio ai presenti.

Triangolazione. — Partendo da principii diversi era naturale che la Società degli Ingegneri di Torino e la Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano non consentissero nella scelta degli stessi mezzi; ed a produrre una maggiore divergenza d'opinioni s'aggiunse il fatto che la Commissione milanese pare convinta che i lavori di triangolazione in corso d'esecuzione a cura dell'Istituto geografico Militare siano molto più indietro di quanto consterebbe a noi.

Persona degnissima di fede da noi pochi giorni fa interrogata, la quale, non è molto, occupava un posto distinto in quell'Istituto, ci assicurava che, ad eccezione di pochissime provincie, dove già esistono le mappe (dove quindi a noi meno importerebbe la loro mancanza), sarebbero già determinati tutti i punti fino al 4º ordine e debitamente fissati sul ter-

reno pressochè in tutto il Regno.

Ci rincresce, nonostante l'autorità di chi ci diede tali informazioni, di non essere nel caso di corroborarle con dati ufficiali, che non dev'essere difficile di ottenere. Ma è chiaro che, date per esatte queste informazioni, di cui noi non dubitiamo, cadrebbe logicamente una delle principali ragioni per cui la Commissione milanese proponeva come opportuno il proprio sistema.

Però l'argomento principale che essa adduce per sostenere la propria tesi consiste nella poca attendibilità della triangolazione del 4º ordine esistente, e tanto più di quella che si otterrebbe volendo di essa un ulteriore spezzamento, come proponeva la Società degli Ingegneri di Torino. Essa ammette in questi punti trigonometrici un errore assoluto di 0^m,50, e quindi teme l'errore d'orientamento che avrebbe la linea congiungente due di questi punti.

Ad aumentare tale timore concorse un errore materiale di calcolo in cui cadde la Commissione laddove asserisce che uno spostamento di 0^m,50 su due punti, può spostare di oltre un grado la retta che li unisce, oppure di 1/15 di grado, secondo che questa retta è di cento metri, oppure di mille e

cinquecento (1).

Questo timore ci ha affatto sorpresi: l'errore di orientamento, per quanto grande, non dice ancora che vi sia un grande errore di posizione, il quale errore è quello che si vuole evitare. Un errore azimutale di dieci gradi in una retta non è più temibile di un errore di un centesimo di grado, quando però la prima sia la millesima parte in lunghezza della seconda.

Però il relatore si domanda: come si può fare assegnamento su questi lati per fare la comprovazione e la compen-

sazione dei camminamenti?

La risposta non è difficile: primieramente quando i punti trigonometrici sono vicini, cioè le poligonali sono corte, è inutile una grande precisione azimutale, o, per meglio dire, non è necessaria come nelle lunghe poligonali, ove un piccolissimo errore d'orientamento nella poligonale ne produce uno gravissimo di posizione. In secondo luogo, nessuno proponendo di spezzare la triangolazione magari fino ai lati di 500 metri, ha mai detto, per quanto ci consta, che gli azimut di questi lati debbano servire alle compensazioni degli errori azimutali della poligonale: per questo l'operatore, pur ritenendo sufficiente per le sue brevi poligonali la comprovazione offertagli dalla direzione di un lato che non sia meno lungo della poligonale che sta tracciando, pure non tralascierà, tutte le volte che glie ne presentera il caso, di chiudere la stessa poligo-

nale, battendo in principio od in fine di essa su di un punto lontano, in modo da godere i vantaggi, servendosene razionalmente, e della vicinanza e della lontananza dei punti stessi. Evidentemente, data una triangolazione molto spezzata, potremo, a seconda della convenienza, servirci dei punti trigonometrici vicini, oppure di quelli lontani.

È poi inconcepibile come, dopo aver ammesso la precisione innegabile dei moderni goniometri, fra i quali merita un posto importante il tacheometro-cleps, per cui va lodato l'egregio relatore che lo costruisce, e conoscendo i risultati veramente fenomenali nella misura delle basi (1), si possa poi venire ad ammettere l'errore grossolano di 0^m,50 per questi punti. Su questo argomento non è quistione di parole nè di opinioni; date le approssimazioni nella base e degli strumenti, l'approssimazione del punto ne viene di naturale conseguenza.

Adottando la formola data dal prof. Iadanza, supposto anche che occorra un 6° ordine di lati per poterli ridurre alla lunghezza di un chilometro (si potrebbe dimostrare che basta un quinto), data anche solo nel teodolite l'approssimazione di 10", dato che i lati del 5° ordine (come è dimostrato) abbiano un'approssimazione di 18000 ne verremo necessariamente a concludere che i punti di 6° ordine non potranno avere un errore assoluto maggiore di 15 centimetri.

avere un errore assoluto maggiore di 15 centimetri.

Ridotto a questi termini l'errore assoluto, l'azimut di una linea congiungente due punti trigonometrici a distanza di un chilometro non sarà alterato che di due millesimi di grado quadragesimale, ed allora è certo che si può far assegnamento su questi lati per far tutte le comprovazioni e compensazioni che si vogliono.

Approssimazione delle poligonali. — La Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano dimostra una fiducia illimitata nelle poligonali, e mentre noi, trovando ancor lunghi i lati della triangolazione di un chilometro, crediamo conveniente d'interrompere la nostra poligonale tutte le volte che ci si presenta favorevole l'occasione, fissando la stazione col sistema di Pothenot, la Commissione sullodata non esita a percorrere distanze oltre i sei chilometri, cercando solo di compensare gli errori azimutali, senza curarsi troppo di quelli fatti sulle distanze; si serve di questi vertici come di capisaldi indiscutibili per incominciare nuove lunghissime poligonali, e poi ricomincia di nuovo, molto fidando nella compensazione razionale degli errori.

Cade quindi a proposito un breve studio sugli effetti di queste compensazioni. A nessuno verrebbe certamente in mente di applicare per tale operazione il bellissimo ma sempre lungo calcolo che si basa sulla teoria dei minimi quadrati. Il metodo universalmente usato, perchè più spiccio, consiste nel dividere l'errore angolare riscontrato, quando abbia luogo la comprovazione, in tante parti quanti sono i vertici misurati e nel ripartire su ciascuno di questi la sua parte di errore; qualche autore vorrebbe anzi presumere maggior errore nei vertici che hanno lati minori, e su questi quindi apportare maggior correzione. Riguardo all'errore sulla distanza riscontrata ad azimut corretti, parte sull'asse delle X e parte su questi delle Y, lo si compensa correggendo le proiezioni su questi due assi coordinati di ogni raggio vettore in proporzione delle loro lunghezze.

Noi ci accontenteremo di esaminare quanto errore probabile resti ancora nella nostra poligonale, a compensazioni fatte, per quanto riguarda l'errore fatto nella distanza, trascurando l'errore azimutale, che pure per lunghe poligonali non è affatto trascurabile.

Or bene, l'errore massimo probabile che rimane in qualche vertice, per il solo fatto dell'inesatta misura della distanza, si può considerare espresso da questa formola che noi esponiamo per maggior chiarezza e per economia di parole:

$$\mathbf{E}_{m} = \frac{\varepsilon \, \mathbf{D} - \mathbf{R}}{2}$$

⁽¹⁾ La meno esatta finora è quella di Varsavia, misurata nel 1846, con un errore di $\frac{1}{325000}$ (Jadanza, Sulla forma del triangolo geodetico, ecc.).

⁽¹⁾ Su 100 metri un errore di mezzo metro per ogni punto porta un errore azimutale massimo uguale a 0°63 cent. — a 0°34′,30″; per 1500 m l'errore azimutale è di 0°,04 — 0°,2′,20″.

Pare però, dietro spiegazioni avute in proposito dallo stesso relatore, che questo errore materiale non sia stato commesso.

L'ing. Salmoiraghi non ha inteso dire che l'errore azimutale, o differenza fra azimut vero ed azimut dedotto, sia d'oltre un grado: ma che la linea congiungente i due punti per effetto dell'errore di — 0,50 su di essi può prendere infinite posizioni entro i limiti di un angolo di oltre un grado.

In tal caso avremmo ragione entrambi: ci sia però permesso di non trovare troppo felice questo modo di considerare le cose, che ne duplica l'importanza.

dove Em rappresenta l'errore massimo rimanente a compensi fatti; ¿ l'errore unitario o per unità di misura; D la lunghezza della proiezione della distanza fra i due punti di partenza e di arrivo che limitano la poligonale; ed R l'errore ri-

scontrato al punto d'arrivo.

Accade quindi ciò che a prima vista si direbbe un paradosso, che quando al punto d'arrivo non si verificano errori di sorta, cioè per R = 0, allora appunto si deve temere un errore maggiore nella fatta poligonale; e che l'errore sia nullo per R massimo, cioè uguale ad ε D. Quindi nel caso supposto dalla Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano, in cui D può essere uguale a sei chilometri, ed ε è da essa riconosciuto di 0^m, 20 p. %, nel caso più sfavorevole, cioè per R = 0, dovremmo temere nella nostra poligonale un errore di 6 metri. E ciò accade quando, p. es., per la metà della poligonale si faccia sempre un errore costante in più, e per l'altra metà un errore in meno, in modo da arrivare al punto di controllo, già preliminariamente determinato, ricavando le stesse coordinate dateci dalla triangolazione.

In questo caso l'operatore, pure dovendo temere un errore cosi grossolano, non ha mezzo di poterlo correggere, e deve

ritenere per ottima la poligonale ottenuta.

Quindi da uno di questi punti così erronei lo stesso operatore parte per fare una poligonale secondaria: nella quale gli si possono presentare due casi: o l'errore che farà in questa seconda poligonale, fortuitamente compensa quello fatto sulla poligonale principale, ed allora consacra l'errore commesso, oppure ne farà un altro nello stesso senso, ed allora si troverà al suo punto d'arrivo con un errore troppo forte, che gli farà temere d'aver commesso qualche errore materiale

e si rimetterà a rifare il già fatto.

Siccome poi gli errori commessi non dipendono da chi opera, ma dal sistema, è naturale che gli stessi errori può ripeterli quante volte ritenterà la prova. Ognuno quindi immagini come questo serio inconveniente, quale può presentarsi al 2º ordine di poligonali, possa diventare grave al 3º ed al 4º ordine; come a questo proposito (e non per quanto riguarda la triangolazione), possa dirsi quello che scrive il relatore Salmoiraghi a pagina 30 che si corre il pericolo « d'intricarsi in un lavoro da non uscirne più », e quanto l'errore che si può fare su un punto trigonometrico sia al disotto di quello che si deve temere in così lunghe poligonali.

Forse la Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano, condividendo la teoria di alcuni in proposito, non fa gran caso di questi errori assoluti (cioè spostamento del punto ottenuto da quello vero), per occuparsi soltanto di quelli relativi, cioè spostamento di un punto della rete rispetto ad un

altro della rete stessa.

La quistione è discutibile, ma non è qui il luogo più opportuno: è certo ad ogni modo che anche essendo solamente assoluti, tali errori, quando sono così gravi, non devono am-

Preferiamo esaminare la proposta milanese anche da questo lato, cioè dedurre l'errore relativo probabile, e se esso possa contenersi nei limiti fissati a pagina 17 della stessa relazione.

Prendiamo senz'altro uno dei poligoni che troviamo nella fig. 6 della tavola annessa alla relazione, e precisamente quella che ha per vertici 3; 56; 55; 48; 385; 121; 122; ingrandendolo un po' nel nostro disegno.

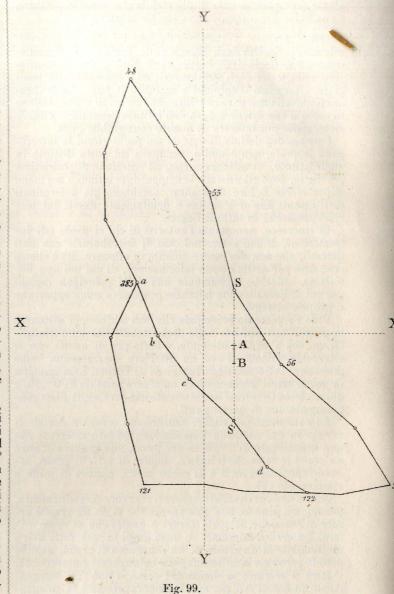
Supponiamo esatti di posizione i punti 3, 121, 48, che limitano le tre poligonali, come pure i vertici a e 122; supponiamo ancora di aver letto esattamente gli angoli in modo da

non doversi occupare di questi due errori.

Il rilevatore del parcellario dovendo rilevare la linea A B, può darsi gli torni comodo servirsi della stazione S per battere il punto A (sistema radiometrico), e della stazione S' per battere il punto B, dopo aver fatta la poligonale a b c S' d 122.

In S per la succitata regola sui compensi potremo avere un errore di $4^{\rm m}$, 20 poichè Y_3 — Y_{48} (vedi fig. 6, relazione Salmoiraghi) è uguale a 1200 metri; in S', essendo Y_a — Y_{122} = 600 potremo avere un errore di 0^{m} , 60. Se poi supponiamo S A = S' P

0,20 p. % faremo altri due errori di 0m,30: nel caso che questi errori si sommino noi allungheremo od accorceremo la retta A B della somma di tutti questi errori, cioè di 2m, 40.



Il che ci porta a concludere che la retta per stare nella tolleranza fissata dalla Commissione Milanese dovrebbe avere una lunghezza minima in pianura di 480 metri, in collina di 240.

Siccome tali lunghezze sono molto al disopra delle lunghezze medie delle divisioni di proprietà si può inferire che il sistema proposto che stiamo esaminando non si presta a garantire tale esattezza.

Avvertiamo che se da un lato abbiamo supposto i casi più sfavorevoli nel dedurre tale errore, d'altra parte trascurammo serii elementi d'errore come quello angolare, e ritenemmo come esatti senz'altro i punti di partenza e di arrivo.

Del pericolo che abbiamo accennato, pare ne sia convinto lo stesso Ing. Villani, il quale propone il sistema in discussione.

Ciò è tanto vero che egli, a quanto ci fu detto, e contrariamente a quanto decise la Commissione, non ammetterebbe nell'interno dei suoi poligoni pel rilievo del parcellario una grande libertà di metodi di rilevamento; egli si servirebbe esclusivamente di semplici canne e paline, cioè dell'artifizioso sistema degli allineamenti; ben sapendo come tale metodo renderebbe meno pericoloso il sistema generale da lui proposto, per quanto riguarda l'errore relativo, pur lasciando sempre sussistere nella sua grandezza l'errore assoluto.

Da tutto ciò noi non vogliamo indurre che una poligonale sia tanto più attendibile quanto più vicini sono i punti capisaldi dati dalla triangolazione, e quindi che lo spezzamento

di essa non debba avere un limite. È certo che un esagerato spezzamento produrrebbe lo stesso inconveniente che producono i sistemi radiometrici di rilevamento. La successiva creazione di triangoli nuovi, mentre rende meno esatta la posizione di questi punti trigonometrici, poichè gli errori si addizionano, aumentando l'errore assoluto, ne accresce molto più rapidamente ancora l'errore relativo.

Non è neppur difficile il conoscere, mediante un calcolo razionale, quale lunghezza sia preferibile per questi triangoli. Potendosi conoscere l'errore di un dato ordine di punti trigonometrici, e l'errore di punti poligonometrici, si può dedurre facilmente quando si deve arrestare la triangolazione

e quando deve cominciare la poligonale.

Noi non ce ne occuperemo attualmente, perchè quest'argomento non è nei limiti che ci siamo tracciati; ci basti l'aver dimostrato come non si possa razionalmente dare troppo largo sviluppo a queste poligonali, secondo il modo proposto dalla Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano.

Convenienza. — La Commissione è d'opinione che in 10 anni, 200 brigate potrebbero compiere la rete poligonômetrica. Tali brigate sarebbero composte, secondo la relazione, di un Ingegnere capo, tre operatori, due diurnisti, e di un sufficiente personale di servizio: ci troveremo quindi ancora al disotto del vero supponendo che tale brigata venga a costare L. 12 mila annue.

Siccome essa, secondo il relatore, riuscirebbe a finire in un anno la sua operazione su una superficie di 8 mila ettari, ne verrebbe che ogni ettara verrebbe a costare L. 1,50 per la sola rete: cioè per 16 milioni di ettari, verrebbe a costare

24 milioni di lire.

Invece colla triangolazione, spezzata in modo da avere un punto trigonometrico ogni 100 ettari, ci occorrerebbero 160

mila di questi punti.

Il costo di questi punti trigonometrici, secondo le notizie della Direzione Compartimentale del catasto in Torino (Veggasi Antonio Isnardi nell'Ingegneria Civile, a pag. 25 del 1881), ammonterebbe a L. 17 caduno. Ancorche quindi si supponesse che attualmente non vi siano punti trigonometrici, supposto che questi, invece di L. 17, possano anche costare L. 20, come taluno vorrebbe, si spenderebbe poco più di tre milioni di lire, ottenendo punti capisaldi molto più attendi-bili dei punti poligonometrici.

Tale differenza di costo è abbastanza rilevante, tanto più quando si dimostri che l'utilità di tutti questi punti poligonometrici proposti dalla Commissione Milanese è nulla quando il rilevatore del parcellario si serve dei sistemi radiometrici, e molto-problematica quando si serve degli allinea-

menti.

Nel primo caso questo rilevatore sarà costretto di fare una poligonale, partendo da un punto fisso ed arrivando ad un altro, attraversando il poligono, che sarà suo compito di rilevare senza curarsi dei punti fissi intermedii. Se egli per servirsi di questi punti intermedii volesse far stazione su di essi od in vicinanza, dovrebbe rinunziare ad un altro vantaggio fortissimo, di fare tutto il giro dell'orizzonte col suo cannocchiale o colla sua diottra.

Ma, comè abbiamo detto, l'Ing. Villani preferirebbe di servirsi delle sole canne e paline nell'interno dei suoi poligoni, tutt'al più, forse, ammetterebbe la tavoletta, ma senza stadia, cioè di essa si servirebbe solo per avere la direzione degli

allineamenti.

Ma anche in tal caso è molto dubbia l'utilità di tutti questi

suoi punti fissi, il cui costo è così elevato.

Cercando d'indovinare ciò che nella relazione non fu espresso, l'autore si servirebbe di questi punti per avere delle direzioni ai suoi allineamenti; trovandosi a dover rilevare un dato luogo, per modo di dire, cerca all'ingiro lo spigolo di casa, l'albero, un punto fisso insomma, il più adatto, e questo gli servirà a fissare l'allineamento di cui abbisogna,

Questo lavoro però si fa anche usando di questo sistema, che prende il nome dal Rabbini, anche quando questi punti fissi non ci sono, quando ci troviamo in punti conosciuti ed abbiamo bisogno di fare un allineamento nella direzione di una spigolo di casa, pon ci precessivismo che tele spigolo non uno spigolo di casa, non ci preoccupiamo che tale spigolo non

sia fisso preliminarmente; tracciamo il nostro allineamento come se fosse fisso, riservandoci di determinarlo di posizione, quando ci tornerà comodo, senza nessun aumento di lavoro, perchè quel tale spigolo dovremo rilevarlo egualmente, dovendo farlo figurare in mappa. Anzi, facendo quest'operazione avremo la facoltà di rilevare questo punto con maggiore o minore diligenza, a seconda della maggiore o minore lunghezza dell'allineamento, o del maggiore o minor lavoro che su di esso si appoggia.

L'operatore poi che volesse servirsi degli allineamenti, ma nello stesso tempo della tavoletta (sistema che ha caldi fautori), troverebbe certamente che questi punti fissi che ha sulla tavoletta, se gli tornano comodi, sono però tutt'altro che necessari, perchè la maggior parte degli allineamenti li deduce colla diottra, e volendo dei punti fissi, quando farà stazione su dei punti trigonometrici che siano notati sulla tavoletta, fisserà per intersezione ed in brevissimo tempo quanti punti vuole, la cui esattezza di posizione, anche usando un metodo grafico, è certamente migliore di quella che avrebbero se fos-

sero determinati per mezzo di una lunga poligonale. Avvertiamo però che ritenendo migliori questi sistemi, non

intendiamo di difenderli.

Noi, cercando di dimostrare che il metodo proposto dalla Commissione del Collegio degli Ingegneri di Milano, non è opportuno, nè abbastanza esatto, nè economico, non abbiamo voluto far altro che esprimere una nostra intima persuasione, prontissimi sempre a ricrederci ove ci fossimo sbagliati e ci si riuscisse a dimostrare che esso segni realmente un progresso in questo ramo della scienza pratica dell'ingegnere.

Torino, luglio 1886.

MECCANICA APPLICATA

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

IN OCCASIONE

dell'Esposizione universale d'Anversa del 1885

Riassumiamo dalla Relazione pubblicatasi quest'anno a Bruxelles, colla data 21 dicembre 1885, le nozioni più essenziali, ed i risultati ottenutisi dagli esperimenti prolungati di trazione e di esercizio, ai quali il Giuri attese con singolare interesse. Questo concorso si riferiva: 1° alle macchine locomotive, ed alle vetture automotrici riconosciute idonee alla trazione nell'interno delle città; 2º alle macchine locomotive e vetture automotrici meglio adatte al servizio delle tramvie vicinali. Parve per altro di particolare convenienza pratica, l'aver pure al concorso una esposizione di vetture per tramvie, ed in quest'ordine pratico d'idee si sta-bilirono due altri classi, la 1^a per le vetture più specialmente costrutte per l'esercizio delle tramvie a vapore vicinali, e la 2ª per le vetture costruite per la trazione a cavalli, ma che potrebbero essere rimorchiate da una vettura automotrice, od anche da una locomotiva sia da sole, sia accoppiate in due alla volta. Ponevasi in vero una grande importanza nel conoscere in che modo sarebbesi comportato il materiale attuale nel caso in cui si fosse sostituità la trazione meccanica a quella dei cavalli.

Hanno chiesto di prender parte al concorso nella 1ª serie:

LOCOMOTIVE E VETTURE AUTOMOTRICI:

Nel 1º GRUPPO: Trazione per tramvie urbane, le seguenti ditte:

1ª W. R. Rowan di Berlino, con una vettura automotrice a vapore;

2ª La Società L'Electrique di Bruxelles, con una vettura automotrice ed un rimorchiatore elettrico;

3º La Beaumont Compressed air Locomotive Company di Londra, con due vetture automotrici ad aria compressa, del medesimo sistema, e di cui una sola fu messa in servizio;

4ª Black Hawthorn e Comp. di Gateshead-on-Tyne (Newcastle), con una locomotiva, sistema Wilkinson, da loro co-

struita:

5ª Krauss e Comp. di Monaco, con una locomotiva.

Tutti i sucitati motorie vetture automotrici erano costruiti per binario di larghezza normale (metri 1,435) tra le faccie interne dei regoli. Nel 2º GRUPPO: Trazione per strade ferrate vicinali, le

seguenti ditte:

1ª Krauss e Comp. di Monaco, con una locomotiva;

2ª La Società La Métallurgique di Bruxelles, con una locomotiva.

(Le due anzidette locomotive erano per binario ridotto della larghezza di 1 metro tra le faccie interne dei regoli);

3º Henschell e figli di Cassel, con una locomotiva; 4ª La Maschinenfabrik di Esslingen, con una locomotiva; 5ª La Società La Métallurgique di Bruxelles, con una lo-

comotiva:

6º La Société Franco-Belge de construction de matériel de chemins de fer et de tramways a Raismes in Francia, con una vettura a vapore, sistema Rowan.

(Questi ultimi quattro motori erano per binari di lar-

ghezza normale).

Chiesero di prender parte al concorso nella 2ª serie: VETTURE PER TRAMVIE:

Nel 1º GRUPPO: Tramvie vicinali: le seguenti ditte:

1ª La Société internationale de construction et d'entreprises de travaux publics, à Braine-le-Comte, con tre vetture aperte;

2ª La Società La Métallurgique di Bruxelles, con tre vet-

ture chiuse, aventi grandi piattaforme;

3ª Nicaise e Delcuve di La-Louvière, con una vettura aperta;

4ª A. e V. Halot di Louvain, con una vettura aperta; (Tutte le sucitate vetture erano per scartamento di 1

metro); 5ª La Société Anonyme des Ateliers de Construction di

Malines, con tre vetture aperte e chiuse secondo il bisogno; 6ª A. Verhaghen di Malines (stabilimento Ragheno), con una vettura chiusa montata su carrelli.

(Queste vetture erano tutte per binario normale).

Nel 2º GRUPPO: Vetture per tramvie urbane, le seguenti

1ª La Société Franco-Belge predetta, con una vettura aperta ed altra chiusa;

2ª La Società Les Tramways Bruxellois, con una vettura

aperta ed altra chiusa;

3ª W. R. Rowan di Berlino, con una vettura aperta costruita nelle officine di Herbrand e Comp. ad Ehrenfeld

(Cologne).

Due mesi dopo che il Giuri era entrato in funzioni, cioè nel settembre, la Società Cockerill di Seraing chiese di porre in esercizio sulla via destinata agli esperimenti una locomotiva per tramvie vicinali, costruita nelle proprie officine, la quale venne accolta, ma dichiarata fuori concorso. Similmente si dichiararono fuori concorso: la vettura a vapore per tramvie vicinali, sistema Rowan, e la locomotiva elettrica; la prima per la mancanza di vetture che potessero esservi attaccate, e la seconda perchè il suo ritardo ad arrivare in Anversa, ponevala nell'impossibilità di guadagnare i chilometri precedentemente percorsi dai motori del suo gruppo. Essa adunque non fece che fuori concorso dei viaggi di prova, ed un piccolo numero di viaggi in servizio regolare.

La lunghezza della strada destinata agli esperimenti era per un viaggio di semplice andata di 2797 metri, compresi 505 metri circa dei triangoli di estremità destinati a voltare di direzione. Della totale lunghezza, 2295 metri erano in linea retta, 313 metri in curva di raggio da 20 a 35 metri, e 189 metri in curva di 35 metri di raggio e più. Una sola leggiera pendenza (4 mm. per metro), esisteva per una lunghezza di 45 metri.

Le vetture automotrici, Rowan, Beaumont, e così pure le due locomotive appartenenti al medesimo gruppo, percorrevano i triangoli estremi, le prime per necessità, e le seconde unicamente per evitare d'essere staccate dal treno, e le manovre agli scambi di estremità.

La vettura elettrica sola poteva dispensarsi da qualsiasi

manovra in testa di linea; eppperò la lunghezza dalla medesima effettivamente percorsa per ogni viaggio semplice era di 2292 metri, di cui 189 metri in curva di 35 metri di raggio

minimo, e 46 metri in pendenza di 4 millimetri.

Per le macchine del 2º gruppo la lunghezza della via da percorrere era di 2297 metri di cui 236 in curva di 35 metri di raggio minimo, e 46 metri in pendenza di 4 millimetri.

Vuolsi notare che la posa dell'armamento era stata fatta in fretta, e come non doveva durare che per il concorso, così pure lasciava alcun poco a desiderare.

Lo scopo di questo concorso era essenzialmente pratico, e si tenne conto del servizio regolare che ciascuna delle macchine presentate era in grado di fare. Avuto riguardo al numero degli scambi, sei motori solamente potevano esser messi in esercizio nella stessa giornata; e salve poche eccezioni, ordinariamente si avevano in prova contemporaneamente quattro macchine del 2º gruppo e due del 1º

Dal 26 giugno al 2 novembre le macchine del 2º gruppo fecero in media 14 viaggi per giorno di esercizio. La velocità regolamentare era limitata a 12 chilometri all'ora, e per tener conto dei rallentamenti nelle traverse, all'entrata degli scambi ed alle fermate, il tempo occorrente per un viaggio semplice era stato fissato di 16 minuti. La lunghezza dei tratti estremi essendo diversa da quella dei tratti intermedii, si era stabilita una fermata di 14 minuti alle due estremità della linea. Pertanto il tempo impiegato in un viaggio di andata e ritorno si componeva di $2\times16=32$ minuti di marcia e di

2×14=28 minuti di riposo, e così in totale di un'ora.
Dal 26 giugno al 24 settembre le macchine del 1° gruppo fecero pure 14 viaggi al giorno; ma dal 25 settembre al 2 novembre, il loro servizio per desiderio del Giuri fu spinto fino al limite più proprio di un esercizio urbano, mentre prima non era che nei limiti di un esercizio di strade vicinali. E così mentre, nel primo periodo, ogni viaggio compievasi pure in un'ora, con 14 minuti di fermata ad un'estremità, e 18 all'altra, nel secondo periodo un'ora di servizio comprendeva 48 minuti di marcia e 12 minuti soltanto per le fermate e le manovre di estremità, ed in queste condizioni arrivava fino a 21 il numero dei viaggi che si compievano giornalmente

dalle macchine del 1° gruppo. Si teneva in appositi registri, distinti per ogni concorrente, esattissimo conto dell'olio e del combustibile, distribuiti ad ore prestabilite, non meno che dei chilometri percorsi, in modo da prevenire qualsiasi confusione come qualsiasi frode. Oltre al percorso chilometrico, al consumo di combustibile, e di grasso, era pure tenuto conto della quantità d'acqua consumata al giorno, e per chilometro; della quantità di combustibile occorrente per andare in pressione; del tempo che le macchine del 1º gruppo abbisognavano per trovarsi pronte ad entrare in servizio; ed infine delle riparazioni più o meno frequenti, più o meno importanti che si ravvisavano necessarie. Naturalmente il Giuri non intese sanzionare che i fatti accertati ed i risultati ottenuti nelle condizioni speciali nelle quali il concorso ha potuto aver luogo, e quali si sono testè sommariamente accennate; epperò nella sua relazione ha preliminarmente dichiarato che le conclusioni alle quali è venuto non hanno un valore assoluto che per le circostanze di tracciato, di profilo, e di esercizio da lui stesso verificate: e che alcune di quelle conclusioni potrebbero benissimo essere modificate col variare delle condizioni su citate.

Macchine-locomotive e vetture automotrici del 1º gruppo, ossia per tramvie urbane.

Le condizioni imposte dai regolamenti di polizia acquistano una importanza particolare quando si tratta di motori destinati a circolare nell'interno d'una città. Le abitudini del pubblico, o le esigenze delle autorità possono talvolta rendere impossibile l'impiego di un sistema di macchina di trazione che sarebbe di eccellente applicazione in altre circostanze. I regolamenti di polizia possono essere una quistione di vita o di morte per le locomotive a vapore.

Se è possibile, quando il tempo è secco, e su di una strada orizzontale, ottenere sufficientemente la condensazione del vapore, l'assenza continua e completa del pennacchio di vapore è una chimera quando il tempo è umido, il profilo è accidentato, e la via da percorrere è molto lunga. Adoperando il coke per combustibile si ottengono dei gas incolori, ma con

ciò non è evitato lo sviluppo di gas caldi ed irritanti. La relazione osserva a questo proposito che la circolazione di locomotive del 2º gruppo, non munite di alcun apparecchio di condensazione, la dove era più attivo il concorso di gente all'Esposizione d'Anversa, non ha dato luogo ad alcun inconveniente; che d'altra parte si sa esistere parechio transpiri i parte de l'intertito a parcesso de locomotivo chie tramvie in contrade ristrette, e percorse da locomotive non munite di condensatore. Eppertanto il Giuri, pur ammettendo la inferiorità delle locomotive a vapore da quel punto di vista considerate, ha creduto dover fare astrazione da quelle disposizioni regolamentari di polizia che ne proi-bissero eventualmente l'impiego.

Due altre questioni generali tocca la relazione del Giuri prima di addivenire alla descrizione delle singole macchine ed ai risultati degli esperimenti; la prima è relativa alla preferenza da darsi all'impiego di macchine locomotive rimorchianti le vetture, ovvero di vetture automotrici; e la se-conda riguarda la trazione a vapore ottenuta in modo indiretto, ossia per mezzo di una forza immagazzinata. Le due questioni per altro si compenetrano, come vedremo, e meritano un cenno particolare.

Macchine rimorchiatrici e vetture automotrici. — Il peso minimo Q da darsi ad un rimorchiatore perchè possa fare tangenzialmente al cerchione uno sforzo E, essendo α il coefficiente d'aderenza di quel motore supposto ad aderenza totale, è dato dalla formola $E = \alpha Q$, ossia è $Q = \frac{E}{\alpha} ...$ (1).

Dicendo energia specifica di un motore, il coefficiente $\frac{\mathbf{E}}{\mathbf{O}} = e$ ossia il rapporto dello sforzo E, medio, costante e continuato che il motore può fare, al peso minimo corrispondente Q, avremo un secondo limite inferiore di Q nell'espressione:

$$Q = \frac{E}{e} \dots (2).$$

Con ciò è preparata la via al confronto fra il sistema dei rimorchiatori e quello delle vetture automotrici. Siano:

 π il peso in tonnellate dei viaggiatori; p il peso in tonnellate di una vettura vuota, e pongasi

$$\pi + p = q$$
;

r la resistenza in Chg. per tonnellata della vettura;

 $P = \frac{Q}{4000}$ il peso in tonnellate del rimorchiatore;

R la resistenza in Chg. per tonnellata del motore; i la pendenza della strada in millimetri;

E lo sforzo di trazione in Chg. tangenzialmente al cer-

1º Nel caso di un rimorchiatore indipendente volendosi calcolare il peso P, si ha anzitutto l'equazione:

$$E = P(R+i) + q(r+i).$$

Ed il limite inferiore di P sarà dato da:

$$E = Q \alpha = 1000 P \alpha$$
,

poichè trattandosi di un motore indipendente non è il caso di fermarsi a considerare l'energia specifica, essendo e < a. Avremo dunque per questo caso:

1000 P
$$\alpha = P(R+i) + q(r+i)$$

da cui:

$$P = \frac{q (r+i)}{1000 \alpha - (R+i)}$$

Questo risultato mostra ciò che d'altronde era previsto, che per una data carica q ed una pendenza parimente deter-minata, il peso P aumenta col diminuire del coefficiente di aderenza, e non dipende che da questa condizione.

2º Nel caso della vettura automotrice, il peso P, minimo da darsi al motore, non può essere, come nel caso precedente, dedotto in modo immediato dalle condizioni d'aderenza, perchè la vettura col suo contingente di viaggiatori ci darà una parte del peso necessario all'aderenza, e del peso q noi utilizzeremo una frazione β , la quale non ci è nota a priori. Avremo dunque:

$$E = (1000 P_1 + 1000 \beta q) \alpha$$

da cui:

$$P_1 = \frac{E}{1000 \alpha} - \beta q \dots (1).$$

Un altro limite di P, sarà pure:

$$P_1 = \frac{E}{1000 e} \dots (2).$$

E quindi possiamo determinare la frazione β per modo che P, soddisfi ad un tempo alle due condizioni.

La espressione del valor minimo di E in funzione delle resistenze può ritenersi (*) essere:

$$E = (P_i + \beta q) (R + i) + (1 - \beta) q (r + i) ... (3).$$

Combinando queste equazioni si trova:

$$\beta = \frac{(r+i) (e-\alpha)}{e \left[1000 \alpha - (R+i)\right] + (r+i) (e-\alpha)}$$

Dalla quale espressione risulta che la frazione β è indipendente dal peso q della vettura e dei viaggiatori che sono in essa; che essa cresce col crescere della pendenza da superare; e cresce del pari coll'energia specifica del motore.

Conoscendo β , si deduce il valore di P_4 combinando le equazioni (1) e (2) per eliminare E, e si ha:

$$P_{i} = \beta \frac{\alpha q}{e - \alpha} = \frac{q \alpha (r + i)}{e [1000 \alpha - (R - r)] - \alpha (r + i)}.$$

Osservisi che nella pratica 1000 a è sempre considerevolmente maggiore di R-r, per cui il termine in e è sempre positivo. Da questa espressione di P_1 si deduce, a parità di altre circostanze, che il peso del motore cresce coll'aumentare della pendenza da superare, e diminuisce coll'aumentare dell'energia specifica.

Facendo il rapporto, del valore di P nel caso del rimorchiatore indipendente al valore di P, nel caso della vettura

$$\frac{\mathbf{P}}{\mathbf{P}_{1}} = \frac{e \left[1000 \ \alpha - (\mathbf{R} - r)\right] - \alpha \left(r + i\right)}{\alpha \left[1000 \ \alpha - (\mathbf{R} + i)\right]}$$

dal quale appare che col diminuire dell'energia specifica del motore impiegato, ossia coll'avvicinarsi di e ad a, il rapporto di P a P, si avvicina all'unità.

Un esempio numerico farà meglio vedere i vantaggi della vettura automotrice.

Abbiasi p=1890 Chg.; $\pi=2100$ Chg. (ossia 30 viaggiatori di 70 Chg. cad.); r+i=66 Chg.; R+i=72 Chg.; ed $\alpha = \frac{1}{Q}$. Infine dovendo assegnare ad e un valore partico-

lare, e volendo restare al disotto del vero, facciasi $e = \frac{1}{7}$ sul riflesso che alcuni costruttori sono arrivati a costruire dei motori a vapore la cui energia specifica non oltrepassa guari $\frac{4}{5}$. Avremo:

per il motore indipendente: per la vettura automotrice: $P = \frac{22}{13} q = 6752 \text{ Chg.}$ $P_i = \frac{21}{22} q = 3808 \text{ Chg.}$ $\begin{array}{ll} P+p=8642 \text{ Chg.} & P_1+p=5698 \text{ Chg.} \\ E=750 \text{ Chg.} & E_1=544 \text{ Chg.} \\ \hline \frac{P+p}{\pi}=4,11 \ ; & \frac{P_1+p}{\pi}=2,71 \ ; \quad \beta=\frac{3}{11} \ ; \end{array}$

^(*) Si suppone che la parte del peso della vettura, che è utilizzata per aderenza, crei una resistenza al movimento di R chilogrammi per tonnellata, mentre questo valore è evidentemente troppo grande. L'ipotesi è dunque sfavorevole alla vettura automotrice.

e quindi:

$$\frac{P}{P_4} = 1,77$$
; $\frac{P+p}{P_1+p} = 1,51$; $\frac{E}{E_1} = 1,378$.

I dati precedenti non furono presi ad arbitrio, ma corrispondono presso a poco alle condizioni attuali di esercizio sulla salità del Giardino Botanico di Bruxelles. Alla velocità di metri 1,10 al secondo (che è quella di un cavallo al passo) il lavoro motore del rimorchiatore indipendente sarebbe dunque di 11 cavalli-vapore, e quello della vettura automotrice di 7,97 cavalli-vapore, mentre il lavoro utile sarebbe lo stesso. Al Boulevard del Giardino Botanico la vettura è rimorchiata da 3 cavalli. Notisi che nei calcoli precedenti, i valori di R e di r sono stati supposti minimi; nelle tramvie

valori di K e di r sono stati supposti minini, nene tranvie urbane, α si ritiene di ¹/₁0 ed anche di ¹/₁2.

La vettura automotrice avrebbe dunque, da quanto precede, i seguenti vantaggi sul rimorchiatore indipendente: esige un motore di minor peso; presenta un peso morto minore; diminuisce il rapporto del peso morto al peso utile; a parità di effetto utile ha d'uopo di sviluppare un lavoro motore minore. E tutti questi vantaggi aumentano coll'accre-scersi dell'energia specifica del motore.

Per altra parte la vettura automotrice non va scevra di inconvenienti, tali: la dipendenza del motore e della vettura, a cui è grandemente rimediato colle vetture automotrici a motore separabile; la necessità di una piattaforma o di un triangolo per voltare negli estremi di linea, sebbene non tutti i sistemi abbiano tale esigenza, e l'impiego del triangolo non sia che una questione d'area occupabile, mentre vedesi ogni giorno a Bruxelles i conduttori di locomotive preferire l'uso del triangolo alle manovre di distacco e riattacco per gli scambi; il difetto di elasticità dal punto di vista della variabilità del carico, mentre per una tramvia in cui il treno può essere composto di un certo numero di vetture, l'inconve-niente è quello stesso dell'impiego di una locomotiva troppo debole; ma per le tramvie urbane l'inconveniente non si verifica attualmente che colla trazione a cavalli; ed in generale le vetture automotrici possono pure rimorchiare una vettura supplementare, sebbene un tale ripiego aumenti necessaria-mente il peso del motore.

Si è veduto quanta sfavorevole influenza abbia un coeffi-Si è veduto quanta siavorevole finadensa abbacciente elevato $e=\frac{E}{Q}$. Se nel caso della vettura automotrice, precedentemente trattato, si ripetessero i calcoli con un motore di energia specifica $e=\frac{1}{5}$ a vece che $\frac{1}{7}$ si troverebbero le seguenti differenze:

$$e = \frac{1}{7}$$

$$P_1 = \frac{21}{22} q = 3808 \text{ Chg.}$$

$$P_1 + p = 5698 \text{ Chg.}$$

$$E_1 = 544 \text{ Chg.}$$

$$P_1 + p = 2,71; \quad \beta = \frac{3}{41};$$

$$P_2 = \frac{15}{28} q = 2137 \text{ Chg.}$$

$$P_2 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

$$E_2 = 427 \text{ Chg.}$$

$$P_2 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

$$E_3 = 427 \text{ Chg.}$$

$$P_2 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

$$P_2 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

$$P_2 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

$$P_3 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

$$P_4 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

$$P_5 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

$$P_7 + p = 4027 \text{ Chg.}$$

 $\frac{P_1}{P_2} = 1.78$; $\frac{P_1 + p}{P_2 + p} = 1.41$; $\frac{E_1}{E_2} = 1.27$.

Alla velocità come sopra di 1,10 per secondo, il lavoro motore per $e=\frac{4}{5}$ non sarebbe che di 6,26 cavalli-vapore a

Nelle vetture automotrici adunque l'impiego di un motore di energia specifica più grande di quella ottenibile dai motori a vapore, diminuirebbe ancora il peso P, e con esso il lavoro motore. E sotto questo punto di vista si comprende che l'impiego della forza del vapore in modo indiretto per l'azione di una forza immagazzinata, possa risultare vantaggiosa. Nella vettura elettrica, ad esempio, il rapporto del peso morto $P_1 + p$ al peso utile π è ridotto a 1,78. Oltrechè

non avendosi da trasportare l'acqua ed il carbone, e potendosi all'officina impiegare carbone di qualità inferiore a vece di coke non solforoso, è possibile in certe località ottenere una economia del 50 per cento sul costo del combustibile, e si possono adoperare macchine fisse perfezionate, per le quali il consumo di combustibile per cavallo e per ora si riduce ad un minimo. Ma si avrà migliore occasione di ritornare su questi confronti, dopo descritti e discutendo i diversi sistemi sperimentati.

(Continua).

LEGISLAZIONE TECNICO-AMMINISTRATIVA

Legge 4 luglio 1886, N. 3962 (Serie 3a), concernente la bonificazione delle paludi e dei terreni paludosi.

Art. 1. L'esecuzione delle opere di bonifica classificate in 1ª categoria, a senso dell'art. 12 della Legge 25 giugno 1882 potrà essere concessa agli interessati che, riuniti in consorzio, ne facciano dimanda e dimostrino di avere i necessari mezzi finanziari.

La concessione sarà fatta per Decreto Reale, sopra proposta del Mi-nistero dei Lavori pubblici, udito il Consiglio superiore dei Lavori pub-

blici ed il Consiglio di Stato.

Per l'amministrazione del consorzio di esecuzione e per la direzione dei lavori verrà costituito un Comitato, composto dei delegati della Provincia, dei Comuni e degli interessati, e presieduto da persona scelta dal Governo del Re.

Il Prefetto della Provincia e l'ingegnere capo del Genio civile potranno assistere alle adunanze di questo Comitato.

Il numero dei membri che dovranno comporre il Comitato e il modo di procedere alla loro elezione verranno stabiliti nel Decreto Reale che accorda la concessione.

Le deliberazioni del Comitato saranno soggette alle prescrizioni di legge sulle deliberazioni dei Consigli e delle Giunte comunali.

Art. 2. Il decreto di concessione stabilirà il tempo nel quale dovranno

essere compiuti i lavori, e determinerà i casi di decadenza della con-

Art. 3. I progetti, così di massima come di esecuzione, tanto per la parte tecnica, quanto per la parte finanziaria, dovranno essere approvati dal Ministero dei Lavori pubblici, il quale sorveglierà anche la esecuzione dei lavori.

Art. 4. Ai consorzi che avranno ottenuto di eseguire le opere di bonifica di prima categoria, valendosi delle disposizioni della presente Legge, lo Stato corrisponderà un'annualità che rappresenti la metà dell'interesse e dell'ammortamento del capitale occorso per l'esecuzione, in conformità dei progetti approvati, delle opere di bonifica.

La durata di tale annualità dovrà essere non minore di 25, nè maggiore di 50 anni, e sarà determinata nella seguente misura:

Per	25	anni					L.	3,50
))	30	n .	1.))	3,25
))	35	•))	3,05
))	40))	4.0		3.		n	2,90
))	45))			1	1.))	2,80
23	50	1)					1)	2.75

Questa annualità potrà essere corrisposta tanto al Consorzio costituito temporaneamente per l'esecuzione delle opere, quanto al consorzio o consorzi d'interessati nella esecuzione dell'opera stessa, e nel caso di più consorzi, sarà divisa in proporzione della rispettiva quota di spesa, secondo verrà determinato nel Decreto di concessione, di cui all'arti-

colo 1. Il contributo dovuto per queste opere dalle Provincie e dai Comuni, a senso dell'articolo 9 della Legge 25 giugno 1882, n. 869, potrà pure essere convertito in corrispondenti annualità, che comprendano ammortamento del capitale ed interessi.

Alle opere di bonificazione, eseguite dai consorzi a sensi della presente legge, non saranno applicabili nè le disposizioni contenute nel secondo, terzo e quarto alinea dell'articolo 9, nè quelle dell'articolo 11 della Legge 25 giugno 1882, n. 869.

Art. 5. Tanto le annualità pagate dallo Stato, quanto quelle delle Provincie e dei Comuni, potranno essere vincolate a favore dell'Istituto

od Istituti che anticiperanno le somme ai consorzi.
Art. 6. Le opere di bonificazione eseguite a norma dei precedenti ar-Art. 6. Le opere di bonincazione eseguite a norma dei precedenti articoli potranno essere distinte in più parti, e, a mano a mano che ciascheduna giungerà a compimento, saranno, ad istanza degli interessati, verificati i lavori eseguiti in confronto coi progetti approvati e collaudati dal Genio civile, secondo le norme stabilite dalla Legge delle opere pubbliche, 20 marzo 1865, titolo VI, capo III, ed il pagamento della rispettiva quota annua decorrerà e sarà fatta entro un anno dalla data della collaudazione la guale dorrà essere compinta na itra moi successo. della collaudazione, la quale dovrà essere compiuta nei tre mesi successivi alla esecuzione dei lavori.

Compiuta l'opera e proceduto all'accertamento di cui all'articolo 48 della Legge 25 giugno 1882, n. 869, saranno fatte la liquidazione finale e la collaudazione definitiva di tutta la bonifica, secondo le norme stabilite dalla Legge sulle opere pubbliche del 20 marzo 1865, ed i proprietari, secondo le norme stabilite dall'articolo 50 della citata Legge 25 giugno 1882 provvederanno alla conservazione e manutenzione dell'opera.

Art. 7. Saranno applicabili anche ai consorzi per bonifiche di 1ª categoria le disposizioni contenute negli articoli 38, 39, 40, 41, 42 e 47

della Legge 29 giugno 1862, n. 869.

Art. 8. Per la esecuzione delle opere di 1ª categoria dove il territorio interessato è per intero compreso nel perimetro di un consorzio di scolo già regolato dalle disposizioni del titolo III, capitolo IV della Legge sulle opere pubbliche 20 marzo 1865, n. 2248, allegato F, il detto consorzio funzionerà anche quale consorzio speciale di bonifica, a senso della Legge 25 gingno 1882 n. 260 Legge 25 giugno 1882, n. 869.

Se il territorio interessato nell'opera della bonifica non si trova nelle sovraccennate condizioni o è diviso fra diversi consorzi, la costituzione del consorzio speciale di esecuzione è obbligatoria e sarà fatta per

Decreto Reale.

Art. 9. Il Governo, sentiti gli interessati, riuniti in uno o più consorzi, potrà concedere l'esecuzione dei lavori di bonifica di la categoria

a private Società e ad intraprenditori.

La concessione dovrà essere fatta per Decreto Reale, sopra proposta dei Ministri dei Lavori pubblici e dell'agricoltura, industria e commercio, uditi i Consigli provinciali, i Consigli superiori dei Lavori pubblici e dell'agricoltura, ed il Consiglio di Stato.

Il Decreto di concessione, oltre le disposizioni di cui all'articolo 2 stabilirà la somma che dovrà essere dal concessionario depositata nelle casse dello Stato a garanzia del mantenimento dei patti convenuti.

Le disposizioni degli articoli 3, 4, 5 e 6 della presente Legge e dell'articolo 38 della Legge 25 giugno 1882 sono applicabili anche alle bonifiche concesse a private Società o ad intraprenditori.

Art. 10. Il contributo dello Stato alla spesa per la esecuzione delle bonifiche di 2ª categoria determinato dall'art. 22 della Legge 25 giugno 1882, potrà pure, mediante Decreto Reale, essere convertito in un'annualità della durata non maggiore di quarant'anni, la quale, per le opere di maggiore importanza, potra elevarsi fino al limite massimo di L. 1,50 per ogni cento lire della spesa effettivamente fatta per l'esecuzione dei lavori di bonifica, conformemente ai progetti approvati.

Per la decorrenza di queste annualità varranno le disposizioni conte-

nute nell'art. 6 della presente Legge.

Però nella cessione di questo contributo il Governo dovrà contenere l'ammontare complessivo della spesa annuale nei limiti del relativo stanziamento in bilancio.

Art. 11. Per la classificazione in prima categoria di nuove opere di bonifica, a norma dell'art. 12 della Legge 25 giugno 1882, è concesso il termine di sei mesi dalla pubblicazione della presente Legge.

Art. 12. Per le bonifiche di 1ª categoria che si faranno con le disposizioni della Legge 25 giugno 1882, n. 869, il contributo delle Provincie, dei Comuni e dei privati, fissato dall'art. 9, sarà portato al limite massimo stabilito agando ridatto e minure prima per proportato al limite massimo stabilito agando ridatto e minure prima per proportato al limite massimo stabilito. simo stabilito, quando, ridotto a misura minore, non raggiungesse l'intero ammontare delle rispettive quote obbligatorie di concorso in un quinquennio. Potrà durare anche dopo compiuti i lavori, fino a rag-giungere complessivamente un periodo di 50 anni. Oltre il detto periodo ogni eccedenza ricadrà a carico dello Stato.

Art. 13. Quando gli interessati riuniti in consorzio, a sensi dell'articolo 1 della presente Legge ne facciano domanda, il Governo del Re potrà concedere che tutte quelle opere di bonifica non ancora iniziate e che si dovrebbero eseguire nelle provincie meridionali in forza delle leggi speciali tuttora vigenti nell'ex-Regno delle due Sicilie, vengano eseguite con le disposizioni della presente Legge. Però il diritto dello Stato di essere rimborsato, dietro liquidazione che sarà fatta, delle somme anticipate per conto degli interessati, rimarrà intatto, e l'atto di concessione determinerà i modi ed il tempo della rifusione. Le tasse speciali esatte in quelle provincie cesseranno col primo giorno dell'anno

seguente al decreto di concessione. Gli interessati nelle dette bonifiche, obbligati a tasse speciali fino dall'iniziamento delle relative opere, a termini delle leggi speciali dell'ex-regno delle due Sicilie, liquideranno fra di loro i rispettivi conti e stabiliranno la forma di contributo per le opere da eseguirsi nell'intento di provvedere a che, con l'applicazione di questa disposizione, non ri-mangano pregiudicati i diritti già acquistati dai proprietari dei ter-reni non ancora bonificati, la cui bonificazione verrà intrapresa.

Art. 14. Ai consorzi legalmente costituiti, che godano dei privilegi fiscali per l'esazione dei contributi consorziali, a vece dell'ipoteca, è fiscali per l'esazione dei contributi consorziali, a vece dell'ipoteca, e data facoltà di vincolare le rate delle tasse a garanzia dei mutui contratti con istituti sia per la esecuzione di nuove opere di bonifica, che pel complemento di quelle già esistenti, nonchè per la conversione dei debiti fatti anteriormente alla Legge del 25 giugno 1882. Questi mutui non possono essere stipulati che dopo la preventiva approvazione da parte della Deputazione provinciale, il cui Decreto sarà allegato al contratto e ne formerà parte integrante. tratto e ne formerà parte integrante.

Art. 15. Nel caso dell'articolo precedente, qualora l'amministrazione

dei consorzi mutuatarii ometta per qualsiasi motivo d'imporre sui fondi consorziali, i contributi necessari per estinguere le passività predette, la Deputazione provinciale stanzierà di ufficio la somma corrispondente nel bilancio del consorzio, e provvederà per la riscossione a mezzo degli esattori comunali, o di un esattore speciale, mettendo le spese occorse per questa operazione a carico del consorzio.

Art. 16. Il Governo del Re potrà anticipare la quota di spesa spettante ai consorzi padani nella costruzione del canale da Fossa Polesella a Cà Cappello, convenendo coi medesimi per la rifusione in annualità non superiori al decimo od all'ottavo della tassa principale e fermo il

concorso prescritto dalla Legge 23 luglio 1881, n. 333.

NOTIZIE

Forni locomobili di disinfezione a vapore, dell'Ingegnere B. Porta. — In questi tempi in cui le malattie infettive serpeg-G. B. Porta. giano più che mai insistenti qua e colà in quasi tutte le provincie ita-liane, e la scienza ha additati i mezzi di renderne meno disastrosi gli effetti colla distruzione delle spore e dei microbi portando ad elevata temperatura gli indumenti dei colpiti da malattie infettive, ed operandone così la disinfezione, fu come una gara fra i costruttori di apparecchi e forni di disinfezione, allo scopo di risolvere praticamente ed economicamente il nuovo problema. Si cominciò dal costruire dei forni fissi, ossia delle camere di disinfezione attraversate dall'aria infuocata di appositi caloriferi, con che servendosi degli stessi caloriferi in uso per il riscaldamento di luoghi abitati, epperò disponibili nei depositi dei fabbricanti, ed utilizzando qualche ambiente di già fabbricato per tutt'altro uso, si riesciva ad improvvisare in qualsiasi regione, ove i sintomi di malattie contagiose il rendessero necessario, un apparecchio di disinfezione. Se non che su questa via, in apparenza facile, non tardarono a comparire le difficoltà, e quel che è più gli inconvenienti. Chè per una parte non si era ben certi di raggiungere in ogni punto della parte non si era ben certi di raggiungere in ogni punto della contra di calca della si colora della contra di calca della calca camera di disinfezione quel grado di calore dalla scienza indicato sic-come indispensabile all'effetto, e ciò mentre in altri punti la temperatura dell'aria oltremodo elevata, oltre alla distruzione delle spore, attentava a bruciare gli stessi effetti ed indumenti sottoposti alla disinfezione.

Mentre i costruttori s'ingegnavano di evitare così gravi inconve-nienti, medici ed igienisti avvertivano che alla completa distruzione dei microbi e delle spore ben più dell'aria calda ad elevata temperatura era giovevole l'impiego del vapor acqueo alla temperatura di 115º a 120° centigradi. Senza voler entrare nel campo delle scienze biologiche, che non è il nostro, pare potersi dare del fatto una spiegazione anche semplicemente meccanica; e invero il vapor d'acqua saturo raggiun-gendo a tale temperatura le due atmosfere, è ovvio che una tale pres-sione regnando in breve in qualsiasi punto della camera di disinfezione, si ottiene meglio la ripartizione uniforme ed immediata della temperatura; oltrecchè il vapore penetrando con forza nei pori della materia, investisce per così dire egni molecola e colpisce microbi e spore in ogni più riparato recesso. Ma sia questa la sola spiegazione del fatto, od altra ve ne sia in altro ramo delle scienze positive, è indubitato ad ogni modo che l'impiego del vapore facilitò per una parte la soluzione pratica del problema, perchè si aveva senz'altro la possibilità di ottenere in qualsiasi punto di una camera di disinfezione la temperatura necessaria, nell'indicazione della pressione data dal manometro la certezza che quel giusto grado si sarebbe raggiunto, e non si sarebbe in alcun punto oltrepassato, condizione questa di non lieve importanza per la conservazione degli effetti sottoposti a disinfezione.

Senonchè l'impiego del vapore richiedeva di necessità quello di un generatore, o, come dicesi, di una caldaia a vapore, con tutti i suoi accessorii per l'esercizio, ed i suoi mezzi di sicurezza. Ed il problema accessorii per l'esercizio, ed i suoi mezzi di sicurezza. Ed il problema pertantò mentre più non presentava difficoltà tecniche da superare, ne presentava ben altre dal lato pratico, o, per dir meglio, da quello economico; perchè un apparecchio colla caldaia a vapore non è più su due piedi improvvisato ed in qualsiasi locale installato, e d'altronde la spesa, naturalmente assai più elevata, non è sempre alla portata dei piccoli Comuni. Onde egregiamente pensò l'Ingegnere Porta di Torino, che con perseverante attività attende nel proprio stabilimento alla costruzione di molti e svariati apparecchi meccanici suggeriti dai bisogni dell'igiene moderna, di costruire un apparecchio locomobile, posto su quattro ruote, pronto in ogni caso ad operare appena se ne riconosca il bisogno, e che può essere trasportato da un luogo all'altro con un solo cavallo, e tal quale si trova, portato pure sul vagone di strada ferrata o di tramvia a vapore.

Epperò è a far voti che i Municipi delle principali città italiane ed i più ricchi Istituti facciano acquisto di quest'utile apparecchio, tanto nell'interesse della pubblica igiene, quanto a soddisfazione materiale e morale dell'egregio amico nostro, l'Ingegnere G. B. Porta, al quale andiamo debitori delle notizie descrittive che qui pubblichiamo, e dal quale abbiamo pure appreso che il Municipio di Salerno e l'Istituto di maternità di Genova, non meno che la Direzione del Genio militare residente in Roma, si sono provvisti di tale apparecchio, e già se ne ser-



Fig. 100. - Forno locomobile di disinfezione a vapore.

virono in molteplici esperimenti con pieno successo. La fig. 100, la quale ha il solo difetto di voler far vedere un po' troppo, epperò anche il cavallo attelato e girato di fianco insieme all'avantreno, dà una sufficiente idea sommaria delle disposizioni generali di quest'apparecchio.

Ad una camera di disinfezione cilindrica orizzontale ed a chiusura ermetica montata sopra un'intelaiatura munita di ruote, è addossata

dalla parte anteriore una speciale caldaia a vapore.

La camera di disinfezione ha il diametro di metri 1,30, e la lunghezza di 2 metri, entro il quale corre sopra rotaie un carrello a doppia parete verticale, munito di parecchie asticciuole cilindriche mobili di ferro, alle quali si appende disteso il materiale da disinfettare.

A facilitare l'estrazione del carrello esso è provvisto di due sostegni a snodo, terminati in rotelle, le quali appoggiano sul pavimento e che possono alzarsi quando si deve trasportare l'apparecchio; questa stessa

parete serve di chiusura al cilindro o camera di disinfezione.

La caldaia a vapore è verticale, di sezione semianulare, provvista dei soliti accessorii, livello, manometro, valvola di sicurezza ed inoltre di un vaso d'alimentazione superiormente ad essa. Esistono due prese di vapore: l'una immette entro tubi orizzontali che percorrono e riscaldano la camera di disinfezione, dopo di che il vapore ritorna condensato in caldaia; l'altra dà luogo ad un getto di vapore nel cilindro stesso che forma la camera di disinfezione ed i materiali da disinfettare vengono ad essere immersi in un'atmosfera di vapore. Così mentre prima si ha un riscaldamento a secco, dopo si ha il riscaldamento ad umido.

La disposizione del focolare caratterizza in modo specialmente favorevole questo generatore, avendosi la garanzia assoluta che ancorchè mancasse l'acqua al punto da averne appena uno o due centimetri sul fondo, non potrebbe aversi danno, poichè il fuoco non lambe che la parte inferiore, ed i prodotti della combustione che riscaldano la parete semicilindrica verticale, prima di arrivare ad essa devono percorrere uno sviluppo di 4 metri nell'interno della camera di disinfezione, per il che la loro temperatura è già abbassata in modo da non aver più la forza di bruciare la caldaia, foss'anche affatto priva d'acqua. Questa circolazione dei prodotti della combustione ottiene pure lo scopo d'impedire la condensazione del vapore al suo ingresso nella camera, mantenedo uniforme la temperatura.

Due tubi sottostanti alla camera di disinfezione, muniti di valvole, lasciano entrare l'aria esterna che sottrae il calore ai prodotti della combustione e lo cede al materiale disinfettato per accelerarne il prosciugamento, e quindi esce alla parte posteriore per altri due tubi che la immettono in una camera che circonda il focolaio ed è con esso in comunicazione; ond'è che l'aria che ha attraversato la camera di disinfezione viene tutta bruciata e poi condotta col fumo in tutto il suo

percorso a scaricarsi con esso nell'atmosfera.

In mezzo al materiale infettivo si trova un avvisatore di temperatura, formato da un arco bimetallico dilatabile per effetto del calore. Esso è collegato ad un sistema di pila a suoneria, ed allorquando ha raggiunto quel grado di calore che si crede di fissare a priori muovendo apposita vite, chiude il circuito elettrico e fa suonare il campanello.

Il modo di funzionare è semplicissimo: si verifica da prima se in caldaia havvi una certa quantità d'acqua, per esempio fino a metà del tubo di livello, ed occorrendo se ne fa entrare dell'altra per mezzo del robinetto che comunica col vaso di alimentazione sovrapposto. Poi si accende il fuoco con legna e carbone, a piacimento. Allorchè il manometro indica che la pressione è presso ad un'atmosfera, si estrae il carrello, lo si carica di materiale infetto, fra il quale si dispone l'avvisatore metallico, e lo si rimette nel cilindro chiudendolo ermeticamente: si aprono allora le due valvole dell'aria fredda che sono sotto al cilindro e le due dell'uscita dell'aria infetta che sono a fianco della caldaia, ed il robinetto che immette il vapore nei tubi pel riscaldamento a secco.

Quando il materiale ha raggiunto la temperatura di 75 gradi, l'avvisatore metallico suona il campanello, ed il termometro, posto sulla faccia anteriore del carrello, indicherà anch'esso una temperatura prossima ai 75 gradi, ed il manometro segnerà una pressione di due atmosfere: allora si chiudono le valvole d'entrata e d'uscita dell'aria e si apre invece il robinetto per l'immissione del vapore.

L'avvisatore elettrico seguitando ora inutilmente a suonare, si distacca un anello da un bottone corrispon-

dente, e così si rompe il circuito.

Intanto il termometro seguiterà ad indicare l'elevarsi della temperatura interna, che nei cinque minuti successivi si sarà elevata a 100 gradi. Si chiude allora la immissione del vapore che si riaprirà dopo altri 5 minuti, durante i quali il primo vapore immesso sarà penetrato a riscaldare i punti più interni del materiale, ed inoltre la pressione in caldaia sarà nuovamente salita

a due atmosfere, pressione alla quale corrisponde la temperatura di 120 gradi. Pochi minuti bastano allora perchè il materiale sia elevato ad una temperatura che oscilla fra i 115 ed i 120 gradi. A questo punto potendosi ritenere assicurata la distruzione dei microbi e delle spore, si apre l'uscita dell'aria, ed il vapore, passando pel condotto del fumo, sorte dal cilindro; poco dopo si apre l'accesso all'aria fredda, ed il cilindro si converte in asciugatoio per pochi istanti; si estrae quindi il carrello e si toglie il materiale ancora caldissimo, ma asciutto e disinfettato.

Avendosi a ripetere l'operazione sopra altro materiale, è bene avvertire che mentre per la prima operazione occorre circa un'ora pel riscaldamento dell'apparecchio, le operazioni posteriori si succedono e si

compiono più celeremente.

Il prezzo dell'apparecchio è di L. 2500, dato completo e pronto a funzionare, sul vagone a Torino. G. S.

Caloriferi ad aria calda, dell'Ing. F. Corradini. — Il riscaldamento degli abitati per mezzo di caloriferi ad aria calda va prendendo notevole sviluppo; e con esso il loro impianto diviene ogni di più economico; i caloriferi stessi si sono in gran parte spogliati de più gravi loro inconvenienti, e fin che trattasi di abitazioni private, di scuole ed altri edifizi pubblici di non troppo grande estensione, il riscaldamento ad aria calda è senza dubbio preferibile per molti riguardi agli altri sistemi di riscaldamento a vapore e ad acqua calda.

Oggidì più non si hanno a temere nei locali riscaldati ad aria calda i tanto noti inconvenienti: l'ingrato odore, il soffoco, i trapelamenti di fumo, l'eccessiva secchezza dell'aria, le trasmodate variazioni di temperatura, e l'avvelenamento dell'aria dovuto all'introduzione di ossido di carbonio in causa dell'arroventamento dei metalli. Non più focolari di ghisa nuda, costituiti da diversi pezzi metallici, semplicemente collegati e stuccati gli uni cogli altri con argilla, che al primo fuoco si sgretola e cade. In questi vecchi sistemi pel dilatarsi e restringersi continuo del metallo, le unioni si aprono lasciando sfuggire i gas della combustione, che portati con l'aria calda nei locali da riscaldare, danno luogo agli inconvenienti sopra lamentati. I caloriferi di tal genere, massime quelli costituiti di tubi di circolazione in lamiera di ferro, sono destinati a continue riparazioni, ed alla distruzione in un tempo limitato, che dipende dallo spessore delle lamiere, dalla natura del combustibile impiegato e dalla maggiore o minore umidità del sotterraneo, poichè le superficie lambite dai gas caldi si ossidano facilmente, e facilmente si corrodono.

Anche gli altri vecchi tipi di caloriferi di ghisa a ritorno di fiamma, con focolare nel mezzo e tubi verticali, disposti perifericamente, non ponno dirsi punto esenti dai difetti sovracitati, inquantochè sono pure costituiti di molteplici pezzi stuccati semplicemente con argilla, donde l'impossibilità di mantenere dopo qualche tempo ermetiche le giunture. Difetto poi principale di quest'ultimo tipo, scrive il Ferrini (1) è la resistenza al movimento dei prodotti della combustione, causata dalla molteplicità dei tubi verticali di piccolo diametro, che mettono in comunicazione le due campane, la superiore coll'inferiore. Queste campane di ghisa sostenute da larghe piastre orizzontali, inutili alla

R. Ferrini. Manuali Hoepli. Riscaldamento e Ventilazione.
 Milano, 1886.

trasmissione del calore all'aria, sono facilmente soggette a fendersi. I focolari per quanto rivestiti internamente di terra refrattaria, si arroventano facilmente alla parte superiore, ed inquinano l'aria calda

da respirarsi.

Sono del pari riconosciuti i gravi difetti dei caloriferi completamente di terra refrattaria, in causa appunto della porosità e fragilità del materiale, e della molteplicità dei pezzi e dei giunti, che non si possono chiudere ermeticamente. Infatti i materiali di terra refrattaria (mattoni vuoti o tubi) lambiti da una parte dal fumo e dall'altra dall'aria da riscaldarsi, costituiscono dei veri filtri, traverso i quali passano facilmente i gaz della combustione, che a poco a poco penetrano e rendono satura tutta la massa laterizia; succede un fenomente a prella considera a prella considera della compositione di productiva della compositione della c meno analogo a quello che si verifica nelle pipe di schiuma quando sono state a lungo adoperate. D'altronde sulla grande porosità della terra cotta nessuno può elevare obbiezioni, e basterebbe citare gli studi del professore Pettenkoffer, e la curiosa esperienza dell'Esposizione Universale del 1878 di Parigi, con cui spegnevasi una candela soffiando attraverso un ammasso di muratura

Nei moderni apparecchi, nei quali un buon riscaldamento è razionalmente affidato ad una grande grande massa d'aria pura ed a temperatura non troppo elevata, che si fa veicolo di calore e lo distribuisce, occorrendo, anche a qualche distanza, troviamo un'ampia camera calda che permette d'entrarvi dentro ad ogni occorrenza, di controllare l'andamento dell'apparecchio durante il funzionamento, di pulire le superficie di riscaldamento dalla polvere che l'aria deposita nel suo tragitto, e di riparare i guasti appena avvertiti. Con essa si offre un facile accesso ad una gran massa d'aria fredda, la quale, non incontrando forti resistenze, passa nei canali superiori senza ri-scaldarsi soverchiamente; riscontriamo inoltre ottenute grandi superficie di riscaldamento con pochi pezzi e poche unioni, trattenute er-

meticamente con chiavarde a vite.

Si ricorre ancora al focolare completamente di terra refrattaria. ma lo si riveste di lamiere di ferro per togliere il difetto della porosità dei laterizi; si adottò la tramoggia per l'alimentazione continua del combustibile, acciò la combustione avvenga con moderazione, con regolarità e proceda uniforme e costante, automaticamente per molte ore di seguito, in ispecie durante la notte, senza il bisogno della sorveglianza del fuochista. Si evita col focolare di terra refrattaria l'arroventamento tanto pernicioso dei metalli, e si assicura una grande durata all'apparecchio. Inoltre si ricorre utilmente ad un'iniezione di aria calda nella parte superiore della fiamma per la più perfetta combustione dei gas, e per rendere il focolare fumivoro; essendo provato che con tale disposizione, puossi ottenere un reale risparmio sul consumo di combustibile.

Quanto alla superficie di riscaldamento il materiale più adatto per trasmettere il calore, è senza dubbio la ghisa, perchè riesce meno alterabile ai prodotti della combustione, ed è di durata considerevole. Inoltre la ghisa prende tutte le forme che si desiderano, ed il suo prezzo è poco elevato. È preferibile poi pel suo coefficiente di conducibilità del calore che è di 12,26; superiore quindi a quello del ferro che è di 7,95, e di quello della terra refrattaria che è di 0,23.

Il sistema di applicare molteplici costole o nervature alla superficie di riscaldamento, è dimostrato all'evidenza di somma utilità. Anche nel Manuale sopra citato, il Ferrini le dichiara validissime ad una migliore utilizzazione del calore, ed a rendere più difficile l'arroventarsi del metallo.

Se ne ha pure la prova nel fatto che i costruttori più rinomati di Germania, d'Inghilterra, di Francia, nei loro diversi tipi di caloriferi molto encomiati, adottarono per l'ap-

punto le superficie costolate.

Il celebre prof. Fischer, esperimentando sopra tubi armati di nervature, constatò una trasmissione eccedente del 58010 quella ottenuta da tubi lisci in identiche condizioni; ed in proposito il Planat (1) così conchiude: Aussi le chauffage par les calorifères à nervures est-il beaucoup plus doux,

plus régulier et plus sain.

Quanto poi alle forme più adatte pei tubi di circolazione del fumo, dopo le rigorose esperienze eseguite dal Kauffer, non v'ha più dubbio essere quelle di sezione ovale allungata nel senso verticale, perchè le loro superficie sono esposte ad

esser lambite dall'aria per tutta la estensione.

Nei nuovi apparecchi, al pericoloso registro del fumo (che se per inavvvertenza si chiude durante la combustione cagiona il regresso dei gas nella camera calda e l'inquinamento dell'aria da respirarsi) vennero sostituiti i regolatori *d'aria* alimentatrice deila combustione, tanto sotto la graticola del focolare, come sopra la fiamma per la migliore utilizzazione del combustibile e per mantenere un fuoco lento e continuato senza spreco di combustibile.

Il vapore d'acqua necessario a ridonare all'aria calda lo stato igrometrico richiesto dall'igiene è somministrato da vasi d'acqua la cui superficie evaporizzante è variabile e può regolarsi a volontà.

Su questi razionali principii e colle importanti migliorie sovracitate è stato costruito il calorifero privilegiato dell'Ingegnere F. Corradini, quale vedesi disegnato in sezione orizzontale e verticale nella scala

di 1140 (Fig. 101).

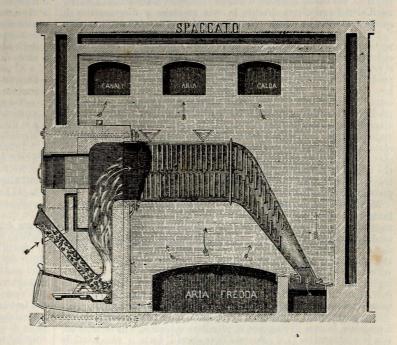
È essenzialmente composto di un focolare di laterizi refrattari con tramoggia per la carica del combustibile automatica continua, e di un numero variabile di grandi tubi di ghisa ad ondulazioni ed a rovesciamento di fiamma, armati di costole o nervature. Questi tubi di sezione ovale allungata, nel senso verticale presentano un'estesissima superficie verticale utile all'aria da riscaldarsi. Sono poi fissati al focolare per mezzo di chiavarde che attraversano la muratura refrattaria del focolare, e nelle giunture vi è serrato fortemente con viti del car-tone d'amianto; alla parte bassa, dove i prodotti della combustione discendono nella camera del fumo, è permessa la libera dilatazione premendosi coll'orlo sopra un cartone d'amianto frapposto alla piastra di ghisa che copre la camera del fumo.

La facciata del focolare è solidamente collegata alla muratura refrattaria; le portine scorrevoli del cenerario sono pure di ghisa piallata per l'esatto contatto, e permettono di regolare la quantità d'aria

necessaria alla combustione.

Lateralmente alle portine di carica trovansi due orifici regolabili a volontà, che permettono l'introduzione dell'aria in una camera interna, da dove riscaldata passa nelle fiamme per completare la com-

Un'altra apertura superiore della facciata permette di togliere i mattoni provvisori, ed introdurre nell'interno dei tubi, un'apposita spazzola a lungo manico flessibile, per far discendere la fuliggine nella camera del fumo, da dove può togliersi almeno una volta al-



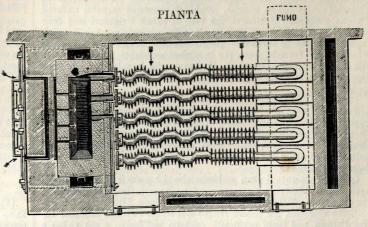


Fig. 101. — Calorifero ad aria calda.

⁽¹⁾ Chauffage et ventilation des lieux habités. — Paris, 1880. Ducher et C., éditeurs.

L'inviluppo murale a doppie pareti presenta lateralmente al livello del pavimento una portina d'accesso per la camera calda, dove a volontà si può entrare anche durante il funzionamento dell'apparecchio.

Altra portina detta della camera del fumo permette di farvi il ri-chiamo alla prima accensione del calorifero, e di togliere la fuliggine.

L'aria fredda presa dall'esterno con apposito canale, può avere accesso in gran quantità, ed è pure regolata al suo ingresso nella camera del calorifero da una saracinesca.

L'ampiezza della camera impedisce che l'aria possa riscaldarsi so-verchiamente, trovando facile via ai canali conduttori dell'aria calda. Sovrapposti ai tubi sono i vasi a superficie variabile per l'evaporazione dell'acqua, con indicatore a livello comunicante coll'esterno.

È fuori dubbio che con questo sistema si può assicurare un riscaldamento igienico con aria purissima, non mai riscaldata oltre i 50° cent. ed al grado d'igrometricità richiesta.

Le applicazioni finora eseguite hanno dato risultati lodevoli sotto

tutti i riguardi.

G. S.

BIBLIOGRAFIA

Annali di agricoltura. — Laghi artificiali dell'Algeria, della Francia e del Belgio. — Relazione degli ingegneri Giuseppe Zoppi e Giacomo Torricelli, con 26 figure intercalate nel testo e con un atlante a parte di 19 tavole e una carta geologica dell'Algeria. — Roma, 1886.

L'agricoltura fu sempre per ogni Stato, fino dalla più remota antichità, la fonte principale della sua ricchezza, tanto nei paesi di civiltà avanzata, quanto in quelli più arretrati; nei primi il commercio e l'industria vengono a sussidiarla, porgendole una parte dei loro profitti e risparmi, per essere applicati a meglio sviluppare le condizioni agrarie; negli altri l'agricoltura diventa la sola creatrice e dispensatrice di

quelle materie, che sono le più indispensabili ai bisogni dell'umanità. L'Italia nostra, paese eminentemente agricolo, ebbe sempre il primato sulle altre nazioni, fino a che fu libera e grande; ma colla sua decadenza politica incominciò anche quella agraria, e le altre nazioni non si restarono dal rimproverarci fino ad usura questa condizione di cose, prodotta da circostanze svariatissime. Per accrescere l'importanza dei loro rimproveri, si valsero della legge del contrasto, decantando l'Italia come il giardino dell'Europa, la cui vegetazione lussuriosa, e il clima prodigioso non trovavano riscontro in altri paesi. Elevate così a tanta altezza le condizioni nostre favorevoli all'agricoltura, si esponeva lo stato presente, purtroppo misero, della medesima, e per spiegarlo si cercavano le cause nell'ignavia e noncuranza dei suoi abitanti, nei sistemi di coltura adamitici da essi impiegati, nell'assenza di quei mezzi che oggidì forniscono la chimica e la meccanica, e in tante altre cose; trascurando le vere cagioni, quelle a cui si deve attribuire la minore produzione agricola dell'Italia in confronto con altri paesi.

Ma alle vere cause non si volle badare; non si pensò che la feracità tanto vantata del nostro suolo non è in realtà superiore a quella di molti altri paesi d'Europa, e che il bel sole d'Italia, così cocente, non coadiuvato da quella umidità naturale, che per la vegetazione è condizione essenziale, è di ostacolo grandissimo allo sviluppo di quei vegetali, che in una razionale agricoltura tengono il primo posto. Non si volle tener conto della sua conformazione orografica e costituzione geologica, per effetto delle quali i nostri torrenti e fiumi che discendono dall'Appennino, sono ricchi d'acqua nell'inverno e mancano appunto

nella stagione in cui l'agricoltura ne avrebbe il massimo bisogno.

Non così però al Ministero d'agricoltura, industria e commercio, cui è confidata la cura di ritornare al primitivo splendore, alla feracità antica le nostre terre; là si comprese dove stava il male, e paragonando quel lembo d'Italia, dove i fiumi alpini, alimentati costantemente da ghiacciai e nevi eterne, nonchè, alcuni, da immensi serbatoi naturali d'acqua, permisero di crearvi una rete di canali irrigatori così completa, che servi sempre di modello alle altre nazioni, concepì il mera-viglioso disegno di estendere questo beneficio anche alle altre parti d'Italia meno favorite, dove, per le ragioni accennate, pareva impossi-bile il farle usufruire di questa ricchezza, che le sole acque possono dare, e senza la quale l'agricoltura non può sussistere che meschina-

I torrenti e fiumi appenninici son ricchi d'acqua nell'inverno, scarsissimi nell'estate: perchè dunque, a guisa di provvido amministratore, non si impedisce alle acque abbondanti di sperdersi nel mare? perchè non si ritengono in grandi serbatoi, per poi distribuirle quando il bisogno le richiede? perchè non si creano negli Appennini dei laghi artificiali, ad imitazione di cuelli che la patrare he la pretta celle parte attentionele imitazione di quelli che la natura ha largito alla parte settentrionale della nostra Italia?

Questo è appunto il gran problema che si è posto il R. Ministero di agricoltura, industria e commercio, e dopo di averlo risolto teoricamente, sta ora occupandosi della sua pratica applicazione. Altre nazioni, in circostanze analoghe, già ebbero ricorso allo stesso sistema; immensi bacini d'acqua, veri laghi artificiali, esistono nell'India, e più vicino a

noi, nell'Algeria, nella Spagna, in Francia e nel Belgio, e sebbene, nella costruzione dei medesimi, lo scopo principale non sia sempre stato quello dell'irrigazione (in Francia e nel Belgio specialmente), pur tuttavia essi possono servire di modello per quelli che noi stessi vogliamo intraprendere. Ben penso quindi il R. Ministero di inviare esperti ingegneri alla di intra di considera e periodi per periodi pe visita dei medesimi, per completare lo studio di tutte le questioni relative riflettenti l'igiene, gli interrimenti, le filtrazioni, le rotture, la natura dei versanti dei serbatoi e del terreno di fondazione della diga, nonchè gli apparecchi tutti e gli accessori annessi ai medesimi.

La scelta cadeva sugli ingegneri signori Giuseppe Zoppi, già distinto allievo del Valentino, ed ora capo-divisione per l'Idraulica agraria al Ministero di agricoltura, e Giacomo Torricelli, assistente alla R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri in Roma, il quale già si trovava prepadata rato a tale studio, per essersi precedentemente dedicato a questa materia, come lo dimostra il suo libro: Dei grandi bacini per irrigazione e del serbatoio Grisanti sull'Enza nell'Emilia, di cui si è parlato nel

N. 5 di questo stesso periodico.

I detti ingegneri si recarono in Algeria, in Francia e nel Belgio, ma non poterono visitare i serbatoi della Spagna in causa del colèra che ivi infieriva; risultato di questa loro visita è appunto la Relazione da noi annunciata, pubblicata negli Annali d'agricoltura, per cura del R. Ministero stesso. In essa sono descritti 27 serbatoi, dei quali 9 costruiti od in costruzione nell'Algeria, uno nel Belgio e gli altri in Francia (1). « L'opera — come dicono gli autori stessi — è divisa in tre parti; la » prima tratta dei laghi artificiali dell'Algeria, la seconda dei princi-

pali della Francia e del Belgio, e la terza contiene le conclusioni.

« Per l'Algeria si è creduto opportuno ed utile di premettere alcune considerazioni sull'idrografia di quel paese, la geognosia, l'agricol-

tura e il sistema di irrigazione in uso.

« Si dà poscia la descrizione di ogni singolo lago artificiale, divisa in vari paragrafi. Il primo risguarda l'importanza dell'opera, il secondo tratta della geognosia dei terreni sui quali scorre il corso » d'acqua che fu sbarrato, e specialmente di quelli sui quali la diga » venne fondata, sotto il duplice punto di vista delle filtrazioni dell'acqua » e della stabilità delle fondazioni.

Nel paragrafo terzo, col titolo: Profilo del muro e composizione delle murature, sono studiate le condizioni di stabilità della diga e il

» modo di costruzione.

« Al paragrafo seguente, Presa d'acqua, oltre il sistema di erogare l'acqua dal serbatoio, è trattata la questione del suo impiego e del » numero di ettari irrigati.

« Nel susseguente, che ha per titolo Scarico di fondo, si dà la de-» scrizione delle gallerie di scarico e del modo di eseguire le chiusate » e si discute una delle più importanti questioni, quella cioè dell'interrimento dei serbatoi.

« Infine l'ultimo paragrafo tratta delle condizioni economiche di

« Nell'ultima parte della relazione sono riassunte le osservazioni fatte nel viaggio sulle condizioni di stabilità delle dighe, sull'influenza dei » laghi artificiali sul clima dei dintorni, sulle perdite per filtrazione,

» sull'interrimento dei serbatoi, e sulle loro condizioni economiche ».

Da quanto venemmo esponendo, il lettore ha potuto farsi un'idea chiara dell'importanza dell'opera dei signori Zoppi e Torricelli; essa contiene un'infinità di nozioni che, per molti serbatoi, non si trovano in nessun libro, e per alcuni altri sono disperse in varii giornali scientifici; essi hanno riunito il tutto sotto una forma ordinata, aggiungendovi quelle altre nozioni che la sola visita locale poteva permettere di

raccogliere. L'opera è redatta colla massima chiarezza; molte figure intercalate nel testo e un atlante a parte di 19 tavole accrescono il pregio della medesima. Tutte le questioni che si collegano al problema della creamedesima. I utte le questioni che si collegano ai problema della creazione di questi immensi serbatoi sono esaminate, discusse e valutate singolarmente nel loro merito pratico. Gli egregi autori seppero con rara perizia trar profitto delle circostanze offerte or dall'uno, or dall'altro dei serbatoi visitati, per mettere in luce tutti i lati di ogni questione. L'aver dovuto esaminare ripetutamente le stesse cose per ogni singolo manufatto (in numero di 27) ha necessariamente obbligato gli autori ad alcune ripetizioni, che sarebbe stato facile evitare; ma ciò pullameno essi seppero estendersi maggiormente per ciascuno ma ciò nullameno essi seppero estendersi maggiormente per ciascuno, sopra circostanze che in altri avevano sorvolate, cosicchè la lettura dell'opera non riesce punto monotona, e nel complesso si presenta come un tutto completo.

In questo modo il Ministero di agricoltura, industria e commercio ha ottenuto un corredo di nozioni utilissime per coloro cui verrà confidata l'attuazione del sistema esposto; e non dubitiamo che la sua scelta cadrà sopra uomini compresi dei benefizi che l'applicazione del medesimo apporterà alla nostra agricoltura, ed a questi specialmente, nonchè a tutti gli ingegneri, raccomandiamo il libro dei signori Zoppi e Torri-

Teramo, settembre 1886.

G. CRUGNOLA.

(1) Alcuni di essi sono già noti ai lettori di questo periodico (vedi anno 1882, pag. 49 e 115); di qualcun altro dei più importanti, procureremo di parlare in appresso.