

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

L'ESPOSIZIONE INDUSTRIALE ITALIANA DEL 1881 IN MILANO

(Veggasi la Tav. XIII).

In ordine di tempo l'Esposizione di Milano è la seconda *Esposizione nazionale*. Quella del 1861 apertasi in Firenze quando appena erasi conseguita l'unità della patria, non poteva a meno di dimostrare quanto poco allora valessero gli Italiani nelle industrie amiche della pace.

L'Esposizione di Milano ci prova, meglio che non l'abbia fatto la Sezione italiana dell'Esposizione mondiale di Parigi, i miracoli che l'industria nazionale ha compiuto negli ultimi venti anni.

L'idea della presente Esposizione sorse in seno alla Camera di commercio verso la fine del 1879. Lo slancio col quale il paese accolse e sostenne la iniziativa della Camera di commercio fu la prova più convincente che l'Esposizione rispondeva non solo ad un desiderio, ma ad un vero bisogno.

Prima cura del Comitato eletto dalla Camera di commercio fu di iniziare una sottoscrizione pubblica. Dapprima le idee erano molto modeste; si volevano raccogliere 300 mila lire al più, e si pensò di farlo mediante azioni di 200 lire l'una, di cui si prometteva il rimborso, totale o parziale, colla metà degli introiti giornalieri dell'Esposizione.

L'invocato concorso dei cittadini superò la generale aspettazione, e in breve tempo la sottoscrizione raggiunse la somma di 797,400 lire in azioni e 190,000 lire a fondo perduto.

Inoltre il Municipio di Milano votò la somma di lire 100 mila, promettendo di concorrere pure nelle spese per le feste, e il Parlamento votò un concorso di mezzo milione. Le Camere di commercio italiane, dal loro canto, mostrano di aver compreso l'importanza dell'impresa, e votarono sussidi in proporzione delle rispettive forze, talchè la sottoscrizione finì per raggiungere il totale di L. 1,600,000.

Come luogo adatto ad una Mostra nazionale era stata proposta la Piazza d'Armi, ossia l'ampio spazio fra il Castello, l'Arena ed il classico arco del Sempione. Ma si finì per preferire il luogo dei Giardini pubblici, potendosi così utilizzare il palazzo della Villa Reale, quello del Senato ed il Salone dei vecchi Giardini pubblici, oltre ai boschetti ed alle aiuole.

Il Comitato conferì l'incarico di allestire i progetti e di procedere subito alle costruzioni all'architetto Giovanni Ceruti di Milano. E le costruzioni incominciarono nel mese di luglio 1880. Ma i progetti primitivi dovettero assoggettarsi a continue ampliamenti, essendochè i promotori dell'Esposizione di Milano videro poco a poco ingrandire il modesto primitivo pensiero, e da una Mostra industriale si sviluppò una vera e completa Esposizione nazionale. Sorsero nuovi Comitati speciali per le belle arti, per l'orticoltura, per la zootecnica, per la musica e per l'operaio.

Un'ultima operazione finanziaria si rese indispensabile in causa delle crescenti spese d'impianto, e si ideò una lotteria nazionale di due milioni di biglietti da una lira, che venne approvata con decreto reale del 5 marzo 1881. Con

questa lotteria il Comitato si assicurò 700 mila lire da erogare in tante compre di 440 oggetti esposti da destinarsi a premi nel numero di 500 ed una somma equivalente incirca alla prima per sopperire al bisogno del bilancio.

La costruzione e la decorazione dei fabbricati furono condotti con sorprendente rapidità. La superficie totale occupata dall'Esposizione, come risulta dalla tavola XIII, è di metri quadrati 162,000, di cui circa 51,000 sono coperti.

Occorsero in cifre tonde metri cubi 13,500 di legnami; metri lineari 258,000 di listelli per tegole; 1,000,000 di tegole piane; 24,000 m. q. di soffitti; 1,800 quintali di ferro per lucernari; 2,250 quintali d'altra ferramenta; 630 quintali di chioderia e 550 lamiere e canali. Per la copertura devono aggiungersi 22,000 metri quad. di vetri ed altrettanti di rete metallica; 9,300 metri lineari di tubi per plumbi e 20,000 metri quadrati di tela per tappezzerie.

I lavori vennero incominciati, come si disse, intorno al 15 luglio 1880, ed alla fine di novembre 28 mila metri quadrati erano già ultimati. Il collocamento degli oggetti procedette pure sollecito e regolare, talchè nessuna Esposizione industriale si presentò mai come questa così completa agli occhi del pubblico nel giorno dell'inaugurazione.

Il progetto primitivo dell'Esposizione industriale non doveva avere che 15 mila metri quadrati di area coperta, in realtà l'area coperta diventò di 51 mila metri quadrati, e la disposizione degli edifici, quale risulta dalla tavola XIII, trova appunto ragione in ciò che gli edifici si dovettero man mano estendere ed accrescere di numero.

Per quattro porte il visitatore può entrare nell'Esposizione. La porta principale è in via Senato; la seconda in via Palestro dalla parte di piazza Cavour; la terza sul corso Venezia rimpetto alla via Borghetto; la quarta nella via Boschetti di dietro all'Esposizione delle belle arti, la quale ha pur essa un'entrata propria in via Senato.

Entrando dalla prima troviamo da una parte e dall'altra le due gallerie del materiale ferroviario a destra e di quello delle tranvie a sinistra; poi le tettoie delle macchine agrarie e quelle dei cementi e dei laterizi. Si giunge così dinanzi al vestibolo d'ingresso all'edificio principale. Entrando dalla porta di mezzo si percorre le tre gallerie dei tessuti di seta, canape, lana e cotone finchè si arriva in altra grande galleria di prosecuzione, nella quale si trovano esposti il vestiario, il mobilio ed altre arti usuali.

Da questa distribuzione appare lo studio fatto per conservare almeno le grosse piante. La grande galleria è terminata dal salone Pompeiano, nel quale trovansi esposti gli strumenti musicali e superiormente in giro i costumi più caratteristici delle diverse Provincie italiane.

Dalla grande galleria delle arti usuali si passa nella grande galleria delle macchine, divisa in due da un passaggio trasversale determinato da due file di piante esistenti, e lungo il quale trovansi esposte vetrine di oggetti inerenti alle stesse due classi (9 e 10) di meccanica generale e speciale. Dalla prima galleria delle macchine si va per un passaggio coperto alla galleria del lavoro riservato alle macchine di trattura, filatura e tessitura, le quali esigono molto spazio, mentre ritornando indietro si passa nella seconda del piccolo lavoro riservato alle industrie che richiedono minore spazio, come quelle della oreficeria, dei ventagli e simili.

A fianco di questa galleria si trova il salone dei vecchi giardini pubblici, ove si trovano esposte in vari scomparti le tabelle ed i modelli delle scuole ed in genere tutto ciò che si riferisce al gruppo educazione, istruzione tecnica, previdenza e beneficenza.

Per quest'ultima fu pure riservato un lungo corridoio dall'altra parte della galleria del piccolo lavoro presso lo steccato del corso di Porta Venezia.

Il giardino posto davanti al Ristorante è circondato da portici, sotto i quali si trovano esposti i modelli ed i progetti di ingegneria civile, costruzioni e lavori pubblici, e dietro a questi, in apposite gallerie, le arti liberali ossia strumenti ed apparati scientifici di geodesia, fisica, orologeria, chirurgia, ecc. a cui tengono dietro due gallerie per i prodotti delle cave e dei prodotti dell'industria montanistica e metallurgica.

Noi siamo ritornati così al vestibolo principale d'ingresso; e percorrendolo longitudinalmente si entra in uno de'raggi che conduce alla rotonda, il quale è destinato alla carta ed ai processi e prodotti delle arti grafiche, tipografia, litografia, fotografia, ecc. (classi 29, 30, 31).

Le stesse classi occupano ancora il settore di destra ed un'altra galleria radiale, mentre al trionfo dell'arte ceramica e dei vetri si riservarono la rotonda centrale, il raggio che la unisce alla porta d'ingresso, e tutto l'edificio che trovò posto fra la rotonda e la Villa reale.

Nel cortile di quest'ultima si trovano i mosaici ed i lavori dell'orificeria.

Le materie alimentari occupano pure un raggio ed il settore che sta dirimpetto a quello delle arti grafiche. E infine dal centro della rotonda dirigendosi verso i bastioni di Porta Venezia si entra in amplissime gallerie, nelle quali a destra si collocarono i prodotti chimici ed a sinistra l'esposizione dei prodotti agrari e quelli dell'industria forestale e della pesca; in mezzo, una copiosissima sfilata di vetture e veicoli; e in fondo, le esposizioni dei Ministeri della guerra e della marina.

Nelle aiuole dei giardini e nei boschetti trovarono posto i padiglioni per caffè e trattorie, i chioschi di molti espositori, le serre degli orticoltori, la ferrovia elettrica ed altri divertimenti.

G. S.

STATICA GRAFICA

NUOVE COSTRUZIONI

per la determinazione interamente grafica
dei momenti inflettenti
sugli appoggi di una travatura continua
sopracaricati in un modo qualunque.

CAPITOLO PRIMO.

*Relazioni tra i momenti inflettenti su tre appoggi consecutivi
d'una trave continua comunque sopracaricata.*

1. Nel calcolo dei ponti metallici di più travate si suppose sempre, per maggiore semplicità, che i momenti di inerzia e le sezioni sieno costanti da un estremo all'altro della travatura, e che ogni campata sia gravata soltanto da un peso uniformemente distribuito. La risoluzione del problema è stata finora fondata sulla nota equazione di Clapeyron, usando all'uopo metodi analitici o metodi geometrici diversi, ma tutti aventi per scopo la più semplice determinazione dei momenti inflettenti sugli appoggi della trave continua; ed in una nostra nota, presentata a questa Accademia delle Scienze tre anni fa, esponevamo appunto un metodo geometrico che era il più semplice di quelli proposti sino a quell'epoca.

In tre anni però la questione ha fatto notevoli progressi. Le nuove costruzioni interamente grafiche dell'ing. Boubée, nostro collega in questa R. Scuola di Applicazione per gli

Ingegneri, e dell'ing. Cunq in Francia, hanno resa anche più semplice la determinazione dei predetti momenti inflettenti sugli appoggi, ed i recenti lavori di Green in America (1) e di Clerc in Francia permettono oramai di tener conto anche d'un sopracarico comunque distribuito sulla trave con la stessa facilità quasi che si conseguiva prima con l'ipotesi d'un sopracarico uniformemente ripartito.

Tali notevoli perfezionamenti hanno richiamato di nuovo la nostra attenzione su d'un argomento così importante, e ci è riuscito poter dare altre due costruzioni interamente grafiche, e che ci sembrano più semplici di quelle sinora conosciute, per determinare i momenti inflettenti sugli appoggi d'una trave continua anche nel caso più generale di un sopracarico distribuito in un modo qualunque e d'una sezione variabile. Scopo di questo scritto è appunto l'esposizione di tali costruzioni, ma poichè le formole più generali di quella di Clapeyron, da cui prendiamo le mosse, sono recentissime e quindi ancora poco diffuse, perciò crediamo conveniente premetterne la dimostrazione avvalendoci all'uopo della memoria del Clerc (*Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils* — Août 1880).

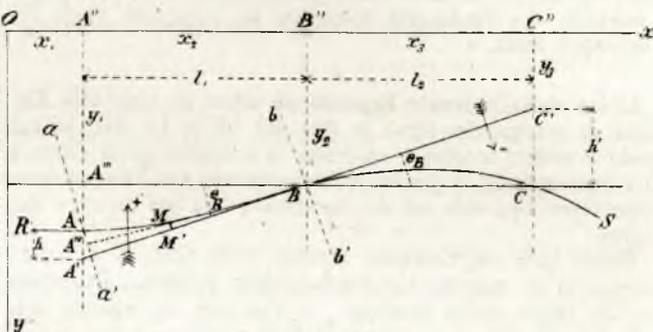


Fig. 47.

2. Sia RS (fig. 47) la fibra media d'una trave primitivamente dritta; prendiamo due punti A e B qualsivogliano di questa fibra ed indichiamone le coordinate rispettivamente con x_1, y_1 , ed x_2, y_2 rispetto al sistema di assi ortogonali Ox, Oy il primo dei quali è orizzontale e parallelo alla primitiva direzione dell'asse della trave, e l'altro è verticale; poniamo inoltre uguale ad l_1 la distanza orizzontale $x_2 - x_1$ dei due punti A e B.

Supponiamo recisa la trave secondo la sezione aa' in A e tolta tutta la parte di essa che si trova a sinistra di questo punto. Se per poco s'immagina che la parte del solido compresa tra A e B sia sottratta all'azione delle forze esterne che su di essa agiscono, mentre la parte a destra della sezione bb' in B sia tuttora sottoposta all'azione delle forze deformatrici, avverrà che la parte BMA, a causa della sua elasticità, riprenderà la sua primitiva forma rettilinea, e la linea BA andrà a confondersi con la tangente BA' in B alla fibra media deformata, perchè la sezione infinitamente vicina a bb' nella parte BA ridiventerà parallela alla detta sezione normale bb' in B.

Riconduciamo ora tutti i punti della porzione BA' del pezzo sui punti della curva BMA, cominciando da B ed agendo su tutti gli elementi successivi, da B sino ad A' , come si farebbe su d'una riga flessibile allorchè la si costringe ad adattarsi su d'una direttrice. Indicando allora con θ_B l'angolo acuto che fa la tangente in B alla fibra media deformata con l'asse delle x , cioè con la direzione primitiva della stessa fibra media, se supponiamo che un punto qualunque M' sia ritornato nella sua posizione M e che il tratto MA' del pezzo sia ancora rettilineo, una nuova variazione $d\theta$, data all'inclinazione dell'elemento seguente per ricondurlo sulla curva BMA, produrrà nel punto estremo

(1) Un ampio sunto dell'importante opera del Green trovasi in una memoria del ch. prof. Clericetti pubblicata sul *Politecnico* nell'anno 1880.

uno spostamento $dh = d\theta \cdot MA = d\theta \cdot \alpha$, indicando, in generale, con α una distanza variabile, come AM, da A d'un punto qualunque di A B. L'intero spostamento $AA' = h$ sarà in conseguenza la somma di tutti questi spostamenti parziali dh , e si avrà quindi

$$h = \sum_B^A d\theta \cdot \alpha.$$

Ora potendosi ammettere in pratica soltanto deformazioni piccolissime, potremo ritenere che lo spostamento totale $AA' = h$ coincida con la verticale condotta per A, e che l'angolo θ_B sia uguale alla sua tangente; ed allora dalla figura risulta $A'A = A'A'' + BB'' - A''A$, cioè $h = y_2 + \theta_B \cdot l_1 - y_1$. Sostituendo questo valore di h nell'uguaglianza precedente si ha

$$y_2 + \theta_B \cdot l_1 - y_1 = \sum_B^A d\theta \cdot \alpha. \quad (1)$$

Ciò posto osserviamo che $d\theta$ rappresenta pure l'angolo di cui ha rotato, nella deformazione, una sezione infinitamente vicina a quella fatta in B e dapprima parallela a quest'ultima; quindi se indichiamo con v la distanza d'una fibra qualunque dallo strato delle fibre invariabili, l'allungamento totale subito da questa fibra sarà espresso da $v d\theta$, giacchè essendo $d\theta$ piccolissimo si può assumere uguale alla sua tangente. D'altra parte dalla teoria della flessione si sa che l'allungamento unitario della fibra che consideriamo è dato da $\frac{v}{\rho}$, essendo ρ il raggio di curvatura della fibra media in B, laonde, detta $d\alpha$ la lunghezza della fibra considerata, il suo allungamento sarà pure espresso da $\frac{v}{\rho} d\alpha$ e si avrà $v d\theta = \frac{v}{\rho} d\alpha$, cioè $d\theta = \frac{d\alpha}{\rho}$. Ma dall'equazione $\frac{EI}{\rho} = \mu$ dell'equilibrio alla flessione, in cui E è il coefficiente d'elasticità della materia del prisma, μ il momento inflettente corrispondente alla sezione in B, ed I il relativo momento di inerzia, si ricava $\frac{1}{\rho} = \frac{\mu}{EI}$ e quindi $d\theta = \frac{\mu}{EI} d\alpha$: sostituendo dunque questo valore di $d\theta$ nella (1) si ha finalmente

$$y_2 + \theta_B \cdot l_1 - y_1 = \sum_B^A \frac{\mu}{EI} d\alpha \cdot \alpha, \quad (2)$$

equazione il cui secondo membro (osservando che $\frac{\mu}{EI} d\alpha \cdot \alpha$ è il momento rispetto alla verticale che passa per A dell'area elementare $\frac{\mu}{EI} d\alpha$ della superficie limitata dalla curva che ha per ascisse le α e per ordinate i valori di $\frac{\mu}{EI}$) rappresenta il momento della porzione di tale superficie compresa tra i punti A e B. Indicando per brevità questo momento con la notazione $mom_B^A \frac{\mu}{EI}$ la (2) si muta in

$$y_2 + \theta_B \cdot l_1 - y_1 = mom_B^A \frac{\mu}{EI}. \quad (3)$$

Se si suppone che $\frac{1}{EI}$ sia costante in tutta la lunghezza della trave, come si è costretti di fare negli studi preliminari, la (3) può scriversi

$$y_2 + \theta_B \cdot l_1 - y_1 = \frac{1}{EI} \cdot mom_B^A \mu, \quad (4)$$

e si dovrà prendere quindi il momento, rispetto alla verticale condotta per A, della superficie dei soli momenti inflettenti.

3. Vediamo ora come la formola (4) ci permette di determinare una relazione tra i momenti inflettenti, su tre appoggi consecutivi, d'una trave continua composta d'un nu-

mero qualunque di travate e comunque caricata. L'equazione a cui giungeremo sarà analoga a quella di Clapeyron. Ma sarà però del tutto indipendente dal modo di ripartizione del carico.

Siano dunque AB e BC (fig. 48) due travate consecutive di una trave continua, e siano l_1 ed l_2 le loro lunghezze. Supporremo, per maggior semplicità, che gli appoggi si trovino allo stesso livello, laonde si avrà $y_1 = y_2 = y_3 = 0$.

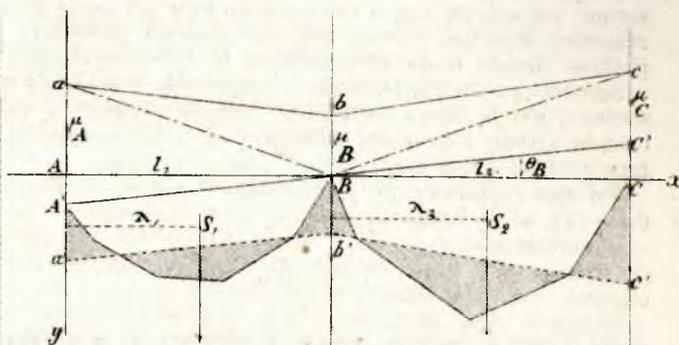


Fig. 48.

Rappresenti sempre θ_B la tangente dell'angolo acuto che fa con l'asse delle x la tangente nel punto B alla fibra media deformata; per ottenere allora la relazione richiesta si adatterà la (4) a ciascuna delle due travate AB, BC tra i punti d'appoggio di ognuna di esse.

Per la prima travata la (4), estesa da B ad A, ci dà

$$\theta_B = \frac{1}{l_1} \cdot \frac{1}{EI} mom_B^A \mu_1, \quad (5)$$

e per la seconda travata la stessa (4), estesa da B a C, ci dà

$$\theta_B = -\frac{1}{l_2} \cdot \frac{1}{EI} mom_B^C \mu_2. \quad (6)$$

Nella (6) il valore di θ_B è preceduto dal segno — perchè la rotazione di C' a C avviene in senso inverso della curvatura positiva, convenendo d'indicare così quella curvatura la cui convessità è rivolta verso il basso e che si produce in una trave semplicemente situata su due appoggi.

Posto ciò indichiamo con T_A e μ_A lo sforzo tagliante ed il momento inflettente in A, con μ_B il momento inflettente in B, con q uno qualunque dei pesi agenti sulla travata AB, con d la sua distanza dall'appoggio di sinistra; il momento inflettente μ rispetto all'asse neutrale d'una sezione qualunque di AB, posta alla distanza x da A, è allora dato da

$$\mu = \mu_A + T_A \cdot x - \int_0^x q(x-d),$$

da cui, facendovi $x = l_1$, si ha pel punto B

$$\mu_B = \mu_A + T_A \cdot l_1 - \int_0^{l_1} q(l_1-d).$$

Il valore

$$T_A = \frac{\mu_B - \mu_A}{l_1} + \int_0^{l_1} \frac{q(l_1-d)}{l_1}$$

che da questa equazione si ricava, sostituito nell'espressione di μ , ci dà

$$\mu = \mu_A + \frac{\mu_B - \mu_A}{l_1} x + \left\{ \int_0^{l_1} \frac{q(l_1-d)}{l_1} x - \int_0^x q(x-d) \right\}$$

$$\text{cioè } \mu = \mu_A + \frac{\mu_B - \mu_A}{l_1} x + M, \quad (7)$$

avendo posto

$$M = \sum_0^{l_1} q \frac{(l_1 - d)}{l_1} x - \sum_0^x q (x - d);$$

M dinota quindi il valore che avrebbe il momento inflettente μ rispetto all'asse neutrale della sezione considerata, se la travata fosse tagliata agli estremi restando però sottoposta agli stessi carichi.

In quanto al segno da attribuire ai momenti inflettenti faremo per essi la stessa convenzione fatta pei segni delle rotazioni, e quindi diremo che un momento inflettente è positivo quando tende ad aumentare la curvatura positiva.

Secondo questa convenzione è chiaro che i momenti M saranno, per la stessa definizione, sempre positivi, e, nel caso in esame, i momenti inflettenti μ_A e μ_B saranno negativi; almeno così avverrà negli esempi ordinari.

Volendo rappresentare graficamente i valori di μ dati dalla (7), si dovrebbe operare nel modo seguente.

L'espressione

$$\mu_A + \frac{\mu_B - \mu_A}{l} x,$$

il cui valore è negativo, poichè i momenti μ_A e μ_B sono negativi, sarebbe rappresentata in ogni punto della travata, dalle ordinate del trapezio $AaBb$ (fig. 48) tale che $Aa = -\mu_A$, $Bb = -\mu_B$, essendo μ_A e μ_B i valori assoluti dei momenti inflettenti sugli appoggi. I valori di M sarebbero invece rappresentati dalle ordinate d'un contorno poligonale o curvo S_1 , che la statica permette di determinare in ogni caso.

Il momento inflettente, in un punto qualunque della travata, si otterrebbe allora sottraendo, in quel punto, l'ordinata del trapezio che rappresenta un momento negativo da quello della superficie S_1 che rappresenta un momento positivo, o, se si vuole, rovesciando il trapezio sulla superficie S_1 .

Per analogia si converrà di dare al trapezio il nome di *superficie dei momenti negativi*, ed alla superficie S_1 il nome di *superficie dei momenti positivi*.

Si otterrà similmente per la travata BC un trapezio $BbCc$ tale che $Bb = -\mu_B$, $Cc = -\mu_C$, ed una superficie dei momenti M, superficie che indicheremo con S_2 .

Sostituiamo ora nelle (5) e (6) i valori di μ_1 e μ_2 ricavati dalla (7); a tale scopo bisogna prima prendere i momenti delle superficie S_1 ed S_2 . Decomponiamo i trapezii $AaBb$, $BbCc$ ciascuno in due triangoli mediante le rette Ba e Bc . Le equazioni (5) e (6) diventano allora, esprimendo i momenti delle superficie e tenendo conto dei segni negativi di μ_A , μ_B , μ_C :

$$\theta_B = -\frac{1}{l_1 \cdot EI} \left(\frac{\mu_A \cdot l_1^2}{6} + \frac{2 \mu_B \cdot l_1^2}{6} \right) + \frac{1}{l_1 \cdot EI} \cdot S_1 \lambda_1,$$

$$-\theta_B = -\frac{1}{l_2 \cdot EI} \left(\frac{\mu_C \cdot l_2^2}{6} + \frac{2 \mu_B \cdot l_2^2}{6} \right) + \frac{1}{l_2 \cdot EI} \cdot S_2 (l_2 - \lambda_2),$$

in cui λ_1 e λ_2 sono le distanze dei centri di gravità delle superficie S_1 ed S_2 dall'appoggio di sinistra della travata corrispondente.

Eguagliando i due precedenti valori di θ_B e semplificando si ha

$$\mu_A \cdot l_1 + 2 \mu_B (l_1 + l_2) + \mu_C \cdot l_2 = 6 \frac{S_1 \lambda_1}{l_1} + 6 \frac{S_2 (l_2 - \lambda_2)}{l_2}. \quad (8)$$

Questa è la relazione tra i momenti inflettenti su tre appoggi consecutivi d'una trave continua nel caso in cui $\frac{1}{EI}$ è costante e la disposizione del carico è qualsivoglia. Il primo membro della (8) è identico a quello dell'equazione di Clapeyron, ed il valore del suo secondo membro potrà sempre esser calcolato o determinato graficamente *a priori*.

4. Per veder ciò supporremo i varii casi che si possono presentare nella pratica, e prescindendo da quello in cui il carico è uniformemente ripartito, perchè allora si vede su-

bito che il secondo membro della (8) diventa identico al secondo membro dell'equazione di Clapeyron, considereremo quello in cui ogni travata è sollecitata da pesi concentrati.

Sia dunque AB una travata qualunque di lunghezza l_1 (fig. 49) e supponiamo, per fissar le idee, che sia sollecitata dai tre pesi concentrati P_1, P_2, P_3 posti alle rispettive distanze d_1, d_2, d_3 dall'appoggio A di sinistra. Se il peso P_1 agisse solo sulla travata, indicando con R_1 la reazione che allora si avrebbe in B, prendendo i momenti di P_1 ed R_1 rispetto ad A risulterebbe $R_1 = \frac{P_1 d_1}{l_1}$ e quindi il momento inflettente rispetto alla sezione fatta in a_1 sarebbe espresso da

$$R_1 \cdot (l_1 - d_1) = \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1)}{l_1}.$$

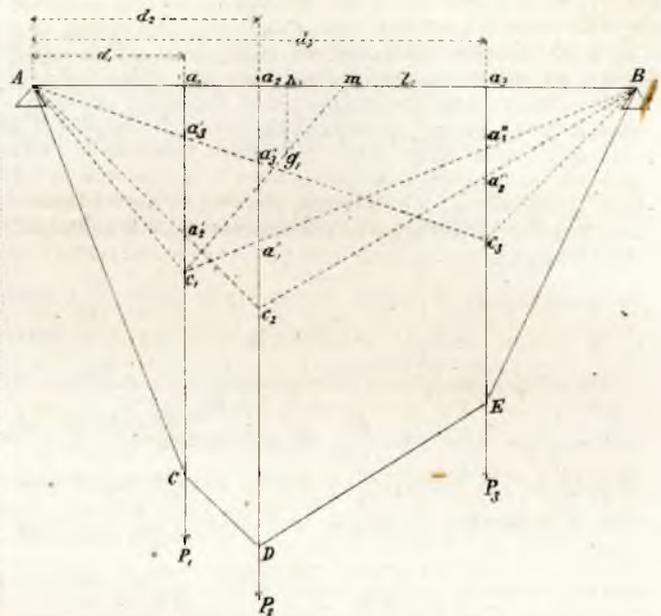


Fig. 49.

Tagliando allora

$$a_1 c_1 = \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1)}{l_1}$$

per mezzo della scala dei momenti, e congiungendo $c_1 A$, $c_1 B$, le ordinate della spezzata $Ac_1 B$ darebbero i momenti inflettenti in ciascun punto della travata dovuti all'azione del solo peso P_1 . Costruendo in modo analogo le spezzate $Ac_2 B$, $Ac_3 B$ dei momenti inflettenti relativi ai pesi P_2 e P_3 , si otterrà immediatamente il diagramma $ACDEB$ che con le sue ordinate ci dà i momenti inflettenti, nelle diverse sezioni della travata, corrispondenti all'azione complessiva di tutti i pesi, tagliando $c_1 C = a_1 a'_1 + a_1 a''_1$, $c_2 D = a_2 a''_2 + a_2 a'''_2$, $c_3 E = a_3 a'''_3 + a_3 a''''_3$ e congiungendo A con C, C con D, D con E ed E con B. Il procedimento indicato è evidentemente generale e la superficie $ACDEB$ così ottenuta rappresenta la superficie S_1 dei momenti positivi; dalla stessa sua costruzione risulta che la superficie S_1 è uguale alla somma delle aree dei diagrammi parziali $Ac_1 B$, $Ac_2 B$, $Ac_3 B$.

Per ottenere ora il momento $S_1 \lambda_1$ di questa superficie rispetto all'appoggio A di sinistra, parrebbe a prima vista che fosse necessario calcolare il valore di S_1 e determinare la posizione del suo centro di gravità, locchè renderebbe molto complicata la questione. Però avendo noi osservato che la S_1 è uguale alla somma delle aree parziali $Ac_1 B$, $Ac_2 B$, $Ac_3 B$ ed essendo il momento della risultante uguale alla somma dei momenti delle componenti, risulta $S_1 \lambda_1$ uguale alla somma dei momenti rispetto ad A delle aree parziali $Ac_1 B$, $Ac_2 B$, $Ac_3 B$. Ora l'area di $Ac_1 B$ è data da

$$\frac{1}{2} l_1 \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1)}{l_1} = \frac{1}{2} P_1 d_1 (l_1 - d_1)$$

ed il suo braccio di leva da

$$\frac{1}{2} l_1 - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} l_1 - d_1 \right) = \frac{1}{3} (l_1 + d_1),$$

quindi il momento di $A_c B$ è espresso da

$$\frac{1}{6} P_1 d_1 (l_1^2 - d_1^2)$$

ed in conseguenza risulta

$$S_1 \lambda_1 = \frac{1}{6} \sum P_1 d_1 (l_1 - d_1) (l_1 + d_1).$$

Per trovare il valore di $S_2 (l_2 - \lambda_2)$, cioè il valore del momento rispetto all'appoggio di destra della superficie dei momenti relativa ai pesi che agiscono sulla travata BC seguente alla AB, basterà cambiare nell'eguaglianza precedente la d in $l-d$ ed adottare un apice per distinguere gli elementi che si riferiscono a questa seconda travata; si ha così

$$S_2 (l_2 - \lambda_2) = \frac{1}{6} \sum P_1' d_1' (l_2 - d_1') (2 l_2 - d_1').$$

L'equazione (8) dei tre momenti, pel caso di n pesi discontinui sulla prima travata ed m sulla seconda, si trasformerà quindi in

$$\begin{aligned} \mu_A \cdot l_1 + 2 \mu_B \cdot (l_1 + l_2) + \mu_C \cdot l_2 = \frac{1}{l_1} \sum_{i=1}^n P_i d_i (l_1 - d_i) (l_1 + d_i) \\ + \frac{1}{l_2} \sum_{j=1}^m P_j' d_j' (l_2 - d_j') (2 l_2 - d_j') \end{aligned} \quad (9)$$

Se oltre i pesi discontinui si avesse, su ciascuna travata o su di una soltanto di esse, un carico uniformemente ripartito, è chiaro che ai termini del secondo membro della equazione precedente bisognerà aggiungere $\frac{1}{4} p_1 l_1^3$ per la prima di esse ed $\frac{1}{4} p_2 l_2^3$ per la seconda. Quindi l'equazione dei momenti corrispondenti a questo caso generale è

$$\begin{aligned} \mu_A \cdot l_1 + 2 \mu_B (l_1 + l_2) + \mu_C \cdot l_2 = \frac{1}{l_1} \sum_{i=1}^n P_i d_i (l_1 - d_i) (l_1 + d_i) \\ + \frac{1}{4} p_1 l_1^3 + \frac{1}{l_2} \sum_{j=1}^m P_j' d_j' (l_2 - d_j') (2 l_2 - d_j') + \frac{1}{4} p_2 l_2^3 \end{aligned} \quad (10)$$

5. L'ing. Boubée ha osservato che le espressioni contenute sotto i sommatorii Σ nelle (9) e (10) corrispondono rispettivamente a

$$\frac{6 S_1 \lambda_1}{l_1} \quad \text{e} \quad \frac{6 S_2 (l_2 - \lambda_2)}{l_2},$$

e quindi possono essere sostituite da qualsiasi altra funzione di pesi discontinui o uniformemente ripartiti per i quali si abbia sempre lo stesso valore dei momenti $S_1 \lambda_1$ ed $S_2 (l_2 - \lambda_2)$. Si può dunque sostituire al sistema dei pesi concentrati $P_1, P_2, \dots, P_n, P_1', P_2', \dots, P_m'$ dei pesi uniformemente ripartiti Π_1 e Π_2 tali che si abbia

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} \Pi_1 l_1^3 = \frac{1}{l_1} \sum P_i d_i (l_1 - d_i) (l_1 + d_i), \\ \frac{1}{4} \Pi_2 l_2^3 = \frac{1}{l_2} \sum P_j' d_j' (l_2 - d_j') (2 l_2 - d_j'). \end{aligned} \quad (11)$$

Ciò equivale a sostituire l'area d'un segmento di parabola a quella S_1 dovuta ai pesi discontinui P_1, P_2, \dots, P_n , e simil-

mente l'area del segmento d'un'altra parabola a quella S_2 dei pesi concentrati P_1', P_2', \dots, P_m' della seconda travata, ed a porre $\lambda_1 = \frac{1}{2} l_1, \lambda_2 = \frac{1}{2} l_2$. Tali parabole avranno l'asse coincidente con la verticale del punto medio della corrispondente travata, e le loro ordinate al vertice saranno

$$\frac{\Pi_1 l_1^2}{8}, \quad \frac{\Pi_2 l_2^2}{8}.$$

Ricavando dalle (11) i valori di Π_1 e Π_2 ed indicando per brevità i secondi membri delle stesse (11) con D_1 e D_2 risulta

$$\Pi_1 = \frac{4 D_1}{l_1^3}, \quad \Pi_2 = \frac{4 D_2}{l_2^3} \quad \text{e si avrà}$$

$$\frac{\Pi_1 l_1^2}{8} = \frac{4 D_1}{l_1^3} \times \frac{l_1^2}{8} = \frac{D_1}{2 l_1}, \quad \frac{\Pi_2 l_2^2}{8} = \frac{4 D_2}{l_2^3} \times \frac{l_2^2}{8} = \frac{D_2}{2 l_2} \quad (12)$$

Questi valori possono essere costruiti graficamente; ed osservando che i valori di D_1 e di D_2 sono dei sommatorii, basterà costruire separatamente i valori (12) per ciascuno dei singoli valori di P_i e d_i , come di P_j' e d_j' , e sommare poi i risultamenti. Ecco le semplici costruzioni date a tale uopo dal Boubée.

Supponendo per un momento che sulla prima travata agisca un solo peso P_1 , si avrà

$$D_1 = \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1) (l_1 + d_1)}{l_1}$$

e quindi

$$\begin{aligned} \frac{\Pi_1 l_1^2}{8} &= \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1) (l_1 + d_1)}{2 l_1^2} \\ &= \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1)}{l_1} \cdot \frac{\left(\frac{1}{2} l_1 + \frac{1}{2} d_1 \right)}{l_1} \end{aligned}$$

Si prenda ora $AB=l_1, AC=d_1, AD=P_1 d_1$ (alla scala dei momenti) (fig. 50), si tiri BD la quale taglierà sulla verticale del peso P_1 il segmento

$$CE = \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1)}{l_1}$$

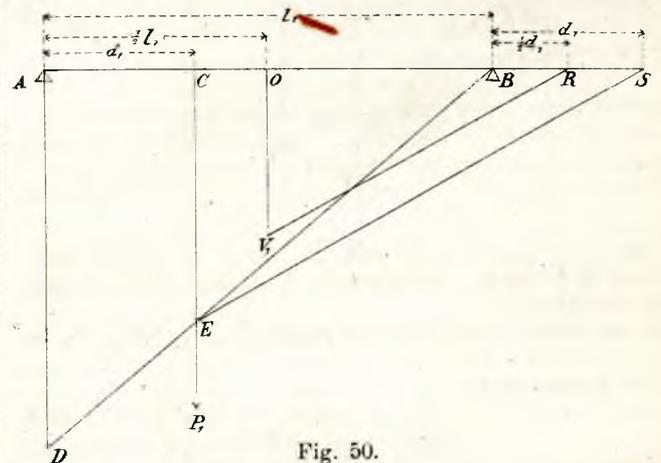


Fig. 50.

come si vede facilmente dai triangoli simili ADB, CEB : tagliando sul prolungamento di AB i due segmenti BR, RS entrambi uguali ad $\frac{1}{2} d_1$, congiungendo SE e tirando da R la RV_1 parallela ad SE , si verrà così a staccare sulla verticale del punto medio O di AB il segmento OV_1 che, per triangoli simili OV_1R, CES risulta uguale a

$$\frac{OR \times CE}{CS},$$

e poichè

$$CS = l_1, \quad OR = \frac{1}{2} l_1 + \frac{1}{2} d_1, \quad CE = \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1)}{l_1}$$

perciò risulta

$$OV_1 = \frac{P_1 d_1 (l_1 - d_1)}{l_1} \times \frac{\left(\frac{1}{2} l_1 + \frac{1}{2} d_1\right)}{l_1} = \frac{\Pi_1 l_1^2}{8}$$

Ripetendo la stessa costruzione per ognuno degli altri pesi P_2, P_3, \dots, P_n agenti sulla prima travata, si hanno altrettanti segmenti OV_2, OV_3, \dots, OV_n , la cui somma darà l'ordinata del vertice della parabola sostituita alla superficie S_1 .

Passiamo ora alla costruzione grafica dell'ordinata

$$\frac{\Pi_2 l_2^2}{8} = \frac{D_2}{2l_2}$$

Supponendo dapprima che si tratti d'un solo peso P_1' , si ha

$$D_2 = \frac{P_1' d_1' (l_2 - d_1') (2l_2 - d_1')}{l_2}$$

e quindi

$$\begin{aligned} \frac{\Pi l_2^2}{8} &= \frac{P_1' d_1' (l_2 - d_1') (2l_2 - d_1')}{2l_2^2} \\ &= \frac{P_1' d_1' (l_2 - d_1')}{l_2} \cdot \frac{\frac{1}{2} l_2 - \frac{1}{4} d_1'}{\frac{1}{2} l_2} \end{aligned}$$

Tagliando ora $BC = l_2$, $BD = d_1'$ (fig. 51), e sulla verticale di B, alla scala dei momenti, $BE = P_1' d_1'$, la congiungente CE intercederà sulla verticale del peso P_1' , il segmento DS che, nei triangoli simili CDS, CBE risulta eguale a

$$\frac{P_1' d_1' (l_2 - d_1')}{l_2}$$

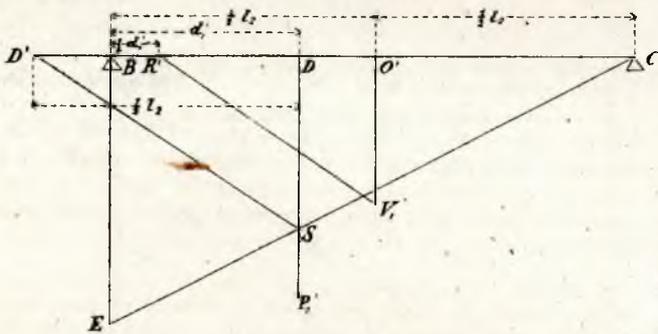


Fig. 51.

Prendendo poi

$$DD' = \frac{1}{2} l_2, \quad BR' = \frac{1}{4} d_1'$$

la parallela alla D'S condotta da R' staccherà dalla verticale condotta pel punto medio O' di BC, il segmento O'V' che, per la similitudine dei triangoli DD'S, O'V'R' risulta uguale a

$$\frac{DS \cdot O'R'}{DD'}; \quad \text{ma} \quad DS = \frac{P_1' d_1' (l_2 - d_1')}{l_2}$$

$$O'R' = \frac{1}{2} l_2 - \frac{1}{4} d_1', \quad DD' = \frac{1}{2} l_2,$$

quindi

$$O_1 V_1 = \frac{P_1' d_1' (l_2 - d_1')}{l_2} \cdot \frac{\frac{1}{2} l_2 - \frac{1}{4} d_1'}{\frac{1}{2} l_2} = \frac{\Pi_1 l_2^2}{8}$$

Ripetendo la stessa costruzione per gli altri pesi P_2', P_3', \dots, P_m' si hanno i segmenti $O'V_2', O'V_3', \dots, O'V_m'$ la cui somma fornisce l'ordinata del vertice della parabola il cui momento, rispetto all'appoggio a destra C della seconda travata, equivale al momento, rispetto allo stesso appoggio, della superficie S_2 .

Qui si osservi che in una trave continua considerando la prima coppia delle due trave l_1 ed l_2 , bisognerà trovare il momento di S_2 rispetto all'appoggio C di destra della seconda travata, mentre nella seconda coppia delle trave l_2 ed l_1 bisogna prendere il momento della stessa S_2 rispetto all'appoggio B di sinistra della seconda travata. Ora questi momenti sono in generale disuguali, a meno che non si tratti di carichi uniformemente ripartiti o di pesi concentrati simmetricamente disposti rispetto al punto medio di ciascuna travata. Da ciò segue che alla stessa superficie S_2 corrisponderanno due diverse parabole dei momenti, una relativa alla prima coppia di trave per le quali si prende il momento di S_2 rispetto all'appoggio C di destra della seconda travata, e l'altra alla seconda coppia di trave per le quali il momento di S_2 si deve prendere rispetto all'appoggio B di sinistra della stessa seconda travata.

6. Occupiamoci ora del problema interamente generale che ha per scopo di determinare una relazione tra i momenti inflettenti su tre appoggi consecutivi d'una trave continua di sezione variabile e comunque sopraccaricata. Supponiamo dunque che essendo conosciute le dimensioni della trave, ed i valori di $\frac{1}{EI}$ essendo determinati per ciascuna sezione, si voglia trovare la relazione tra i tre momenti tenendo conto delle variazioni di $\frac{1}{EI}$.

Dalla (3), supponendo sempre gli appoggi allo stesso livello (fig. 48), si ricava

$$\theta_B = \frac{1}{l_1} \text{mom}_B \frac{\mu_1}{EI}$$

in cui ponendo per μ il valore dato dalla (7), e tenendo conto dei segni negativi dei momenti μ_A, μ_B, μ_C , si ottiene

$$\theta_B = -\frac{1}{l_1} \left(\text{mom}_B \frac{\mu_A}{EI} + \text{mom}_B \frac{\mu_B - \mu_A}{l_1 \cdot EI} \cdot x \right) + \frac{1}{l_1} \text{mom}_B \frac{\mu}{EI} \quad (13)$$

Nel secondo membro di questa equazione i due termini tra parentesi hanno ciascuno un significato semplicissimo. Il primo di essi, cioè

$$\text{mom}_B \frac{\mu_A}{EI},$$

giacchè μ_A è costante, può scriversi

$$\mu_A \cdot \text{mom}_B \frac{1}{EI}$$

ed allora si vede che è uguale al prodotto di μ_A pel momento, rispetto al punto A, della superficie delle $\frac{1}{EI}$; poichè

i valori di $\frac{1}{EI}$ si suppongono conosciuti per tutti i punti della trave, perciò questo momento può essere calcolato o determinato graficamente: indicheremo il suo valore con M_B .

Il secondo termine della parentesi, cioè

$$\text{mom}_B \frac{\mu_B - \mu_A}{l_1 \cdot EI} \cdot x,$$

può scriversi

$$\frac{\mu_B - \mu_A}{l_1} \cdot \text{mom}_B^A \frac{1}{EI} x.$$

Ora l'espressione

$$\text{mom}_B^A \frac{1}{EI} x = \sum_B^A \frac{1}{EI} x dx \cdot x = \sum_B^A \frac{1}{EI} dx \cdot x^2$$

rappresenta il momento d'inerzia della superficie delle $\frac{1}{EI}$ rispetto alla verticale Ay; quindi indicando questo momento d'inerzia con I_B^A , la (13) si muta in

$$\theta_B = -\frac{1}{l_1} \left(\mu_A \cdot M_B^A + \frac{\mu_B - \mu_A}{l_1} \cdot I_B^A \right) + \frac{1}{l_1} \text{mom}_B^A \frac{M}{EI}; \quad (14)$$

in quest'equazione l'ultimo termine

$$\frac{1}{l_1} \text{mom}_B^A \frac{M}{EI}$$

può sempre essere calcolato o determinato graficamente *a priori*.

La (14) si riferisce alla prima travata; operando analogamente sulla seconda travata e rammentando che la rotazione da C' a C avviene in senso contrario della curvatura positiva, si ha

$$-\theta_B = -\frac{1}{l_2} \left(\mu_C \cdot M_B^C + \frac{\mu_B - \mu_C}{l_2} \cdot I_B^C \right) + \frac{1}{l_2} \text{mom}_B^C \frac{M}{EI}; \quad (15)$$

Uguagliando i due valori di θ_B dati dalle (14) e (15) e semplificando si ottiene

$$\begin{aligned} \mu_A \left(\frac{M_B^A}{l_1} - \frac{I_B^A}{l_1^2} \right) + \mu_B \left(\frac{I_B^A}{l_1^2} + \frac{I_B^C}{l_2^2} \right) + \mu_C \left(\frac{M_B^C}{l_2} - \frac{I_B^C}{l_2^2} \right) \\ = \frac{1}{l_1} \text{mom}_B^A \frac{M}{EI} + \frac{1}{l_2} \text{mom}_B^C \frac{M}{EI} \end{aligned} \quad (16)$$

equazione generale che non suppone nulla, nè sulla ripartizione dei carichi, nè sulla disposizione della materia nella trave, e dalla quale si deduce l'equazione (8) ottenuta dianzi.

Può succedere che gli appoggi della trave subiscano alcuni rassettamenti che modifichino i loro livelli; in questo caso le coordinate y_1, y_2 della (3) relativa alla prima travata, e quelle y_3, y_4 della stessa (3) riferita alla seconda travata non sarebbero più nulle, ed allora invece della (16) si otterrebbe:

$$\begin{aligned} \mu_A \left(\frac{M_B^A}{l_1} - \frac{I_B^A}{l_1^2} \right) + \mu_B \left(\frac{I_B^A}{l_1^2} + \frac{I_B^C}{l_2^2} \right) + \mu_C \left(\frac{M_B^C}{l_2} - \frac{I_B^C}{l_2^2} \right) \\ = \frac{1}{l_1} \text{mom}_B^A \frac{M}{EI} + \frac{1}{l_2} \text{mom}_B^C \frac{M}{EI} + \frac{y_1 - y_2}{l_1} + \frac{y_3 - y_4}{l_2}. \end{aligned} \quad (17)$$

Si osservi però che nella (3) le y rappresentano una deformazione, e nella (17) esse dovranno rappresentare soltanto il valore del rassettamento; di modo che se, prima della deformazione, gli appoggi non si trovavano perfettamente a livello, a causa che la fibra media della trave aveva, prima di esser deformata, una forma alquanto differente dalla linea retta, i valori di queste differenze di livello iniziali non dovranno figurare nei valori delle y , e si dovrà quindi considerare la trave come se fosse situata sopra appoggi posti allo stesso livello. Questo caso si verifica del resto raramente in pratica.

Per ciò che riguarda i coefficienti M_B^A ed I_B^A che fanno parte delle (16) e (17), essi sono, come abbiamo già osser-

vato, l'uno il momento e l'altro il momento d'inerzia, presi tra gli stessi limiti, della superficie delle $\frac{1}{EI}$. Ora osserviamo che nella maggior parte delle applicazioni alle costruzioni metalliche, le superficie delle $\frac{1}{EI}$ sono composte da una serie di rettangoli di cui è facile determinare tanto il momento quanto il momento d'inerzia, cioè in questo caso il calcolo di questi coefficienti M ed I sarà facile. Infatti i valori di $\frac{1}{EI}$ sono proporzionali a quelli di $\frac{Rl}{V}$ usati per la distribuzione dei ferri nelle travi, e poichè la superficie corrispondente è in generale composta, come si sa, da una serie di rettangoli, perciò lo stesso avverrà anche per le superficie delle $\frac{1}{EI}$. Inoltre nelle applicazioni si presentano di per loro delle riduzioni di superficie in altre, e ciò diminuisce il numero degli elementi da calcolare riducendolo a 5 o 6 tutto al più.

7. L'equazione di Clapeyron e quelle più generali (8), (16) e (17) che si sono dianzi dimostrate, son tutte e quattro della forma

$$a \cdot \mu_A + b \cdot \mu_B + c \cdot \mu_C = D + \frac{y_A - y_B}{l_1} + \frac{y_C - y_B}{l_2}.$$

Applicando successivamente nei diversi casi, quella di queste quattro relazioni che vi si riferisce, a tutte le coppie di travate d'una trave continua, si otterrà un gruppo d'equazioni contenenti i momenti inflettenti incogniti sugli appoggi al primo grado, a cui aggiunte le due equazioni di condizione $\mu_1 = 0, \mu_{n+1} = 0$, essendo n il numero delle travate, si ha un numero di equazioni sufficiente per determinare tutte le incognite. Nel capitolo seguente facciamo vedere come si può effettuare graficamente questa determinazione.

CAPITOLO SECONDO.

Costruzioni grafiche per determinare i momenti inflettenti sugli appoggi d'una trave continua comunque sopraccaricata.

8. Queste costruzioni grafiche possono distinguersi in due categorie, comprendendo nella prima quelle che si riferiscono soltanto all'equazione di Clapeyron ed all'equazione (8), cioè al caso in cui la trave è di sezione costante e gravata uniformemente o in un modo qualunque, e racchiudendo invece nella seconda categoria quelle costruzioni grafiche che si riferiscono tanto all'equazione di Clapeyron quanto alle equazioni (8), (16) e (17), e che quindi considerano una qualsivoglia ripartizione della materia nella trave ed una qualsivoglia ripartizione del carico. Ci occuperemo innanzi tutto delle costruzioni grafiche della prima categoria.

9. È nota l'osservazione di Collignon che il primo membro dell'equazione di Clapeyron, che è identico al primo membro della (8), rappresenta il doppio della somma dei trapezii che si ottengono tagliando sulle verticali del primo ed ultimo appoggio, di due travate consecutive, due segmenti uguali ai corrispondenti momenti inflettenti; tagliando sulla verticale dell'appoggio intermedio un segmento doppio del relativo momento inflettente, e congiungendo gli estremi dei segmenti così ottenuti.

Da quest'osservazione il Collignon ricavò una costruzione mediante la quale venivano determinati i momenti inflettenti sugli appoggi d'una trave continua uniformemente caricata, quando si conosceva quello relativo al secondo o quello relativo al penultimo appoggio.

La stessa costruzione vale anche per l'equazione (8). Infatti se AB, BC (fig. 52) sono due travate consecutive di lunghezza l_1 ed l_2 , tagliando sulle verticali degli appoggi i segmenti $AD = \mu_A$, $BE = 2\mu_B$, $CF = \mu_C$, la somma delle aree dei due trapezii ADEB, BEFC risulta uguale, per l'osservazione del Collignon, alla metà del primo membro della (8).

Se inoltre sulle verticali dei punti medii G ed I delle due travate tagliamo i segmenti GL, IN rispettivamente uguali a

$$\frac{\Pi_1 l_1^2}{8} + \frac{p_1 l_1^2}{8} \text{ e } \frac{\Pi_2 l_2^2}{8} + \frac{p_2 l_2^2}{8}$$

valori calcolati con le costruzioni indicate nel § 5, la congiungente LN determinerà il trapezio AKOC=AKUB+BUOC la cui area è quindi uguale a

$$GL \cdot AB + IN \cdot BC = \frac{\Pi_1 l_1^3}{8} + \frac{p_1 l_1^3}{8} + \frac{\Pi_2 l_2^3}{8} + \frac{p_2 l_2^3}{8}$$

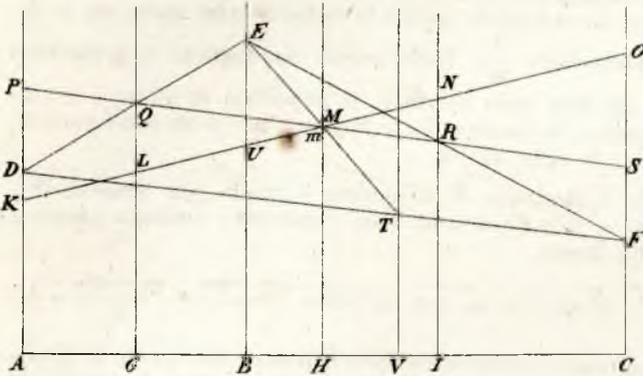


Fig. 52.

L'area di siffatto trapezio è dunque uguale, per ciò che si è detto nei §§ 4 e 5, alla metà del secondo membro della (8), ed in conseguenza uguale alla somma dei due trapezii ADEB, BEFC. Ma tirando la verticale pel punto medio H di AC si ha AKOC=AC×HM; e d'altra parte congiungendo QR, che incontri la HM in m, si ha ADEB+BEFC=APSC=AC×Hm, quindi deve essere AC×HM=AC×Hm, cioè HM=Hm, locchè ci dice che la QR deve tagliare la HM nello stesso punto M in cui questa è tagliata dalla LN. La costruzione di Collignon vale dunque anche per la (8). Al punto M seguiremo a dare il nome di *centro medio* con cui l'indichiamo nella nostra nota di tre anni fa. Da ciò che precede risulta pure che l'ordinata HM del centro medio è eguale a

$$\frac{\Pi_1 l_1^3 + p_1 l_1^3 + \Pi_2 l_2^3 + p_2 l_2^3}{8(l_1 + l_2)}$$

10. Una semplicissima osservazione fatta dal signor Gerolamo Jacuzio, bravo alunno della nostra Scuola per gl'Ingegneri, ha permesso di semplificare la costruzione di Collignon. Infatti congiungendo EM e DF, che s'incontrano in T, nei triangoli simili EQR, EDF risulta EM=MT e quindi, conducendo per T la verticale TV, risulta pure BH=HV. Da ciò segue che se si conoscono i momenti inflettenti μ_A, μ_B , prendendo AD= μ_A , BE= $2\mu_B$, tagliando CV=AB, la congiungente il punto E col centro medio M taglia la verticale condotta per V in un punto T che congiunto con D determina, sulla verticale di C, il segmento CF= μ_C .

Con questa costruzione, osserva il Jacuzio, poichè $\mu_1=0$, assegnando ad arbitrio un valore a μ_2 , si possono determinare tutti gli altri valori μ_3, μ_4, \dots ; però è chiaro che l'ultimo momento inflettente μ_{n+1} , nell'ipotesi che la trave sia di n travate, non risulta in generale nullo come dovrebbe essere, ma viene determinato da un segmento della verticale dell'ultimo appoggio. Assegnando a μ_2 altri valori, si verrebbero ad ottenere due punteggiate sulle verticali di A_2 e di A_{n+1} che sono, come è facile vedere, prospettive, ed allora le congiungenti due punti della A_{n+1} coi loro corrispondenti sulla A_2 determinano col loro incontro il centro di prospettiva, e questo congiunto con A_{n+1} taglia sulla A_2 il momento inflettente μ_2 corrispondente a $\mu_{n+1}=0$, laonde

ripetendo una terza volta la stessa costruzione si hanno tutti i richiesti momenti inflettenti sugli appoggi.

Questa costruzione, benchè interamente grafica, non è però accettabile in pratica, perchè nella maggior parte dei casi le due poligonali di errore su cui è fondata tagliano, sulle verticali degli appoggi, dei segmenti che diventano ben presto così grandi da uscire fuori del foglio di disegno, e ciò obbliga quindi a fare molti tentativi prima di trovare una poligonale conveniente. La detta costruzione è del resto analoga a quella data dall'ing. Fouret tempo fa e che fu poi abbandonata da lui per l'altra di cui daremo ora un cenno.

11. L'ing. Fourelet osservò dunque che nella catena di equazioni di Clapeyron relative alle diverse coppie di travate, facendo $\mu_1=0$ si hanno $n-1$ equazioni tra n incognite, laonde assegnando ad arbitrio un valore ad una di esse, e sia p. e. μ_2 , tutte le altre restano completamente determinate. Tutti i valori delle μ formano sulle verticali degli appoggi corrispondenti delle punteggiate, e poichè si dimostra facilmente che queste punteggiate sono prospettive, perciò si conchiude che le congiungenti gli estremi di due momenti semplici su ciascuna verticale rotano, al variare di μ_2 , intorno ad un punto fisso in ciascuna travata, al quale, nella nostra nota già citata, demmo il nome di *centro semplice*.

Si dimostra allo stesso modo che pure le congiungenti l'estremo d'un momento semplice sulla verticale dell'appoggio di sinistra con l'estremo d'un momento doppio sulla verticale dell'appoggio di destra, e le congiungenti l'estremo d'un momento doppio sulla prima verticale con l'estremo d'un momento semplice sull'altra, rotano rispettivamente intorno ad altri due punti fissi per ciascuna travata, che chiamammo *primo centro summultiplo* l'uno e *centro doppio* l'altro.

Da ciò segue che nel triangolo QER (fig. 52) il lato QE rota, al variare di μ_2 intorno al primo centro summultiplo della travata AB, il lato ER rota intorno al centro doppio della travata BC, ed il lato QR intorno al centro medio M delle due travate; quindi poichè i vertici di questo triangolo si muovono sulle parallele GQ, BE, IR, che possono considerarsi come concorrenti in un punto posto a distanza infinita, perciò i detti tre centri debbono stare per dritto.

Di più se si assegna tal valore a μ_2 da far risultare nullo uno qualunque dei momenti sugli appoggi, e sia p. e. μ_r , allora la congiungente l'appoggio A_r col centro doppio della r^{ma} travata taglierà un segmento uguale al momento semplice corrispondente sulla verticale di A_{r+1} , mentre la congiungente A_r col primo centro summultiplo taglierà un segmento doppio del precedente sulla stessa verticale. Da ciò segue che quest'ultima congiungente taglierà sulla verticale del centro doppio un segmento doppio dell'ordinata di quest'ultimo centro; laonde se si conosce la posizione del centro doppio d'una travata e la verticale del primo centro summultiplo, si otterrà la posizione di quest'ultimo segnando l'intersezione della sua verticale con la congiungente l'appoggio di sinistra con l'estremo del segmento che si ottiene raddoppiando l'ordinata del centro doppio. La costruzione di Fourelet si basa appunto sulle proprietà che ora abbiamo esposte.

12. L'ing. Sacheri dimostrò (*Ingegneria Civile*, fascicolo 8, 1875 e fascicolo 4, 1876) che in ogni travata il centro semplice ed il centro doppio stanno per dritto con l'appoggio di sinistra, mentre lo stesso centro semplice ed il primo centro summultiplo stanno per dritto con l'appoggio di destra, e da queste osservazioni ricavò una costruzione grafica più pregevole di quella del Fourelet.

13. Nella nostra nota pubblicata tre anni fa dimostrammo che la congiungente il centro semplice con l'appoggio di destra divide per metà l'ordinata del centro doppio, e da ciò potemmo dedurre una costruzione che aveva bisogno delle sole verticali dei centri doppi, laddove in quella di Fourelet erano necessarie le verticali dei centri doppi e dei primi centri summultipli, e nell'altra del Sacheri oltre

queste verticali erano necessarie anche quelle dei centri semplici. Alcune tavole numeriche, poste alla fine della nostra nota, permettevano di determinare con molta semplicità tanto i centri medii, quanto le verticali dei centri doppi, nel caso però, che più frequentemente si verifica in pratica, in cui tutte le travate sono uguali tra loro tranne le due estreme che si suppongono pure uguali tra loro, ma differenti dalle altre.

14. Tutte le costruzioni precedenti si riferiscono pure all'equazione (8), ma esse, tranne quella del Jacuzio che però è piuttosto penosa giacchè obbliga a fare molti tentativi, hanno sempre bisogno d'un calcolo preliminare per determinare le verticali dei diversi centri, calcolo che diventa semplicissimo per la sola nostra costruzione ora menovata ed anche pel solo caso più frequente pel quale sono calcolate le tavole. La prima costruzione perfettamente grafica, immune dalla menda di quella del Jacuzio e del tutto indipendente da ogni calcolo preliminare in qualunque caso, è quella data dall'ing. Boubée, e noi vogliamo perciò esporla qui dandone però una dimostrazione molto più semplice di quella indicata dal suo autore.

Siano dunque A_1A_2 , A_3A_4 (fig. 53) le due prime travate d'una trave continua e C_1 il centro medio corrispondente; conducendo la verticale C_1G abbiamo già osservato alla fine del § 9 essere l'ordinata

$$C_1G = \frac{\Pi_1 l_1^3 + p_1 l_1^3 + \Pi_2 l_2^3 + p_2 l_2^3}{8(l_1 + l_2)}$$

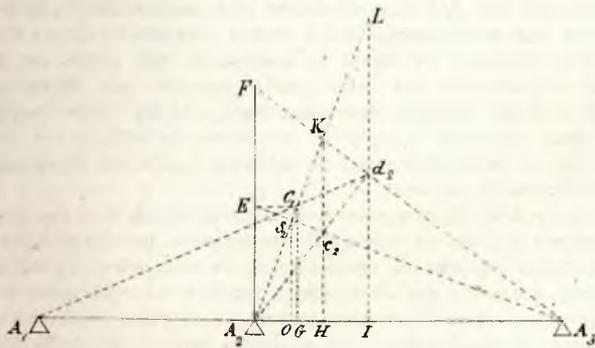


Fig. 53.

Ora se supponiamo dato tale valore a μ_2 da far risultare $\mu_3=0$, e tagliamo sulla verticale A_3F del secondo appoggio il segmento A_3E eguale al detto valore di μ_2 , avremo che l'equazione (10) per la trasformazione del § 5 ci dà, nella ipotesi di $\mu_A = \mu_1 = 0$, $\mu_C = \mu_3 = 0$:

$$A_3E = \frac{\Pi_1 l_1^3 + p_1 l_1^3 + \Pi_2 l_2^3 + p_2 l_2^3}{8(l_1 + l_2)}$$

risulta dunque $A_3E = C_1G$. Osservando allora che la congiungente A_3E deve passare tanto pel centro semplice c_2 che pel primo centro summultiplo s_2 della seconda travata, perchè A_3 si può considerare tanto come l'estremo d'un momento semplice che come quello d'un momento doppio, ed osservando ancora che raddoppiando A_3E in F la FA_3 deve passare pel centro doppio d_2 , si ricava da ciò che precede la seguente semplicissima costruzione dei tre centri della seconda travata; si proietti il centro medio C_1 delle due prime travate nel punto E sulla verticale di A_2 , si raddoppi A_3E in F e si tirino le A_3E , A_3F ; la congiungente A_3C_1 taglierà la A_3F nel centro doppio d_2 , e la retta A_2d_2 taglierà la A_3E nel centro semplice c_2 ; finalmente raddoppiando in L l'ordinata Id_2 di d_2 e tirando la A_2L , questa intersecherà la A_3E nel centro summultiplo s_2 ; quest'ultimo punto si ottiene più facilmente dall'intersezione di A_3E con la congiungente di A_2 col punto K in cui la A_3F è incontrata dalla verticale di c_2 .

Andiamo ora a vedere come coi tre centri d'una travata qualunque si possano ricavare i tre centri della travata seguente.

Siano dunque c_r , d_r , s_r (fig. 54) i tre centri della travata r^{ma} , C_r il centro medio delle travate r^{ma} ed $(r+1)^{ma}$. Supponiamo che μ_r abbia ricevuto tal valore da far risultare $\mu_{r+2}=0$; consideriamo allora la $(r+1)^{ma}$ travata come prima, l' r^{ma} come seconda, la $(r-1)^{ma}$ come terza, ecc., ecc., e con la costruzione sopra indicata segniamo i centri doppio e semplice della travata r^{ma} allorchè si considera come seconda. Proiettiamo a tale scopo C_r in B sulla verticale di A_{r+1} , raddoppiamo $A_{r+1}B$ in E e congiungiamo A_rB , A_rE ; la A_rE sarà tagliata dalla $A_{r+2}C_r$ nel centro doppio d'_r e la A_rB nel centro semplice c'_r dalla $A_{r+1}d'_r$; ai punti d'_r , c'_r daremo il nome di centri corrispondenti ai centri principali d_r , c_r .

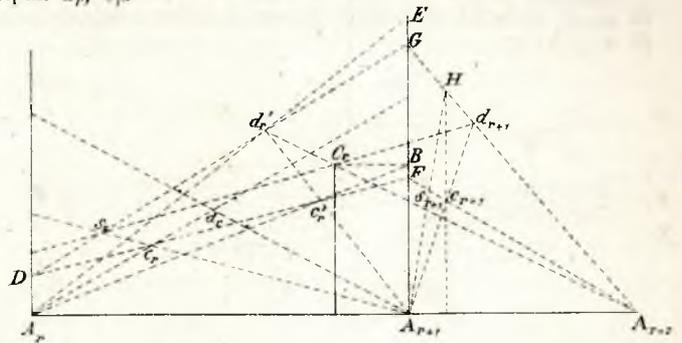


Fig. 54.

Ciò posto, osserviamo che avendo assegnato tal valore a μ_2 da far risultare $\mu_{r+2}=0$, tutti i valori di $\mu_3, \mu_4, \dots, \mu_r, \mu_{r+1}$ sono perfettamente determinati, e gli stessi valori si sarebbero ottenuti dalle equazioni di Clapeyron o dalla catena delle equazioni analoghe alla (8), se in esse avessimo fatto $\mu_1=0, \mu_{r+2}=0$. Da ciò segue che se sulle verticali di A_r ed A_{r+1} si tagliano due segmenti uguali rispettivamente ai valori di μ_r e μ_{r+1} , corrispondenti a tale ipotesi, la congiungente i loro estremi deve passare tanto per c_r quanto per c'_r ; laonde se si congiungono questi due punti la retta così ottenuta taglia sulle verticali di A_r ed A_{r+1} i segmenti A_rD , $A_{r+1}F$ uguali ai momenti in parola. Se si raddoppia allora $A_{r+1}F$ in G e si tirano le $A_{r+2}F$, $A_{r+2}G$, sulla prima di queste rette dovrà giacere il centro semplice c_{r+1} , e sulla seconda il centro doppio d_{r+1} della $(r+1)^{ma}$ travata; ma quest'ultimo punto deve pure giacere sulla s_rC_r , quindi esso resta allora pienamente determinato. Il centro c_{r+1} si troverà poi nell'incontro di $A_{r+1}d_{r+1}$ con $A_{r+2}F$, ed il primo centro summultiplo s_{r+1} nell'intersezione di quest'ultima retta con la congiungente il punto A_{r+1} con l'incontro H di $A_{r+2}G$ con la verticale che passa per c_{r+1} .

I centri principali e corrispondenti d'una travata valgono dunque a farci determinare i centri principali della travata seguente, e poichè abbiamo già indicato il modo di segnare i centri principali della seconda travata ed i centri corrispondenti d'una travata qualunque, perciò la costruzione precedente ci permetterà di segnare i centri principali della terza travata; questi ultimi poi, coi relativi centri corrispondenti, permetteranno di segnare i centri principali della quarta travata e così via fino all'ultima; la poligonale che parte da A_{n+1} ed i cui lati passano pei centri semplici d'ogni travata, taglia sulle verticali degli appoggi i richiesti momenti inflettenti.

15. Il Jacuzio, oltre la costruzione di cui abbiamo fatto cenno nel § 10, ne dette poco dopo un'altra basata sullo stesso principio, ma molto più semplice.

Secondo la sua osservazione (§ 10) se A, B, C (fig. 52) sono tre appoggi consecutivi, tagliando sulla verticale di A il segmento AD arbitrario rappresentante un momento semplice μ_A , su quella di B il segmento BE rappresentante un momento doppio $2\mu_B$, congiungendo E col centro medio M e prolungando di altrettanto in T la EM , il punto T congiunto con D determina sulla verticale di C il segmento CF che rappresenta il segmento μ_C corrispondente a μ_A e μ_B . Variando μ_A e μ_B si è pure osservato che il punto T si muove sulla verticale VT che taglia $HV=BII$ e quindi $CV=AB$.

e quindi può essere anche scritto come segue

$$\left(\frac{\Pi_1 l_1^2}{8} + \frac{p_1 l_1^2}{8}\right) \cdot 2l_1 + \left(\frac{\Pi_2 l_2^2}{8} + \frac{p_2 l_2^2}{8}\right) \cdot 2l_2.$$

Ora abbiamo già indicato in che modo si possano costruire i valori di

$$\frac{\Pi_1 l_1^2}{8}, \quad \frac{\Pi_2 l_2^2}{8}$$

e poichè d'altra parte il valore di $\frac{p_1 l_1^2}{8}$ si ottiene facilmente prendendo $AB=l_1$, $BC=1$ (fig. 57), conducendo CD , AE perpendicolari ad AB , tagliando $CF=\frac{1}{8}p_1 l_1$, alla scala dei momenti, perchè allora AE risulta uguale ad $\frac{1}{8}p_1 l_1^2$; perciò le due parentesi nella precedente espressione si possono sempre determinare graficamente, ed indicandone con h_1 ed h_2 i valori, la detta espressione si muta in $h_1 \cdot 2l_1 + h_2 \cdot 2l_2$. Il primo termine di quest'ultima espressione si ottiene allora immediatamente tagliando $CD=2h_1$ e congiungendo BD , perchè si ottiene così $AG=2h_1 l_1$; in modo analogo si costruisce $h_2 \cdot 2l_2$, ed in tal guisa si ricava quindi graficamente il valore del secondo membro della (8).

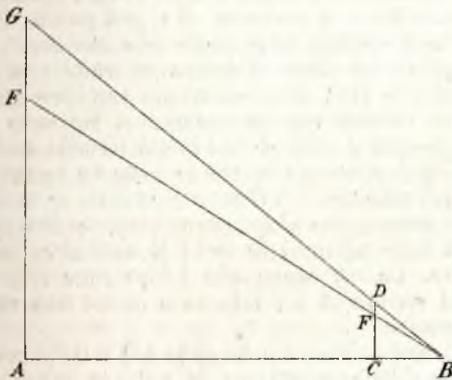


Fig. 57.

Per calcolare poi il secondo membro della (16) bisogna prima descrivere un contorno poligonale o curvo avente per ordinate i diversi valori di $\frac{M}{EI}$, e ciò si ottiene facilmente con la statica grafica; indi si deve calcolare, mediante il planimetro polare, l'area della superficie S determinata dal precedente contorno, dalla travata e dalle verticali degli appoggi; e finalmente bisogna segnare anche graficamente la posizione del centro di gravità di questa superficie S . Quest'ultimo punto si può ottenere rapidamente e con sufficiente approssimazione pratica, tagliando su d'un cartoncino grosso una sagoma uguale ad S , sospendendo successivamente questa sagoma in due differenti suoi punti ad uno stesso filo e segnando ciascuna volta col lapis sul cartoncino la direzione del filo; il centro di gravità è dato dall'intersezione delle due rette così segnate. Si può allora misurare la distanza λ di questo centro di gravità dall'appoggio di sinistra della travata, e se quindi sulla verticale di quest'appoggio si taglia un segmento che, alla scala dei momenti, rappresenti $S \cdot \lambda$, congiungendo l'estremo di questo segmento con l'appoggio di destra, l'ordinata di questa retta, che dista per l'unità dal detto appoggio di destra, ci dà il primo termine del secondo membro della (16); il secondo termine si calcola in modo analogo.

In quanto al secondo membro della (17) la sua costruzione grafica è evidente dopo ciò che precede.

18. Ciò posto, supponiamo di avere una trave continua situata su sei appoggi. Consideriamo dapprima il caso delle

equazioni di Clapeyron e quello della (8) e delle sue analoghe; avremo il sistema di equazioni

$$a \mu_2 + b \mu_3 = P_1, \quad b \mu_2 + c \mu_3 + d \mu_4 = P_2,$$

$$d \mu_3 + e \mu_4 + f \mu_5 = P_3, \quad f \mu_4 + g \mu_5 = P_4, \quad (18)$$

in cui

$$a=2(l_1+l_2), \quad b=l_2, \quad c=2(l_2+l_3), \quad d=l_3,$$

$$e=2(l_3+l_4), \quad f=l_4, \quad g=2(l_4+l_5)$$

ed i valori di P_1, P_2, P_3 e P_4 sono conosciuti e si possono determinare graficamente nel modo ora indicato.

Le (18) possono scriversi nel seguente modo:

$$a \mu_2 + b \mu_3 = P_1, \quad \left(c - \frac{b^2}{a}\right) \mu_3 + d \mu_4 = P_2 - \frac{b}{a} P_1,$$

$$\left(e - \frac{d^2}{c - \frac{b^2}{a}}\right) \mu_4 + f \mu_5 = P_3 - \frac{d}{c - \frac{b^2}{a}} \left(P_2 - \frac{b}{a} P_1\right)$$

$$\left(g - \frac{f^2}{e - \frac{d^2}{c - \frac{b^2}{a}}}\right) \mu_5 = P_4 - \frac{f}{e - \frac{d^2}{c - \frac{b^2}{a}}} \left(P_3 - \frac{d}{c - \frac{b^2}{a}} \left[P_2 - \frac{b}{a} P_1\right]\right)$$

ed anche

$$a \mu_2 + b \mu_3 = P_1, \quad (c - n_1) \mu_3 + d \mu_4 = P_2 - N_1,$$

$$(e - n_2) \mu_4 + f \mu_5 = P_3 - N_2, \quad (g - n_3) \mu_5 = P_4 - N_3, \quad (19)$$

avendo fatto

$$\frac{b^2}{a} = n_1, \quad \frac{d^2}{c - \frac{b^2}{a}} = \frac{d^2}{c - n_1} = n_2,$$

$$\frac{f^2}{e - \frac{d^2}{c - \frac{b^2}{a}}} = \frac{f^2}{e - n_2} = n_3, \quad \frac{b}{a} P_1 = N_1,$$

$$\frac{d}{c - \frac{b^2}{a}} \left(P_2 - \frac{b}{a} P_1\right) = \frac{d}{c - n_1} (P_2 - N_1) = N_2,$$

$$\frac{f}{e - \frac{d^2}{c - \frac{b^2}{a}}} \left(P_3 - \frac{d}{c - \frac{b^2}{a}} \left[P_2 - \frac{b}{a} P_1\right]\right) = \frac{f}{e - n_2} (P_3 - N_2) = N_3.$$

Ciò posto, si portino su d'una orizzontale AH (fig. 58) i segmenti $AB, BC, CD, DE, EF, FG, GH$ rispettivamente uguali ad a, b, c, d, e, f, g , e sulle verticali di C, E, G ed H i segmenti CP_1, EP_2, GP_3, HP_4 uguali a P_1, P_2, P_3 e P_4 . Costruendo il triangolo BCI_1 simile al triangolo ABP_1 si ha il punto I_1 che dista dalla orizzontale AH della quantità N_1 , e dalla verticale CP_1 della quantità n_1 . Tirando poi la orizzontale di I_1 sino al punto D' della verticale di D , e costruendo il triangolo DEI_2 simile al triangolo $I_1 D' P_2$ si ha il punto I_2 che dista dalla orizzontale AH della quantità N_2 e dalla verticale EP_2 della quantità n_2 . Tirando similmente l'orizzontale di I_2 sino al punto F' della verticale di F , e costruendo il triangolo FGI_3 simile al triangolo $I_2 F' P_3$ si ha il punto I_3 che dista dalla orizzontale AH della quantità N_3 e dalla verticale GP_3 della quantità n_3 .

Tirando finalmente $P_3 L_3$ parallela a $P' L_3$ fino al suo punto d'incontro L_3 con la verticale di F , la $P_2 L_2$ parallela alla

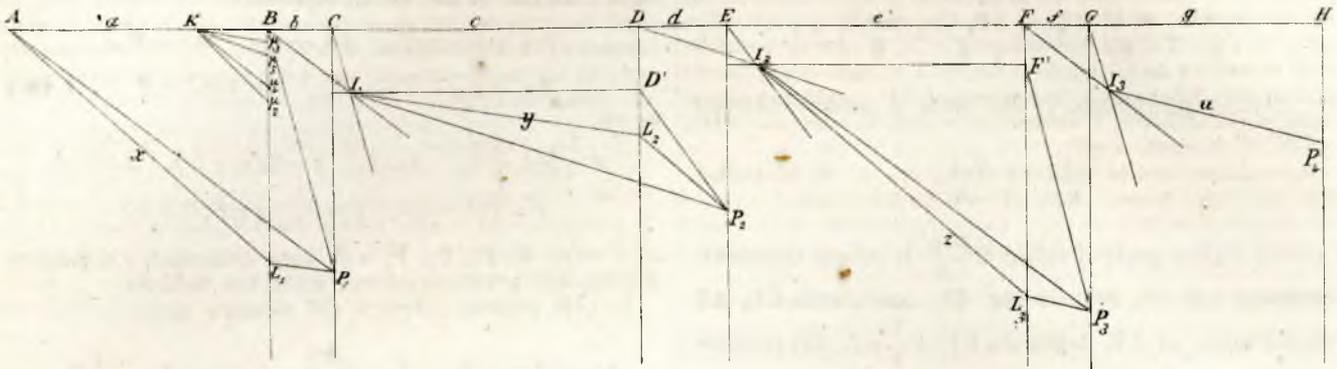


Fig. 58.

$L_3 I_3$ fino al suo incontro L_2 con la verticale di D, e la $P_1 L_1$ parallela alla $L_2 I_2$ fino al suo punto d'incontro L_1 con la verticale di B, è facile vedere che le tangenti trigonometriche degli angoli che le rette $AL_1, I_1 L_2, I_2 L_3, I_3 P_4$ fanno con la orizzontale AH soddisfano le equazioni (19). Quindi se da un punto K che dista di una quantità $BK=1$ da una verticale qualunque, e sia quella di B, si tirano le rette $K\mu_2, K\mu_3, K\mu_4, K\mu_5$ rispettivamente parallele alle direzioni x, y, z, u , i segmenti $B\mu_2, B\mu_3, B\mu_4, B\mu_5$ che queste parallele intercettano sulla verticale di B rappresentano i momenti inflettenti richiesti.

Questa semplicissima costruzione è dovuta all'ingegnere Cunq e fu da lui pubblicata sulle *Annales des Ponts et Chaussées* (1° semestre 1879).

19. Riprendiamo ora le (18) e su d'una orizzontale AE (fig. 59), tagliamo i segmenti AB, BC, CD, DE rispettivamente uguali ad a, c, e, g ; tiriamo le verticali di B, C, D, E, indi centro B e raggio b si descriva un arco di cerchio che tagli l'orizzontale AE in F ed H, e la verticale di B in G; centro C e raggio d si descriva un arco di cerchio che tagli AE in I ed L, la verticale di C in K; centro D e raggio f si descriva un arco di cerchio che tagli AE in M ed O, la verticale di D in N; finalmente sulle verticali di H, L, O ed E si taglino i segmenti HP_1, LP_2, OP_3, EP_4 rispettivamente uguali a P_1, P_2, P_3 e P_4 .

Ciò posto prendiamo ad arbitrio un punto Q sulla verticale di B, congiungiamo AQ, QP_1 ed assegnando a μ_2 per valore la tangente trigonometrica dell'angolo che AQ forma con la AE sarà, in virtù della prima delle (18), μ_3 rap-

presentata dalla tangente trigonometrica dell'angolo che la QP₁ fa con la AE. Conducendo allora FR ed RS parallele rispettivamente ad AQ, QP_1 ; IT, TU parallele ad RS, SP_2 , i momenti inflettenti μ_4 e μ_5 saranno rappresentati, in virtù delle prime tre equazioni delle (18), dalle tangenti trigonometriche degli angoli che con la AE formano le congiungenti SP_1, UP_3 ; quindi conducendo MV e VW parallele a TU, UP_3 , se il valore attribuito ad arbitrio a μ_2 fosse quello conveniente all'intero sistema delle (18), l'ultima retta VW dovrebbe tagliare la verticale di E nel punto P_4 , locchè però, come è chiaro, in generale non avviene.

Ora noi in tal modo abbiamo costruite tante spezzate quante sono le (18), le quali hanno tutte tre lati, tranne la prima e l'ultima che ne hanno due. Variando μ_2 variano anche le spezzate, però il lato RS determina sulle verticali di B e C due punteggiature, che si vede facilmente che sono prospettive; similmente TU determina sulle verticali di C e D due altre punteggiature pure prospettive, e finalmente VW determina sulle verticali di D ed E due altre punteggiature prospettive. Da ciò segue che le tre rette RS, TU, VW rotano, al variare di μ_2 , intorno a centri fissi che si tratta di determinare.

A tale scopo osserviamo che se le AQ e QP_1 stanno per diritto e coincidono quindi con la AP_1 , le due FR, RS saranno pure per diritto e si troveranno su d'una parallela ad AP_1 condotta da F, mentre se le AQ e QP_1 coincidono con AB e BP_1 , le FR ed RS coincideranno con le FB e BP_1 ; il centro c_1 intorno a cui rota la RS si ottiene dunque costruendo il triangolo FBe_1 simile al triangolo ABP_1 . Similmente se le RS ed SP_2 stanno per diritto e

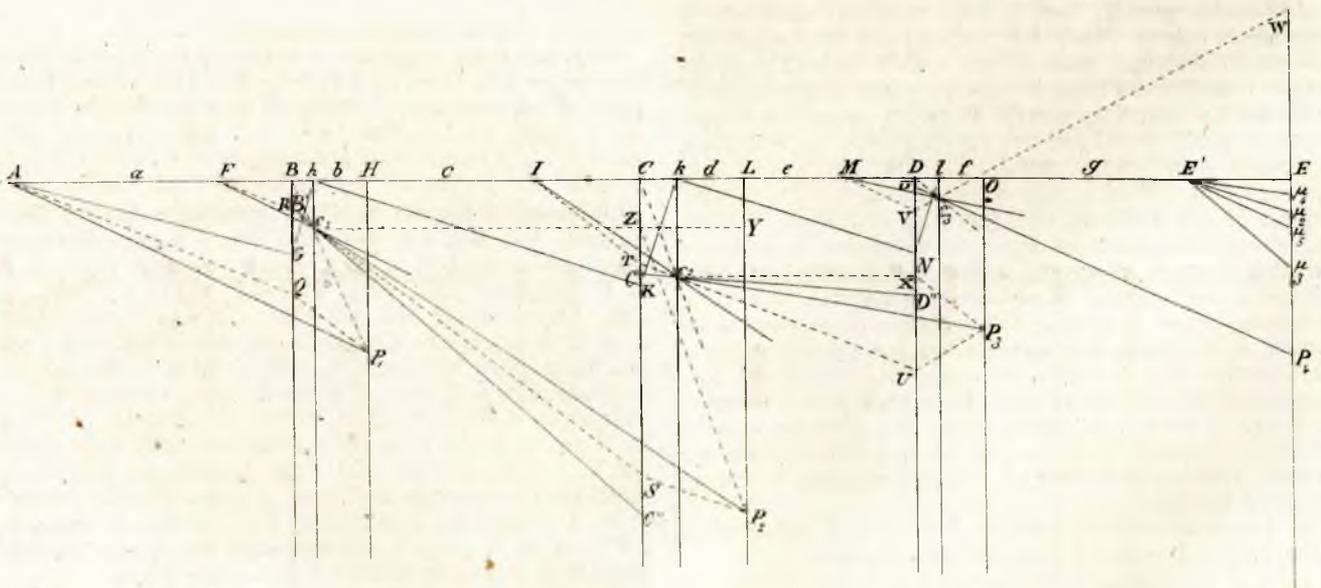


Fig. 59.

coincidono quindi con la c_1P_2 , le IT e TU staranno anche per dritto e giaceranno sulla parallela a c_1P_2 condotta da I; ed ancora se le RS ed SP_2 coincidono con la c_1Z e ZP_2 , le IT e TU coincideranno con IC e con la parallela a ZP_2 condotta da C, laonde il centro c_2 si ottiene costruendo il triangolo ICc_2 simile al triangolo c_1ZP_2 ; analogamente si vede che il centro c_3 si ottiene costruendo il triangolo MDc_3 simile al triangolo c_2XP_3 .

Conduciamo ora le verticali di c_1, c_2, c_3 . Si ha evidentemente dalla figura: $Bh : BH = Bc_1 : BP_1$, ma

$$Bc_1 : BP_1 = BF : BA,$$

dunque $Bh : BH = BF : BA$ donde

$$Bh = \frac{BH \times BF}{BA} = \frac{b^2}{a}.$$

Inoltre $Ck : ZY = Cc_2 : ZP_2$, ma $Cc_2 : ZP_2 = CI : Zc_1$, quindi $Ck : ZY = CI : Zc_1$ da cui

$$Ck = \frac{ZY \times CI}{Zc_1} = \frac{d^2}{Ck}$$

Analogamente si ricava

$$Dl = \frac{f^2}{DK}$$

ed in conseguenza si ha la seguente costruzione:

Su d'una retta indefinita si prendano $AB=a, BC=c, CD=e, DE=g$ e si conducano per B, C, D, E le verticali. Con centro B e raggio b si segnino indi i punti F, G, H; con centro C e raggio d si segnino i punti I, K, L, e con centro D e raggio e si segnino i punti M, N, O. Con una squadra si segnino Gh normale ad AG, Kk normale ad hK, Nl normale a kN e si tirino le verticali di h, H, k, L, l, O . Tagliando $HP_1=P_1, LP_2=P_2, OP_3=P_3, EP_4=P_4$, congiungendo BP_1 e conducendo da I ed M le IC_2 ed Mc_3 rispettivamente parallele a c_1P_2, c_2P_3 si avranno in c_1, c_2, c_3 i centri richiesti. Congiungendo allora c_3P_4 che tagli la verticale di D in D' , tirando c_2D' parallela ad MD' e che tagli CS in C' , c_1C'' parallela ad IC' e che tagli BQ in B' , i valori di μ_2, μ_3, μ_4 e μ_5 sono espressi dalle tangenti trigonometriche degli angoli che fanno con A E le rette $FB', c_1C'', c_2D', c_3P_4$; laonde se da un punto E' posto sulla AE, all'unità di distanza da E, si tirano le parallele a queste rette, i segmenti che tali parallele intercettano sulla EP_4 a partire da E sono i richiesti momenti inflettenti.

Questa costruzione da noi proposta, mentre è semplicissima al pari di quella di Cunq, ha su questa il vantaggio che si segnano in essa le verticali dei diversi centri sin dal primo momento. E poichè queste, come apparisce dalla stessa costruzione, sono del tutto indipendenti dal valore del carico, perciò nelle diverse successive ipotesi di sopraccarico che bisogna fare nel calcolo di qualunque ponte, si ottiene con una sola retta la nuova posizione di ciascun centro, e così la soluzione del problema diventa oltremodo semplice.

20. Il signor Jacuzio aveva osservato che l'ultima retta VW rota, al variare di μ_2 , intorno ad un centro fisso, ed egli determinava questo centro segnando le spezzate corrispondenti a due diversi valori di μ_2 . La costruzione che egli in tal modo otteneva era però alquanto meno semplice di quella di Cunq.

21. La costruzione da noi data al § 19 si riferisce al caso delle equazioni di Clapeyron o alle (18). Nel caso più generale delle equazioni (16) e (17) indicando con P_1, P_2, P_3, P_4 i valori cogniti dei secondi membri tanto delle (17) che delle (18) pel caso d'una trave continua situata su sei appoggi, e con a, b, c, \dots i valori dei coefficienti di queste stesse equazioni, coefficienti che si calcolano nel modo già accennato (6), si ha così il sistema di equazioni:

$$\begin{aligned} a\mu_2 + b\mu_3 &= P_1, & c\mu_2 + d\mu_3 + e\mu_4 &= P_2, \\ f\mu_2 + g\mu_3 + h\mu_4 &= P_3, & k\mu_4 + l\mu_5 &= P_4. \end{aligned} \quad (19)$$

Prendendo allora successivamente su d'una retta indefinita i segmenti AB, BC, CD, LZ (fig. 60) rispettivamente uguali ad a, b, c, d, \dots, l si condurranno le verticali dai punti B, C, D, Z e su quelle che passano per C, F, K, Z si taglieranno i segmenti CP_1, FP_2, KP_3, ZP_4 rispettivamente uguali a P_1, P_2, P_3 e P_4 . Costruendo allora delle spezzate ciascuna di tre lati, come nel § 19, tranne la prima e l'ultima che ne avranno due, si vede facilmente come nel citato paragrafo che, ad eccezione della prima, tutti i secondi lati di queste spezzate rotano, al variare di μ_2 , intorno a centri fissi c_1, c_2, c_3 i quali si possono ottenere evidentemente costruendo il triangolo CDc_1 simile ad ABP_1 , conducendo l'orizzontale c_1O e costruendo il triangolo FGc_2 simile a c_1OP_2 , e così via via.

Ora conducendo le verticali di c_1, c_2, c_3 , dai triangoli simili DMc_1, BCP_1 , si ha $DM : BC = Dc_1 : BP_1$; ma dai triangoli CDc_1, ABP_1 si ricava $Dc_1 : BP_1 = CD : AB$, quindi

$$DM : BC = CD : AB \quad \text{e} \quad DM = \frac{BC \cdot CD}{AB} = \frac{c \cdot b}{a}.$$

Similmente si ha $GN : OQ = Gc_2 : CP_2 = GF : Oc_1$, ed in conseguenza

$$GN = \frac{FG \cdot OQ}{Oc_1} = \frac{f \cdot e}{EM},$$

e finalmente

$$LR = \frac{k \cdot h}{HN}.$$

si ricava così la seguente costruzione:

Su d'una retta indefinita si prenda $AB=a$, indi centro B e raggio b si descriva l'arco di cerchio CT alquanto maggiore di un quadrante; centro un punto qualunque D della AZ e raggio c si descriva l'arco CU pure alquanto maggiore del quadrante (non è necessario che l'arco CU passi proprio per l'estremo del segmento b già tagliato sulla AZ); si tagli $DE=d$ e centro E con raggio e si descriva

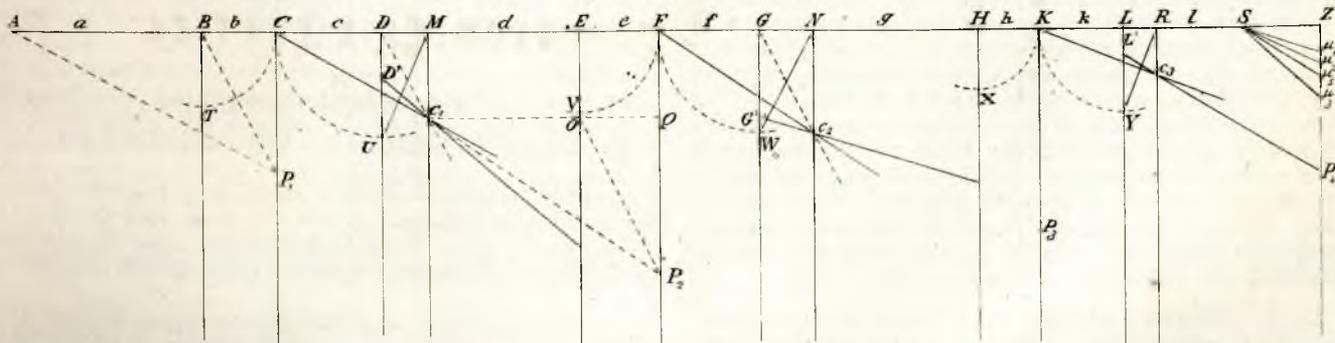


Fig. 60.

l'arco FV. Si prosegue allo stesso modo, ciò che nella figura è indicato chiaramente, e si tirino le verticali dei punti B, C, D, Z. Si segnino poi con una squadra la UM perpendicolare ad AT, WN perpendicolare ad MV, YR perpendicolare ad NX e si avrà così

$$DM = \frac{c \cdot b}{a}, \quad GN = \frac{f \cdot e}{EM}, \quad LR = \frac{k \cdot h}{HN},$$

laonde i centri c_1, c_2, c_3 si troveranno sulle verticali Mc_1, Nc_2, Rc_3 e la loro posizione sarà pienamente determinata conducendo Cc_1 parallela ad AP_1, Fc_2 parallela a c_1P_2, Kc_3 parallela a c_2P_3 , essendo i segmenti CP_1, FP_2, KP_3, ZP_4 rispettivamente uguali a P_1, P_2, P_3 e P_4 . Congiungendo allora c_3P_4 che tagli LY in L' ; tirando da c_2 la parallela a KL' che tagli GW in G' ; e da c_1 la parallela ad FG' che incontri DU in D' ; prendendo $ZS=1$ e conducendo $S\mu_2, S\mu_3, S\mu_4, S\mu_5$ rispettivamente parallele a $CD', D'c_1, G'c_2, c_3P_4$, i segmenti $Z\mu_2, Z\mu_3, Z\mu_4, Z\mu_5$ rappresentano i richiesti momenti inflettenti $\mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5$.

22. Riepilogando, di tutte le costruzioni grafiche indicate nei paragrafi precedenti, quelle che bisogna soltanto ritenere per la loro grande semplicità, ci pare che siano la costruzione che abbiamo proposta nel § 16, e le altre che abbiamo proposte nei §§ 19 e 21. Delle due prime la seconda è indiscutibilmente molto più semplice dell'altra, ma poichè essa richiede, affine di conseguire una conveniente esattezza, una scala molto grande, perciò ci pare che sia da accettarsi anche quella del § 16.

23. La necessità di dover adottare una scala molto piccola per i momenti affinchè la costruzione possa entrare per intero nel foglio di disegno, è causa che i valori che si ottengono dalle costruzioni grafiche per i momenti inflettenti non siano abbastanza esatti, e perciò molti ingegneri non fanno buon viso alle stesse. Però si può con le medesime costruzioni grafiche correggere molto facilmente gli errori commessi. Infatti supponendo che i valori ottenuti graficamente per le μ dalle equazioni (18) siano $\mu'_2, \mu'_3, \mu'_4, \mu'_5$, e siano v_2, v_3, v_4, v_5 gli errori di ognuno di essi; allora si avranno le equazioni di condizione

$$a(\mu'_2 + v_2) + b(\mu'_3 + v_3) = P_1,$$

$$b(\mu'_2 + v_2) + c(\mu'_3 + v_3) + d(\mu'_4 + v_4) = P_2,$$

$$d(\mu'_3 + v_3) + e(\mu'_4 + v_4) + f(\mu'_5 + v_5) = P_3,$$

$$f(\mu'_4 + v_4) + g(\mu'_5 + v_5) = P_4,$$

da cui si ricava

$$av_2 + bv_3 = P_1 - (a\mu'_2 + b\mu'_3) = P'_1,$$

$$bv_2 + cv_3 + dv_4 = P_2 - (b\mu'_2 + c\mu'_3 + d\mu'_4) = P'_2,$$

$$dv_3 + ev_4 + fv_5 = P_3 - (d\mu'_3 + e\mu'_4 + f\mu'_5) = P'_3,$$

$$fv_4 + gv_5 = P_4 - (f\mu'_4 + g\mu'_5) = P'_4.$$

Ora in queste ultime equazioni i secondi membri P'_1, P'_2, P'_3, P'_4 sono pienamente conosciuti, quindi adattando ad esse la medesima costruzione adoperata per le (18) si hanno i valori degli errori v_2, v_3, v_4, v_5 e quindi si ottengono così i valori dei momenti inflettenti con molta approssimazione. Si osservi che per questa nuova costruzione vale una parte della precedente; inoltre poichè i valori di P'_1, P'_2, P'_3, P'_4 sono molto piccoli, si può scegliere per i momenti una scala molto grande che permette allora di ottenere i valori delle v con grande esattezza. Del resto si potrebbe apportare allo stesso modo ai momenti inflettenti anche una seconda correzione, ma questa in pratica riesce in generale inutile. Le stesse considerazioni valgono anche per i momenti inflettenti che soddisfano le equazioni (16) e (17).

24. Le costruzioni grafiche che abbiamo date nei §§ 16, 19 e 21 ci permettono di determinare molto facilmente in ogni caso i momenti inflettenti μ sugli appoggi d'una trave

continua. Allora ciò che abbiamo detto nei §§ 3 e 4 ci permette di determinare anche graficamente il momento inflettente in un punto qualunque di ciascuna travata. Così pel caso di tre pesi P_1, P_2, P_3 agenti su questa, si costruirà il diagramma ACDEB (fig. 61) come è stato indicato nel § 4, e rovesciando su di esso il trapezio $AaBb$, in cui $Aa = \mu_A, Bb = \mu_B$, si avrà sulla parte tratteggiata della figura la superficie che con le sue ordinate ci dà i diversi valori di μ . Le parti Aao, Bbn forniscono momenti inflettenti positivi, e l'altra oDn momenti negativi. Nei punti della travata che sono le proiezioni di o ed n il momento è nullo.

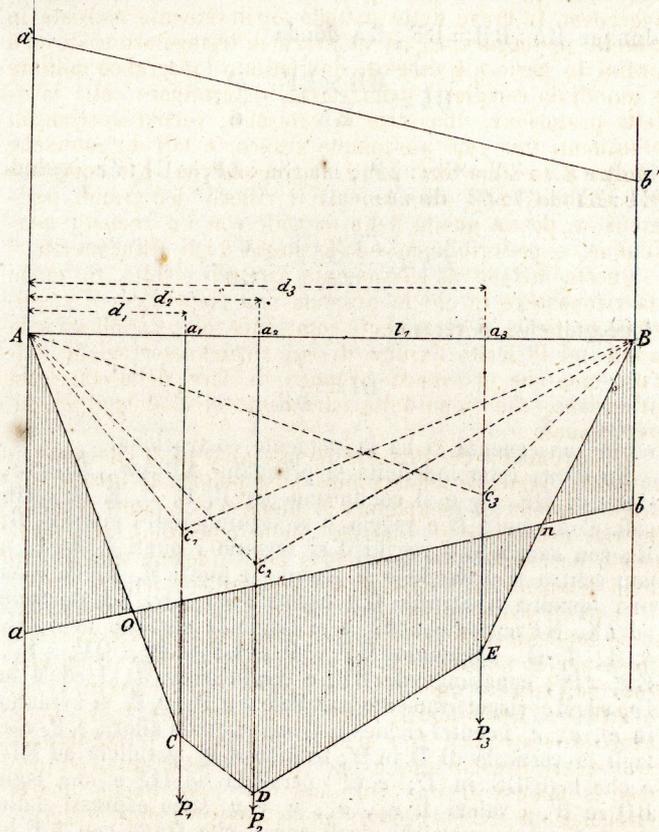


Fig. 61.

Se oltre dei pesi concentrati vi fosse anche un carico uniformemente ripartito, si costruirebbe pure la parte tratteggiata della figura precedente, ma tenendo conto, nel determinare i valori di μ_A e μ_B , del carico uniformemente ripartito; poi si costruirebbe la parabola dei momenti corrispondenti a questo carico e finalmente, per ciascun punto della travata, si sommerebbero le ordinate della figura tratteggiata con quelle della parabola.

Napoli, agosto 1881.

ALFONSO BONOLIS.

GEOMETRIA PRATICA

SUL RILEVAMENTO CATASTALE

E SOPRA UNO SCRITTO AD ESSO RELATIVO (1).

Oggigiorno s'agita in Italia e presto dovrà risolversi, una importantissima questione, quella cioè della formazione, od anche solo del completamento delle mappe catastali, per la perequazione dell'imposta fondiaria; e le provincie del com-

(1) Osservazioni sopra un sistema di perequazione dell'imposta fondiaria, ecc., per A. ISNARDI, Ispettore catastale. — Ingegneria Civile, Torino, febbraio, giugno-luglio, 1881.

partimento modenese, come quelle che più sono danneggiate per l'assoluta mancanza d'un catasto geometrico, saranno le prime nelle quali, per la legge del 4 gennaio 1880, verranno eseguiti i lavori catastali. Questa operazione rende necessario il risolvere uno dei principali problemi di geometria pratica, quale si è quello di determinare il metodo più opportuno per il rilievo dei terreni, affine di formare le mappe ed i registri del catasto.

In due articoli di cotesto periodico il signor Antonio Isnardi, ispettore del catasto, commentando un pregevole lavoro dell'ing. Silvio Ami (1), ha esposto un metodo di rilevamento catastale degno di nota; metodo che con poche modificazioni viene pure propugnato da alcuni altri nostri ingegneri. In breve detto metodo di rilevamento consiste in questo: appoggiandosi ad una serie di triangolazioni di varii ordini in parte già eseguite dall'Istituto topografico militare e quindi da compiersi dallo stesso, determinare colla tavoletta pretoriana, una serie di capisaldi, vertici di triangoli costituenti una rete puramente grafica, e tali da potersene servire a sussidio dei punti trigonometrici, per compiere col metodo degli allineamenti il rilievo dei grandi perimetri, e poscia quello delle parcelle con un metodo qualunque, e preferibilmente collo stesso degli allineamenti.

Questo metodo di rilevamento catastale svolto in modo da riconoscere in chi lo propone una ricca dote di cognizioni pratiche, è certamente commendevole, e su di un solo punto mi fo lecito l'ardire di fare alcune osservazioni; sull'uso cioè che in esso si propone di fare della tavoletta pretoriana, che viene detta strumento al di d'oggi più che perfezionato.

All'istrumento del Pretorio in tale metodo di rilevamento catastale, verrebbe affidata una delle principali operazioni, come è quella di completare il numero dei punti trigonometrici necessari al controllo delle operazioni di rilevamento parcellare, non essendo a ciò sufficienti quelli dati dalle triangolazioni dell'Istituto topografico; poichè i cosiddetti punti planimetrici sono vertici di una vera triangolazione topografica e servono di conseguenza allo stesso scopo finale per la planimetria, di quelli vertici delle triangolazioni dell'Istituto topografico condotte sino ad avere i lati di 2,000 a 2,600 metri, come viene proposto. L'uso della tavoletta vorrebbe fare perchè trattasi di triangolazioni poco estese a corti lati, e per ciascuna delle quali si propone la misura di una base speciale; ma anche queste triangolazioni cadono sempre nella categoria delle triangolazioni topografiche, e come tali sono a ritenersi.

Sembrami che questi punti planimetrici non offrano nelle loro posizioni un sufficiente grado di approssimazione, se nel determinarli si usa un metodo totalmente grafico; e come quindi non sia da usare la tavoletta pretoriana in una operazione così importante; operazione che dovendo servire di controllo ad altre, deve necessariamente presentare un grado di approssimazione molto maggiore di quello a queste relativo, e ciò perchè l'approssimazione che si può avere in un qualunque rilievo di tavoletta dipende principalmente dalla scala con cui lo si eseguisce ed in una tale operazione quella sarà piccola, poichè pure questa non potrà essere che piccola, come lo è la proposta dell'1 a 4,000. E di più un'altra causa che diminuirà il grado di approssimazione relativo alla posizione di tali punti, si avrà nel passaggio con un procedimento naturalmente grafico dalla rete rilevata in detta scala, ad un'altra in quella di 1 a 2,000.

Le triangolazioni grafiche colla tavoletta pretoriana le credo utili, ma nei rilievi di tavoletta, e nella scala in cui debbonsi questi eseguire, chè allora il maggior grado di approssimazione nelle prime lo si ha dalla maggiore lunghezza delle linee che le compongono. Sembrami quindi poter dire che non sarebbe molto grande e non sufficiente il grado di approssimazione relativo ad una tale serie di capisaldi determinati colla tavoletta, e sempre inferiore a quello che può ottenersi nel rilievo dei dettagli con un me-

todo qualunque, che non sia quello della tavoletta fatto in una scala eguale a quella con cui si dovrebbero eseguire dette triangolazioni.

E non mi sembra che al giorno d'oggi la tavoletta pretoriana dia maggiore approssimazione che in passato, perchè sia di molto perfezionata dall'antico tipo che il Marinoni presentava ai comuni lombardi come istrumento catastale, poichè gli errori che le sono relativi non dipendono esclusivamente dal modo con cui ne sono costruite le diverse parti, ma bensì e specialmente dalla natura stessa dell'istrumento, dal graficismo sul quale solamente sono basate tutte le operazioni che con essa vengono eseguite. Fedeltà di graficismo scrisse il Porro, suona come fedeltà di cosa per natura infedele. È perfezionata la costruzione di questo istrumento e per ciò si dispone in istazione con maggiore sollecitudine, anche nei casi più difficili di dover risolvere il problema detto di Pothénot o di Snellius; si dispone orizzontale lo specchio con maggiore approssimazione, e devesi inoltre supporre che tale egli sia e rimanga sempre nel corso di una stazione, cosa del resto molto difficile, poichè si avrebbe qui pure una nuova causa di errori; si eseguono con maggior precisione le collimazioni, ma la natura dell'istrumento non è cambiata, e sempre si determinano graficamente gli angoli ed i lati dei triangoli.

La tavoletta pretoriana a causa d'essere un istrumento assolutamente grafico, non è usata da alcun'altra Nazione nei rilevamenti catastali, ed anzi da alcune è stata assolutamente proibita. Mi basti citare ciò che trovasi scritto a pag. 215 dell'allegato A al progetto di legge sulla perequazione dell'imposta fondiaria del 1874: « Circa i procedimenti » (pel rilevamento) si lascia al perito la maggior latitudine; » ma, col proscrivere i metodi meramente grafici si è implicitamente proscritto l'uso esclusivo della tavoletta pretoriana, che l'esperienza ha condannato siccome uno strumento d'insufficiente esattezza per la formazione delle mappe catastali, ed i cui errori sono più difficili a correggere. Essa infatti non fu ammessa a Ginevra nella formazione di quel pregevole catasto, ed in altri paesi d'Europa si è dovuta parimenti abbandonare ». Se la tavoletta pretoriana è stata proibita dalle altre Nazioni quale strumento da servirsene nei rilevamenti parcellari catastali, a maggior ragione deve bandirsi come istrumento di triangolazione. Se si crede che colla tavoletta non si possano eseguire, con sufficiente approssimazione, i rilevamenti parcellari, come potrà ritenersi che possa questo istrumento servire per un rilievo di controllo a quelli? E che non debba usarsi nei rilevamenti parcellari lo ammette lo stesso signor Ispettore Isnardi che propone per il rilievo dei grandi perimetri il metodo degli allineamenti, e per quello delle parcelle anche un metodo qualunque. Propone per il rilievo delle grandi linee perimetrali il metodo degli allineamenti, certamente perchè suscettibile di maggiore approssimazione in confronto a quello della tavoletta; ma il grado di approssimazione ed i buoni risultati offerti nel rilievo catastale da questo metodo, mi sembra dipendano essenzialmente dalla esattezza con cui sono determinati i capisaldi, e se questi lo sono graficamente, dipenderà da una operazione grafica e non lo si potrà più dire un metodo puramente numerico; dipenderà da quello di un rilievo di tavoletta fatto in scala molto piccola, come sarebbe quella dell'1 : 4000.

La determinazione dei capisaldi necessari a controllare il rilevamento parcellare catastale, non essendo sufficienti quelli che sono vertici delle triangolazioni dell'Istituto Topografico, sembrami che si dovrebbe sempre eseguire con un teodolite topografico, anzichè colla tavoletta, per poter determinare questi punti con un metodo omogeneo a quelli usati dall'Istituto topografico, suscettibile del necessario grado d'approssimazione; per poter sempre in ogni caso determinare numericamente la posizione di quei punti, rendere l'approssimazione che ad essi compete, indipendente dalla scala con cui se ne eseguisce il disegno.

Non so quali vantaggi possa presentare l'uso della tavoletta pretoriana nella determinazione di quei capisaldi, in confronto ad un teodolite topografico, lasciando a parte il diverso grado di approssimazione che compete ai risultati

(1) *La perequazione dell'imposta sui terreni*, ecc., per l'ingegnere S. Ami. — Torino, Roux e Favale, 1879.

che si ottengono con questi due strumenti. Non già una maggiore facilità e comodità di trasporto, di maneggio e di rettifica del primo strumento sul secondo; non già una maggiore sollecitudine nell'eseguire le stazioni colla tavoletta, anziché col teodolite topografico; non già per il fatto di riconoscere sul luogo stesso ove si opera la coincidenza dei punti che si rilevano coi corrispondenti del terreno, poichè ciò a nulla serve per una figura composta semplicemente di una rete di triangoli. Inoltre nelle pianure e specialmente in quelle del Modenese coperte da spessi filari di alberi, non si potrà a meno di fissare molti capisaldi in punti elevati su case o campanili, nei quali riescirà impossibile l'eseguire stazioni di tavoletta, mentre invece sarà facil cosa il collocarvi un teodolite topografico. E la verità di questo fu altre volte riconosciuta: citerò, ad esempio, l'ingegnere Francesco Guelmi che scrisse in una sua memoria sui catasti (1), che le triangolazioni grafiche si potevano far benissimo in terreni accidentati, non già in pianura e perciò propose un metodo speciale per ovviare all'inconveniente che qui presentavasi e da me accennato.

È bensì vero che coll'uso del teodolite si sarebbe costretti ad eseguire alcuni calcoli per la determinazione delle coordinate e si avrebbe quindi una perdita di tempo, non giammai tale però, a mio credere, da doversi per questo preferire metodi grafici.

È quindi a mio credere da bandirsi affatto la tavoletta pretoriana non solo nei rilevamenti parcellari catastali, ma ancora e con più ragione nella determinazione dei capisaldi, sostituendola per questa con un teodolite topografico.

Che se invece di piccole triangolazioni topografiche, con basi speciali, si volessero ottenere i punti sussidiari per rilevamento parcellare, partendo dai lati delle triangolazioni dell'Istituto topografico, ammette lo stesso signor Ispettore Isnardi che più ovvio sarebbe il servirsi di misure angolari, ed è ciò che, non ostante le ragioni addotte in contrario, mi sembrerebbe miglior cosa il fare, poichè altrimenti ben poca utilità si dedurrebbe dalle triangolazioni dell'Istituto topografico fatte proseguire fino ad avere i lati di 2000 a 2600 metri, mentre quelle di 4° ordine, che da esso comunemente si eseguono per iscopo puramente planimetrico e bene spesso a punti staccati, hanno una lunghezza media dei loro lati compresa fra 5 e 15 chilometri (2). E qui si cadrebbe in una questione analoga a quella che fu tanto dibattuta nelle 13 famose sedute del Parlamento Subalpino nella sessione 1853-54 della 5ª Legislatura, e della quale questione non è mio scopo il trattare.

Il metodo di rilevamento catastale proposto dal signor Isnardi, qualora alla tavoletta si sostituisca un teodolite topografico, avrebbe, a mio credere, non pochi punti di contatto con quello propriamente detto degli allineamenti o del Rabbini, e col quale si sono ottenuti risultati abbastanza soddisfacenti nel catasto piemontese, ma mi sembra che avrebbe con questo comune un difetto capitale, quello cioè d'importare un consumo lunghissimo di tempo e quindi una grande spesa. La risoluzione del problema del rilevamento catastale io penso spetti alla celerimensura, come quella che ci fornisce un metodo di rilievo, il quale alla condizione indispensabile di molta approssimazione, unisce quella di una maggiore celerità sopra tutti gli altri metodi, specialmente per il tempo da impiegare nelle operazioni di campagna.

Colla celerimensura il Porro non immaginò un metodo di rilevamento d'una celerità straordinaria, ed anzi la denominazione stessa di celerimensura le ha forse recato danno, come già fu avvertito da altri (3), poichè molti ritengono questo metodo poco approssimato, perchè lo credono troppo celere. La denominazione di celerimensura deve prendersi nel senso, che con un tale metodo di rilevamento si abbrevia

e di molto in confronto agli altri, il tempo da impiegare in campagna, allungando di un poco quello da impiegarsi al tavolo. Riesce evidente il vantaggio che sotto questo rapporto offre la celerimensura in confronto ad un qualunque altro metodo, specialmente in relazione alla spesa. Il tempo da impiegare in campagna viene diminuito primieramente per il modo con cui si misurano le distanze, poi perchè si applica razionalmente il principio della divisione del lavoro, e vengono seguite regole ben determinate, per tutto ciò che riguarda il processo delle operazioni di rilevamento. E nel modo con cui si misurano le distanze sta la differenza sostanziale fra il rilevamento celerimetrico e gli altri della topografia. A parer mio è solo a decidersi se si possa usare la stadia con cannocchiale annalatico nei rilevamenti parcellari catastali; se cioè sia, per questi sufficiente l'approssimazione data da tale strumento nella misura delle distanze. Si deve quindi stabilire un confronto fra la misura delle distanze colla stadia e quella colle canne metriche. In terreni piani e scoperti le misure eseguite colle canne avranno in generale un'approssimazione maggiore di quella che può ottenersi colla stadia a cannocchiale annalatico, poichè il grado d'approssimazione che a quelle compete può ritenersi molto grande e basta perciò osservare i risultati delle 6000 misurazioni del Lorber (1), ma in terreni accidentati e coperti, e specialmente in terreni di montagna, per non perdere una enorme quantità di tempo, non si può colle canne ottenere lo stesso grado di approssimazione del primo caso, e qui esso sarà inferiore a quello che compete alla stadia. Però il grado di approssimazione che si ottiene colla stadia annalatica, sebbene sia alle volte inferiore a quello dato dalle canne, è però sempre sufficiente per i rilevamenti parcellari catastali, poichè le molte esperienze eseguite hanno dimostrato che nelle peggiori ipotesi può ritenersi del 2 al 3 per 1000 e gli scrittori di celerimensura concordano nel dire che può essere maggiore. E questi sono i limiti in cui nei moderni catasti si fissa l'approssimazione dei rilievi parcellari, mentre per gli antichi erano in generale maggiori. Nel progetto, più volte citato per la perequazione fondiaria, del 1874 fu fissata la tolleranza del 2 per 1000 ed una maggiore ne fu accordata per il catasto piemontese del 1855. Mi sembra quindi che possa benissimo usarsi la stadia e quindi la celerimensura nei rilevamenti parcellari catastali, avendo così il vantaggio di avere lo stesso grado di approssimazione in tutti i rilievi, qualunque sia la configurazione del terreno. E l'idea di usare la stadia nei rilievi catastali fu altre volte manifestata, come, ad esempio, nel 1869 (2) dal R. Corpo di Stato Maggiore Generale da cui ne è venuto l'Istituto topografico militare, che propose un metodo di rilevamento catastale colla tavola pretoriana e la stadia.

Per ciò che riguarda i lavori di tavolo non è a credere che siano molto lunghi in un tale metodo di rilevamento, anche se si dovessero compiere nella loro totalità, sebbene lo siano più che in un qualunque altro, poichè vi sono metodi speciali per eseguirli, che rendono minimo il tempo da impiegarsi in ciascuno di essi, riducendoli a semplici operazioni materiali. Ma in questo caso non è necessario di eseguire tutti i calcoli, come in un completo rilievo di celerimensura, e come il Porro lo voleva pretiso.

Per il catasto necessita arrivare in ultimo alla determinazione delle aree delle singole parcelle, ed a ciò ottenere fa d'uopo determinare coi numeri generatori solo le distanze orizzontali, poichè allora queste aree vengono date dalle coordinate polari. In celerimensura dalle polari si passa alle coordinate ortogonali e ciò allo scopo specialmente di eseguire colla maggiore approssimazione possibile la mappa del rilievo, qualora occorra studiare lavori su di essa; ma per il rilevamento catastale non volendosi che le aree delle singole parcelle, e queste essendo date coll'istessa approssimazione tanto dalle coordinate polari, come dalle ortogonali,

(1) Atti del primo congresso degli Ingegneri ed Architetti Italiani di Milano, Memoria dell'ing. F. GUELMÌ.

(2) Progetto di legge per la perequazione dell'imposta fondiaria del 1874 — Allegato D.

(3) La Celerimensura ed il metodo dei minimi quadrati, per il prof. G. B. DADDI. — *Ingegneria Civile*, Torino, marzo 1880.

(1) Sulla esattezza delle misurazioni di lunghezze fatte con aste, ecc., per F. LORBER. — Traduzione dal tedesco dell'ingegnere G. N. IVANCICH. — *Ingegneria Civile*, ecc., 1877.

(2) Atti dell'Associazione geodesica nazionale, seduta 3 giugno 1869. — *Il Politecnico*, giugno 1869.

non è quindi necessario passare da quelle al calcolo di queste. I lavori di tavolo assolutamente necessari ad ottenere gli elementi pel calcolo delle aree si riducono di conseguenza a ben poca cosa, come è quella di calcolare le distanze orizzontali, di moltiplicare una lunghezza pel quadrato di una linea trigonometrica. Ciascuna parcella, e quindi l'assieme delle diverse proprietà, si potrebbe poi disegnare colle coordinate polari, solo per avere una mappa dimostrativa. Qualora poi per altro scopo, che non sia quello del catasto, si volesse una mappa eseguita con tutta la possibile approssimazione e non solo colle quote planimetriche, ma anche con quelle altimetriche, non si avrebbe che a ricorrere ai registri di campagna e completare i lavori di tavolo.

L'utilità che presentano i rilievi catastali ben eseguiti per gli usi comuni degli ingegneri, per lo studio di progetti qualsiasi, è grandissima e da tutti riconosciuta.

L'ing. Ami nel già lodato suo lavoro scrive: « Così è che » alcuni catasti servono specialmente per istudiare i progetti dei lavori pubblici. E non è chi non veda quale utile potrebbe trarne l'Italia, che deve ancora dare un così grande sviluppo al suo sistema stradale. E cita pure il Giulio che parlando del catasto piemontese, disse che doveva servire ancora di primo studio dei progetti di lavori pubblici e privati. Questa utilità diventa ben molto maggiore se oltre alla planimetria dei perimetri parcellari se ne può avere anche l'altimetria. E l'altimetria appunto può aversi colla celerimensura, contemporaneamente alla determinazione delle mappe catastali senza consumare tempo per ottenere le relative quote; solo quando ne venga il bisogno in un dato luogo, si hanno nei registri i dati all'uopo necessari. Questo, prescindendo dalla questione, non ancora risolta, che per la perequazione della imposta fondiaria sia utile e quasi necessaria la determinazione delle quote altimetriche; questione che fu altre volte dibattuta e specialmente nei congressi degli Ingegneri tenuti in Milano e Firenze, nel primo dei quali si concluse per la necessità dell'altimetria e nel secondo in senso contrario. Nel caso di volere alcune quote altimetriche sulle mappe catastali, non si può assolutamente contrapporre alcun altro metodo di rilevamento a quello della celerimensura.

Pel rilevamento catastale fatto colla celerimensura necessitano pure alcuni punti trigonometrici per controllare e compensare le poligonazioni, ed in certe zone non saranno sufficienti quelli dati dalle triangolazioni già fatte, ma si potranno sempre determinare i mancanti cogli istrumenti istessi di celerimensura, che altro non sono che teodoliti topografici, e dai quali si può sempre ottenere l'approssimazione necessaria per tali operazioni.

Secondo il progetto di catasto sviluppato dall'ing. Ami nel già citato suo lavoro, sarebbe necessario procedere dapprima al rilevamento dei perimetri comunali, dei corsi d'acqua, delle intere reti stradali, ecc., e per questo rilievo, proponendo egli di farlo nella scala di 1:5000, vuole implicitamente adottata la tavoletta pretoriana; e vuole pure servirsi di questo istrumento per la determinazione dei capisaldi mancanti. Contro l'uso della tavoletta in queste operazioni, non è che a ripetere il già detto, facendo qui pure osservare quanta poca approssimazione possa aversi in un rilievo di tavoletta fatto in iscala così piccola, e come non possa razionalmente servirsi di esso per controllarne altri od eseguiti collo stesso istrumento ma in iscala maggiore, o con un qualunque altro metodo. Anche in questo caso mi sembra cosa utilissima quella di rendere il rilievo delle grandi linee, su notate, indipendente dalla scala del disegno, e quindi molto opportuno l'uso della celerimensura.

Usando la celerimensura nel rilevamento catastale, si ricaverebbe una grande utilità dalle mappe eseguite dall'Istituto topografico militare, per lo studio delle poligonazioni e per la formazione degli eidotipi.

Si obietta da alcuni che per un rilievo così esteso come quello del catasto, servendosi del metodo della celerimensura, non si avrebbe un personale sufficiente, e questa tema mi sembra infondata, poichè non è molto il personale, dotato di molta istruzione, all'uopo occorrente. Nei rilevamenti catastali eseguiti colla tavoletta pretoriana o col metodo degli allineamenti necessita un numeroso personale egualmente

istruito, poichè ciascun operatore deve compiere i medesimi lavori, ed è necessario dividere il terreno a rilevare in moltissime zone di non grande estensione. Nei rilevamenti di celerimensura a ciascuna squadra viene affidata una zona di terreno molto estesa, e sopra un solo individuo, cioè sull'Ingegnere Direttore, posa il lavoro di concetto, mentre gli altri non hanno che ad eseguire operazioni materiali, come tenuta di registri, letture di stadia e di angoli. Quanta poca istruzione necessiti a tali operatori, ben lo si vide nel rilievo del ducato di Genova, eseguito da soldati del genio piemontese, e che fu qualificato (1) come un inarrivabile monumento dell'arte, sebbene fosse fatto per tutt'altro scopo e quindi diretto con criterii diversi da quello con cui si dovrebbe eseguire un rilievo catastale. I calcoli stessi di celerimensura, mercè i metodi facilissimi usati per eseguirli si riducono ad operazioni materiali. Non mancherà perciò il personale necessario dotato della oppo. tona istruzione, ed anzi mi sembra poter dire che sarà più facile il formarlo per tale metodo di rilevamento, che per un altro qualunque.

Concludendo, sembrami che la celerimensura possa dirsi presentare sugli altri metodi di rilevamento catastale, i seguenti vantaggi:

1° Minore spesa in conseguenza del minor tempo da impiegare in campagna.

2° Esclusione totale del graficismo, avendo tutti i risultati rappresentati con numeri e determinati numericamente.

3° Omogeneità in tutto il rilievo catastale, tanto nei terreni accidentati, come in quelli piani e scoperti.

4° Possibilità di potere sempre dai registri di campagna ottenere oltre alla planimetria anche l'altimetria dei perimetri delle parcella, senza per questo impiegare maggior tempo nel rilievo catastale.

5° Facilità nella formazione del personale necessario, che sarà inoltre meno numeroso.

E di più si possono aggiungere questi altri vantaggi:

6° Grande facilità di riportare sul terreno i confini perduti.

7° Somma facilità di conservazione di un tale catasto, di cambiamenti e frazionamenti delle proprietà.

8° Continui mezzi di controllo delle diverse operazioni.

L'utilità di applicare la celerimensura ai rilevamenti catastali fu pure riconosciuta dal generale Menabrea, che, nella seduta del 7 dicembre 1872 della sotto-Commissione per la compilazione del progetto di legge relativo alla perequazione del tributo fondiario, espose la convenienza che dai metodi di rilevamento non venisse escluso quello della celerimensura, lo che fu pure riconosciuto dalla intera Commissione, compilatrice del progetto, e venne dichiarato nell'articolo 21 del relativo progetto di legge, già più volte citato.

Potrei citare molti scrittori di geometria pratica e di celerimensura, i quali tutti ammettono la convenienza di usare di questa pei rilevamenti catastali; ad esempio il Moinot (2) scrive che con essa si avrebbe più esattezza e meno spesa; il Werner (3) che s'applica a tutti gli usi di catasti di topografia, ecc.

Ho trattato questo argomento importantissimo, come meglio il potevo cercando di essere breve, e spero che l'importanza della questione sarà riconosciuta e svolta da altri dotati di maggiore esperienza e più profondi in questi studii, e mercè loro si riuscirà ad attuare, con alcune necessarie modificazioni, la grande idea del Porro. L'impiego della celerimensura nei rilevamenti catastali segnerebbe un passo grandissimo della scienza geodetica, e mi sia permesso il far voti perchè di questo a noi ne spetti la gloria.

Modena, 1° settembre 1881.

Ing. FRANCESCO CAVANI.

(1) *Prelezione ad un corso di celerimensura*, del prof. G. B. NOVELLO, Venezia 1867. — *Politecnico*, luglio 1867.

(2) *Levés de plans à la stadia*, par F. MOINOT. Périgueux, 1865.

(3) *Die Tacheometria*, ecc., von C. WERNER. — Wien, 1873.

CINEMATICA APPLICATA

DI ALCUNI SISTEMI ARTICOLATI CINEMATICI
E PARTICOLARMENTE
DI QUELLI A MOVIMENTI RECIPROCI

Nota dell'Ing. PERSONALI FRANCESCO

Professore di Cinematica e Meccanica nella Scuola Professionale di Biella.

1. Il problema della trasformazione del movimento circolare in rettilineo, mediante aste articolate, senza scanalature e pezzi scorrevoli, già risolto solo approssimativamente da Watt col *parallelogramma articolato*, fu per lungo tempo l'oggetto di ricerche da parte di geometri e di costruttori valenti. L'esito nullo avuto dai numerosi e lunghi tentativi fece nascere in molti l'idea della impossibilità di una soluzione geometricamente rigorosa, e matematici insigni tentarono persino di rendere palese tale impossibilità.

Pertanto la necessità di operare questa trasformazione di movimento in modo esatto in molte delle macchine di cui l'industria faceva ognor crescente richiesta, condusse parecchi intelligenti costruttori alla invenzione di meccanismi coi quali è effettuata la trasformazione voluta, non senza però l'uso di guide e pezzi scorrevoli che danno origine ad attriti e sono soggetti a sforzi obliqui. Non è d'uopo accennare alle guide a pattini che vengono applicate anche oggi alle macchine a vapore, macchine soffianti, pompe, ecc., né agli inconvenienti che le accompagnano: esse costituiscono tuttora una classe di meccanismi preferita dai costruttori, i quali però non possono disconoscerne i difetti e l'influenza nociva alla conservazione della intera macchina cui sono applicate.

2. Fra i meccanismi muniti di scanalature e pezzi scorrevoli aventi per oggetto la esatta trasformazione del movimento circolare in rettilineo, ve ne ha alcuno degno di nota. Tale è ad esempio la *guida rettilinea* del sig. Scott Russel, schematicamente rappresentata dalla fig. 62. Le due

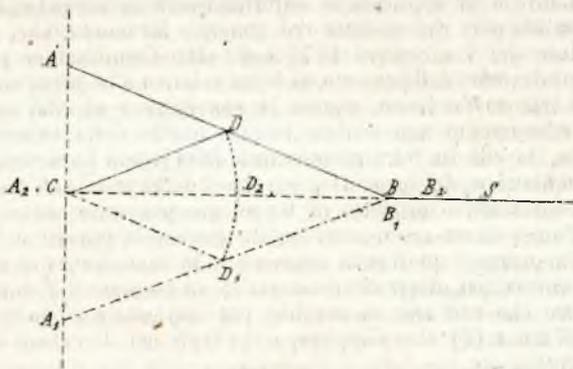


Fig. 62.

aste AB, CD sono collegate a snodo in D ed è: $AD=BD=CD$. L'estremità C della seconda asta funziona da perno fisso; l'estremità B della prima è munita di pattino scorrevole entro apposita scanalatura BS; sicché il punto B muovesi in linea retta, mentre quello D si muove di moto alternativo circolare attorno al centro C. L'estremo A dell'asta maggiore percorre la retta AA₁ perpendicolare alla CS, talché in A può essere articolata l'estremità di un gambo che debba muoversi in linea retta.

È poi manifestato che il punto A percorre la retta AA₁, poiché i tre punti A, B, C sono sempre situati sopra una circonferenza che ha per centro D e per diametro la lunghezza invariabile AB; perciò il triangolo ACB si conserva rettangolo in C qualunque sia la posizione assunta dal sistema.

Le lettere-cogli apici indicano sulla figura le due posizioni estreme e quella media del meccanismo.

3. Altra ingegnosa combinazione cinematica è accennata dal sig. W. H. Uhland, nell'opera testè pubblicata: *Handbuch für der Practischen Maschinen-Constructeur*, Leipzig 1881, sotto il nome di *Bilanciere triangolare*, la di cui costruzione è basata sopra una singolare proprietà del triangolo.

Se di un triangolo ABC (fig. 63) si prolungano due lati AB, AC, segnando così le direzioni AM ed AN e sopra di queste mantenute fisse si fanno scorrere i vertici B e C, il terzo vertice A percorre, muovendosi, una linea retta XAX' la quale forma con una delle direzioni fisse un angolo eguale a quello che nel triangolo dato corrisponde al vertice scorrevole sull'altra direzione fissa; vale a dire forma, ad es., con AN un angolo $\widehat{XAN}=\widehat{ABC}$.

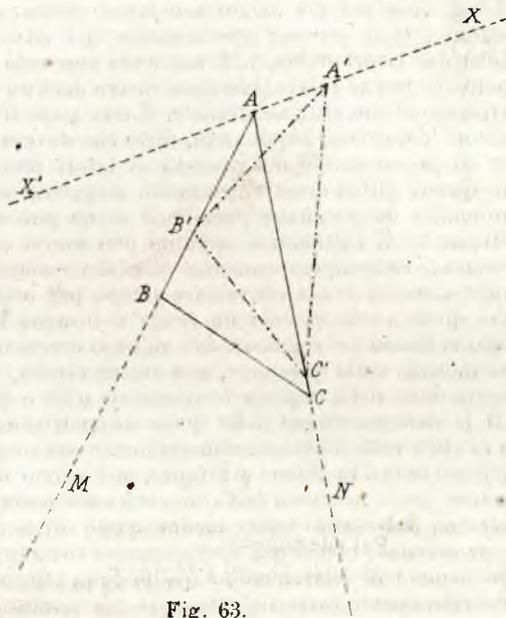


Fig. 63.

Infatti, si consideri il triangolo in una seconda posizione A'B'C'. Poiché i due angoli A ed A' sono eguali ed i loro lati passano per gli stessi punti B' e C', i quattro punti A, A', B', C' sono posti sopra di una stessa circonferenza, ed in uno stesso

segmento di questa sono i due angoli $\widehat{A'AC'}$, $\widehat{A'B'C'}$ che per tal fatto sono uguali fra loro. L'angolo A'AC' è adunque costantemente eguale all'angolo ABC ed il punto A descrive necessariamente la retta XX' tale che

$$\widehat{XAC}=\widehat{ABC}$$

$$\widehat{X'AB}=\widehat{ACB}$$

Supponendo ora che i due lati AB ed AC del triangolo sieno eguali la traiettoria rettilinea del punto A formerà angoli eguali colle due direzioni fisse e sarà perciò perpendicolare alla bisettrice dell'angolo che esse formano.

La fig. 64 rappresenta la disposizione delle varie parti del meccanismo nel quale la parte ABC avente la forma di un T dicesi il *bilanciere triangolare*. G e G' sono due guide entro le quali scorrono i pattini p e p' collegati con perno alle estremità B e C del bilanciere, l'estremo A del quale si muove sulla direzione XX' perpendicolare alla bisettrice AS dell'angolo formato dalle direzioni fisse AM ed AN.

4. La presenza delle guide a pattini nei meccanismi ora esaminati non può a meno di originare inconvenienti paragonabili, negli effetti almeno, a quelli che, nel parallelogramma articolato di Watt, provengono dalla discordanza fra le traiettorie delle due estremità dell'asta che vuolsi guidare (stantuffo e punto d'attacco dell'asta alla briglia del parallelogramma). Questa discordanza, per quanto piccola sia, induce necessariamente delle flessioni, degli attriti e la

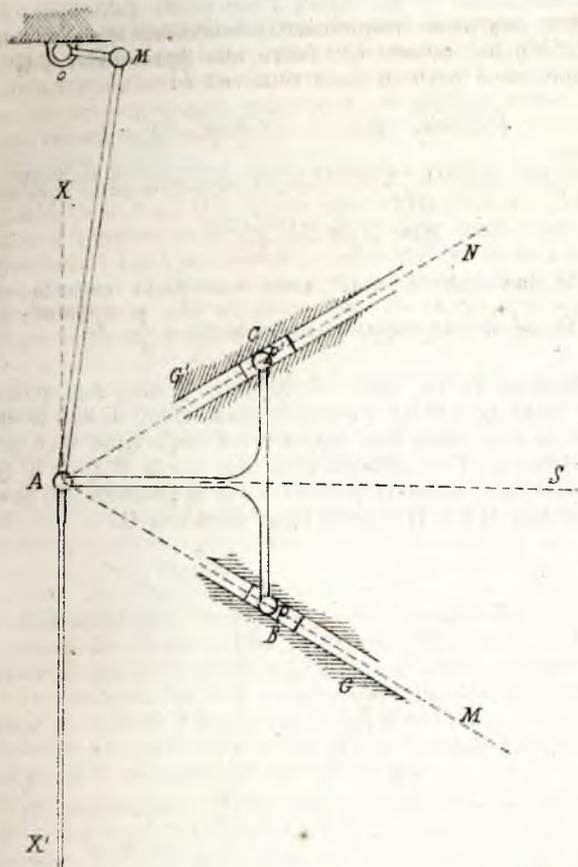


Fig. 64.

misura ineguale delle parti, inconvenienti tutti da evitarsi con ogni cura.

Gli è per tali motivi che i meccanici non ristettero dalla ricerca di nuove soluzioni dell'importante problema cinematico, mediante sistemi articolati, poichè con questi soltanto è possibile una trasformazione di movimento senza urti e senza attriti considerevoli. I sistemi articolati danno luogo a spostamenti *continui* grazie alla possibilità di sopprimere qualsiasi giuoco nelle articolazioni; non danno luogo ad irregolarità nè a *tempi perduti*, ed infine non richiedono che piccolissimi sforzi per essere posti in movimento. Per queste stesse proprietà i sistemi articolati vengono con vantaggio applicati alla costruzione degli strumenti di precisione.

Il problema che il sommo Watt aveva invano tentato di risolvere con rigore geometrico, esercitò per lungo tempo ancora la sagacità di uomini insigni e le ricerche fatte su tale oggetto contribuirono non poco allo sviluppo considerevole che in questa seconda metà del secolo nostro acquistarono la cinematica e la geometria: basti citare i lavori del Sarrus, del Bour, di Resal, di Steiner, di Sylvester, di Tchébicheff e di altri uomini eminenti.

Lo stesso Tchébicheff che già arrecato avea importantissimi miglioramenti al parallelogramma di Watt, dopo aver tentato a lungo la soluzione dell'arduo problema cinematico, concepì il sospetto dell'impossibilità di tale soluzione.

Eravi infatti di che supporre tale impossibilità visto che a nulla avevano approdato sin allora i di lui proprii sforzi come quelli di tanti insigni matematici. Senonchè, mentre l'illustre scienziato s'adoperava inutilmente a rendere palese la insolubilità dell'interessante problema, il signor Peaucellier, distinto ufficiale del Genio militare francese, pubblicava nelle *Nouvelles Annales de mathématiques* (1) una Nota sopra una quistione di geometria del compasso, ove dimostrava in qual modo poteva ottenersi la cercata trasformazione di movimento, mediante un sistema di 7 aste ar-

ticolate. La bella scoperta rimase, pare incredibile, per qualche anno ignorata anche da molti scienziati della Francia stessa; sicchè la soluzione dell'ormai famoso problema continuava ad essere tentata da matematici francesi e di altre nazioni.

Qualche tempo dopo la pubblicazione del sig. Peaucellier, il sig. M. Lipkin, studente dell'Università di Pietroburgo ed allievo dell'illustre Tchébicheff, trovò esso pure (1871) ignorando i lavori del suo predecessore, la soluzione già data dal Peaucellier, e la di lui scoperta venne pubblicata in Francia come cosa nuova. Il dott. Tchébicheff ottenne dal Governo russo una pensione pel distinto giovane in ricompensa della brillante soluzione di sì arduo problema.

L'importanza somma che si attribuiva a tale soluzione, sia nel campo industriale sia in quello scientifico, fece desiderare agli studiosi una più completa conoscenza della quistione. Apparve chiaro allora il merito e la priorità del sig. Peaucellier e la scienza francese non mancò di rivendicare l'onore di sì bella scoperta al dotto ufficiale. Questi che già aveva fatto parecchie applicazioni del meccanismo inventato (1), ottenne nel 1875 uno dei grandi premi dell'Accademia delle Scienze di Parigi.

Oggidi il nome di Peaucellier è noto a tutto il mondo scientifico ed è tale l'importanza assegnata alla di lui scoperta che uomini eminenti, quale il Sylvester, vollero chiamarlo « benefattore dell'umanità ». Questo insigne matematico racconta in un suo scritto come avendo mostrato all'amico suo William Thomson di Glasgow, altro luminaire della scienza inglese, un rozzo modello del meccanismo, costruito con 7 aste di legno articolate con chiodi, lo udì esclamare: « è questa la più bella cosa che io mi abbia visto al mondo! » Tali apprezzamenti che a tutt'ora paiono esagerati, vanno man mano avvalorandosi nell'animo di chi, studiando più dappresso la quistione e rendendosi ragione del modo d'agire del meccanismo, ne intravede molteplici e possibili applicazioni e scorge quale vasto campo schiuda questa felice invenzione alle investigazioni geometriche. Lo stesso Sylvester (2) riconosce come niuna scoperta possa citarsi che più vasti e più variati orizzonti schiuda all'intelletto del matematico di quella del Peaucellier: « mentre essa prestasi a soddisfare i bisogni della officina, apre adito alle più ardue ed avanzate teorie dell'analisi moderna »: i lavori dell'Abel, del Nieman, del Cayley, dello Steiner, del Gauthier (di Tours), del Reye (3), si rannodano per essa entro un solo e vasto concetto. La strada additata dal Peaucellier venne tosto seguita da altri, sicchè la geometria e la cinematica ebbero ad arricchirci di nuove ed utili conquiste.

Un costruttore, il sig. Perrolaz, di Thonon (Alta Savoia) presentava pochi mesi or sono alla *Société d'encouragement pour l'industrie nationale* (4) un nuovo sistema articolato che raggiunge lo stesso fine di quello del sig. Peaucellier, dal quale, come si scorgerà in appresso, può intendersi derivato, giacchè consta degli stessi organi diversamente raggruppati.

Per riguardo alla applicazione di tali sistemi articolati nelle macchine a vapore, allo scopo di guidare in linea retta lo stelo dello stantuffo, è d'uopo convenire che il parallelogramma di Watt, con o senza le modificazioni introdotte dal Tchébicheff, fornisce una soluzione pratica del problema quantunque non scevra d'inconvenienti. I sistemi articolati che risolvono la quistione con tutto rigore conservano tuttavia un grande interesse dal punto di vista cinematico e geometrico per le altre molte applicazioni di cui sono suscettibili. Con essi si possono ottenere compassi pel tracciamento di archi di circolo aventi raggio considerevole e furono così applicati dal sig. Penrose, architetto della Cat-

(1) Omolografo PEAUCELLIER. Vedi *Mémorial de l'officier du génie*, 1868, n. 18.

(2) Vedi la lezione del sig. Sylvester alla Istituzione Reale della Gran Bretagna, pubblicata nel numero del 21 novembre 1874 della *Revue Scientifique*.

(3) *Geometria sintetica delle sfere e dei loro sistemi lineari*. Milano, 1881. Hoepli.

(4) Fascicolo del 12 marzo 1880.

tedrale di S. Paolo a Londra, per disegnare i contorni circolari delle lastre di zinco destinate alla copertura di una cupola: con un sistema articolato di soli due metri di lunghezza, de-crisse archi di circonferenza del raggio di m. 12. Questo illustre ingegnere fece applicare in Wimbledon il sistema articolato Peaucellier ad una pompa presso della quale avvenne altra di costruzione ordinaria: la prima di tali pompe, mentre non occupa maggior spazio della vicina, fornisce, con egual dispendio di lavoro, un volume d'acqua considerevolmente maggiore.

L'applicazione del sistema articolato Peaucellier può essere utile nel delineamento delle carte stereografiche; con esso e con altri sistemi analoghi si possono ottenere compassi per la descrizione delle curve algebriche e taluni di tali compassi sono suscettibili di una rimarchevole semplicità; e così può ottenersi che il movimento di un pendolo si effettui esattamente secondo una cicloide. Sono ancora applicabili tali meccanismi alle macchine tipografiche, alle macchine pialatrici, ecc.

Lo studio accurato della nuova trasformazione cinematica produsse buoni frutti: nel 1874 un geometra inglese, il signor Hart, pubblicava nel *Messenger of mathematics* di Londra la descrizione di un nuovo meccanismo, fondato sullo stesso principio geometrico su cui è basata la costruzione di quello del Peaucellier e che ha sopra quest'ultimo alcuni rimarchevoli vantaggi. Due mesi più tardi, il signor Kempe, membro della *Istituzione Reale di Londra*, indicava nella medesima rivista un nuovo sistema articolato che differisce affatto dai precedenti e col quale può ottenersi la trasformazione di un movimento circolare completo in rettilineo alternativo di grande ampiezza.

Scopo di questo lavoro si è di rendere note queste ingegnose scoperte, mostrando come esse derivino da un solo principio geometrico, quello dei raggi reciproci, la di cui fecondità apparirà manifesta; di completare la loro teoria nelle parti in cui era deficiente e portare alla conoscenza de' nostri costruttori meccanici questi interessantissimi meccanismi, facilitandone l'intelligente applicazione. A tal fine stimo necessario una breve ed elementare esposizione della teoria dei luoghi geometrici inversi, limitandomi alle definizioni ed ai teoremi più importanti, traendone quelle conseguenze che meglio gioveranno a raggiungere lo scopo prefissomi.

Dei luoghi geometrici inversi.

5. Abbiasi un sistema di punti A, B, C,, s'immaginino congiunti con linee rette ad un altro punto O, e su tali rette si seguino rispettivamente altrettanti punti A', B', C', tali però che:

$$OA \times OA' = OB \times OB' = OC \times OC' = \dots = p$$

essendo *p* una quantità costante positiva o negativa.

Il sistema dei punti A', B', C', dicesi *reciproco* od *inverso* del sistema dei punti A, B, C, e se questi punti formano un luogo geometrico continuo, in allora, quello formato dai punti A', B', C', dicesi il luogo geometrico *reciproco* od *inverso* di quello dei punti A, B, C, Il punto O viene detto l'*origine dell'inversione* e la costante *p*, la *potenza dell'inversione*. Se tale potenza è positiva, i raggi vettori corrispondenti, come OA, OA', sono di egual verso, vale a dire, i punti A ed A' sono da una stessa parte dell'origine O; se la potenza *p* è negativa i raggi vettori corrispondenti sono di verso contrario e due punti inversi uno dell'altro sono situati in parti opposte rispetto all'origine O.

Quanto in appresso, si riferisce più specialmente a' luoghi geometrici piani; si suppone cioè che il sistema dei punti A, B, C, sia in uno stesso piano coll'origine dell'inversione. Se questo sistema è continuo, si avranno due figure nello stesso piano, e delle quali l'una è inversa dell'altra rispetto alla origine O ed alla potenza *p*.

6. **TEOREMA I.** — Due figure G' e G'' inverse di una stessa figura G, aventi una stessa origine d'inversione O e due diverse potenze *p'* e *p''*, sono figure omotetiche.

Dimostrazione. — Sia infatti P un punto della figura G e P', P'', due punti inversi corrispondenti ed appartenenti l'uno alla figura inversa G', l'altro alla figura inversa G''. Tali punti sono posti in linea retta, ed è:

$$OP \times OP' = p' \quad OP \times OP'' = p''$$

Dividendo membro a membro queste eguaglianze si ottiene:

$$\frac{OP'}{OP''} = \frac{p'}{p''} = \text{costante}$$

Onde le due figure G' e G'' sono omotetiche rispetto al punto O, ed il loro rapporto di omotetia è $\frac{p'}{p''}$.

7. **TEOREMA II.** (fig. 65). — Se P e Q sono due punti di una linea G, e P', Q' i punti corrispondenti di una linea G' inversa alla prima per rapporto ad un'origine O e ad una potenza *p*, le lunghezze delle due corde P'Q' e PQ stanno fra loro, come la potenza *p* sta al prodotto dei due raggi vettori OP e OQ della linea primitiva G.

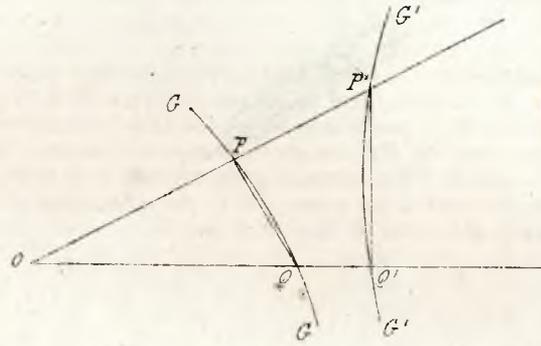


Fig. 65.

Dimostrazione. — Si ha infatti:

$$OP \times OP' = OQ \times OQ' = p,$$

da cui:

$$OP : OQ :: OQ' : OP';$$

vale a dire le due rette PQ, P'Q' sono antiparallele rispetto all'angolo POQ, e i due triangoli POQ, P'OQ' sono simili. Si ha perciò:

$$\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{OQ'}{OP}$$

Moltiplicando ambo i termini del secondo rapporto per OQ, ottiene:

$$\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{p}{OP \times OQ}, \text{ C. D. D.}$$

8. **TEOREMA III.** — La figura inversa di una linea retta è una linea retta od una circonferenza, a seconda che l'origine dell'inversione è posta sulla retta stessa o fuori di essa.

Dimostrazione. — La prima parte della proposizione è evidente: la linea inversa sarebbe la retta stessa. Si consideri adunque una linea retta AB e si assuma per origine della inversione un punto O posto fuori della retta (fig. 66 e 67). Si conducano dal punto O due rette OP, OQ, la prima perpendicolare e la seconda obliqua alla retta, e sopra tali rette si seguino i punti P' e Q' inversi di quelli P e Q. Le rette PQ, P'Q' sono antiparallele (Teorema II) nell'angolo POQ: per cui l'angolo OQ'P' è retto al pari dell'angolo OPQ ed il luogo geometrico del punto Q' è la circonferenza che ha per diametro OP.

* È facile dimostrare che la figura omotetica di una circonferenza è un'altra circonferenza e che i raggi hanno un rapporto eguale a quello di omotetia.

9. **TEOREMA IV.** — La linea inversa di una circonferenza passante per l'origine dell'inversione è una retta perpendicolare al diametro che passa per l'origine (fig. 66 e 67).

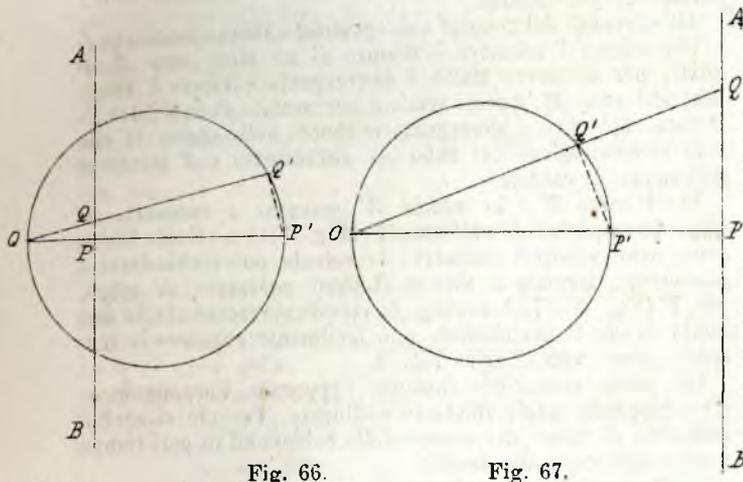


Fig. 66.

Fig. 67.

Dimostrazione. — Sia infatti P l'inverso del punto P' estremo del diametro che passa per l'origine O, e Q l'inverso di un altro punto qualunque Q' della circonferenza.

Le due rette PQ, P'Q' sono antiparallele nell'angolo P'OQ'; onde l'angolo OPQ è retto al pari dell'angolo OQ'P', ed il luogo geometrico del punto Q è la perpendicolare al diametro OP nel punto P di esso diametro.

10. *Definizione.* — Se per un punto P si conduce una retta che tagli una circonferenza in due punti A e B, il prodotto PA × PB delle distanze del punto alle due intersezioni è una quantità costante q (1) che dicesi la *potenza del punto P rispetto alla circonferenza considerata* (2).

La potenza di un punto esterno ad una circonferenza, rispetto alla circonferenza stessa, è uguale al quadrato della tangente condotta dal punto alla circonferenza. Si consideri ora un punto P esterno ad una circonferenza, e si dica l la distanza del punto al centro e d R il raggio di questa. La potenza q del punto è evidentemente:

$$q = (l+R)(l-R) = l^2 - R^2.$$

Se il punto P è interno alla circonferenza, il prodotto dei due segmenti determinati sopra una corda passante per esso è una quantità costante q eguale, salvo il segno, al quadrato della metà di quella corda che è perpendicolare al diametro che passa per esso punto. Indicando sempre con l la distanza del punto P al centro e con R il raggio della circonferenza, essendo in tal caso i due segmenti di verso opposto, la potenza del punto P è:

$$q = -(R-l)(R+l) = -(R^2 - l^2) = l^2 - R^2.$$

Si conchiude adunque che:

La potenza di un punto rispetto ad una circonferenza è sempre eguale in grandezza ed in segno alla differenza fra il quadrato della distanza del punto al centro della circonferenza ed il quadrato del raggio.

11. **TEOREMA V.** — La figura inversa di una circonferenza, se l'origine è posta fuori di essa, è pure una circonferenza (fig. 68).

Dimostrazione. — Sieno infatti O e G l'origine e la circonferenza data e p' la potenza dell'inversione. Si indichi con p la potenza del punto O rispetto alla circonferenza G. La figura inversa della circonferenza G per rapporto all'origine O ed alla potenza p è evidentemente la circonferenza G stessa, giacchè ogni punto P di essa ha per inverso il punto P' ove il raggio vettore OP incontra nuovamente la circonferenza, e ciò per esser:

$$OP \times OP' = p.$$

(1) Teorema noto di geometria.

(2) STEINER, *Journal de Crelle*, t. I.

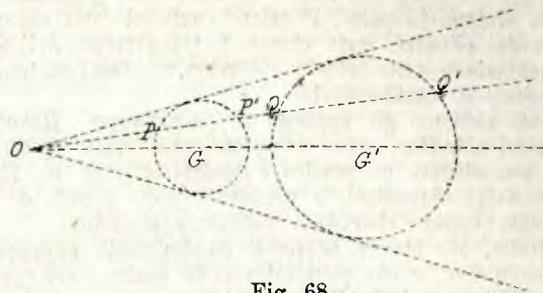


Fig. 68.

Ora, la figura inversa della circonferenza G per rapporto all'origine O ed alla potenza p' è una figura omotetica della circonferenza G (Teorema I), per cui essa è pure una circonferenza; il centro di omotetia è O ed il rapporto di omotetia è $\frac{p'}{p}$: i centri sono punti omotetici ed i raggi delle due circonferenze hanno fra di loro un rapporto eguale a quello di omotetia.

Detti R ed R' i raggi, si ha adunque:

$$\frac{OG'}{OG} = \frac{p'}{p} = \pm \frac{R'}{R}$$

Se le potenze p' e p sono di egual segno l'omotetia è diretta ed il rapporto $\frac{R'}{R}$ è positivo; se le potenze p' e p sono di segno contrario, l'omotetia è inversa ed il rapporto $\frac{R'}{R}$ è negativo.

Per essere p la potenza del punto O rispetto alla circonferenza G, si ha:

$$p = OG^2 - R^2;$$

onde:

$$OG' = OG \frac{p'}{OG^2 - R^2}$$

e così:

$$\pm \frac{R'}{R} = R \frac{p'}{OG^2 - R^2} \quad *$$

(Continua).

ESPOSIZIONE INDUSTRIALE DI MILANO

INIEITTORE-CONDENSATORE PER LOCOMOTIVE

Sistema dell'Ing. G. MAZZA

(Vedi la tavola XII).

Descrizione e risultati sperimentali.

Nelle locomotive ordinarie, come si sa, il vapore, dopo aver lavorato nei cilindri, viene condotto da appositi tubi nel camino, d'onde si scarica nell'atmosfera, attivando ad un tempo la corrente d'aria dal focolaio attraverso i tubi bollitori, onde facilitare la combustione.

Questo vapore, uscendo dai cilindri ha ancora una tensione che può giungere ad 1 atm. 20 ed 1 atm. 50, con una temperatura corrispondente di 105° a 112° centigradi.

* Il metodo di trasformazione per raggi reciproci è ampiamente sviluppato in una memoria del signor Lionville nel *Journal des mathématiques*, 1^e série, t. XII. — Vedi pure l'opera del Dott. T. Reye, più sopra citata.

Fin dai primi tempi in cui furono messe in servizio le locomotive si pensò da molti, se non fosse possibile utilizzare, almeno in parte, il calore contenuto nel vapore di scarica dai cilindri, onde elevare la temperatura dell'acqua d'alimentazione della caldaia e diminuire conseguentemente il consumo di combustibile.

Quindi abbiamo gli apparati di *Kirchweger*, *Rohrbeck*, *Ehrhardt*, *Günther*, ecc., ecc., ma quasi tutti questi sistemi non diedero in pratica i risultati che se ne ripromettevano gli inventori, e vennero a poco a poco od abbandonati, oppure ristretti a limitate applicazioni.

In Italia, ove manca affatto il combustibile appropriato alle locomotive, e che quindi devesi far venire a caro prezzo dall'Inghilterra e dalla Francia, doveasi con maggior attenzione studiare il problema inquantochè ogni benchè minima economia ottenuta nel combustibile consumato ordinariamente dalle locomotive, convertesi in una somma considerevole, se la si riferisce al ragguardevole numero di macchine che trovansi sulle strade ferrate italiane.

In questo periodico si è già fatta la descrizione di un ingegnossimo apparato proposto dal signor cav. O. Chiazzari, ingegnere ispettore principale del servizio del Materiale nelle S. F. A. I. (Vedi *Ingegneria*, gennaio 1878). Tale congegno, dall'autore denominato *Pompa-Iniettore*, ebbe l'onore di una medaglia d'oro all'Esposizione Internazionale di Parigi nel 1878 e l'egregio inventore ebbe la soddisfazione di vedere la sua opera apprezzata ed impiegata nei principali paesi d'Europa.

Un altro ingegnere Italiano il cav. G. Mazza, ora ingegnere capo del Materiale e Trazione nelle *Ferro Carriles de Asturias, Galicia y Leon* in Spagna, si occupò già da parecchi anni d'l modo con cui potesse utilizzarsi una parte del vapore di scarica dalla locomotiva, per riscaldar l'acqua d'alimentazione. Egli pensò dapprima che per risolvere il problema conveniva riscaldar preventivamente l'acqua nel tender, come già proponeva il Kirchweger, e per render possibile l'aspirazione dell'acqua molto calda applicò un iniettore appositamente studiato.

Ma il sistema presentava alcune difficoltà nella soluzione pratica inquantochè era necessario far sulla locomotiva e sul tender nuovi e costosi lavori, condizioni queste che, per sè sole, bastavano a dissuadere le Amministrazioni ferroviarie dall'estendere su larga scala le prove del nuovo sistema.

In allora il Mazza pensò di riscaldar l'acqua non preventivamente nel tender, ma bensì nell'iniettore stesso al momento in cui la si immette in caldaia. Costruì quindi un apposito iniettore ed è di esso che daremo ora la descrizione.

Come vedesi nella Tav. XII l'iniettore consta di un cono *V* (Fig. 4 e 7) convergente e che comunica colla presa di vapor vivo della caldaia.

Questo cono è circondato da uno spazio *PP* che denomineremo *camera di condensazione* ed in cui fa capo il tubo *S* (Fig. 2 e 4) che comunica col tubo di scarica dai cilindri. Al principio del tubo *S* vi ha una valvola *K* la quale ha per ufficio d'impedire all'acqua esistente nella camera di condensazione, la discesa nel tubo *S*, quando il robinetto *R* è aperto. Questo robinetto serve ad intercettare od aprire il passaggio del vapore di scarica dal tubo *S* nell'iniettore.

All'estremità della camera di condensazione, il cono *V* è circondato da tre altri piccoli coni pur convergenti, *a*, *a'* ed *a''* segnati a parte nella Fig. 2. Questi coni hanno lo stesso asse e lasciano fra loro un sottil spazio anulare per cui deve passare il vapore di scarica dalla camera *PP*.

Il primo cono *a* è fisso alla camera di condensazione di cui forma l'estremità. Nello spazio circostante al cono *a* fa capo il tubo *s* (Fig. 7) che mena l'acqua dal tender all'iniettore.

Il cono *V* penetra, colla sua estremità acuminata, in altro cono *M*, il quale è composto di due superficie coniche, ognuna delle quali ha un diverso angolo d'inclinazione nella generatrice. La prima parte del cono riceve l'estremità del cono *V* e dei tre piccoli coni *a*, *a'* ed *a''* (Fig. 1).

Tutto il cono *M*, per mezzo di apposito eccentrico, segnato a parte nella Fig. 5, può essere avvicinato od allontanato dall'estremità del cono *V*.

L'eccentrico è messo in moto dall'asta *E* che trovasi alla portata del macchinista.

All'estremità del cono *M* sono praticate alcune fenditure *f*. Per ultimo l'iniettore è munito di un altro cono *N*, il quale, per un breve tratto è convergente e riceve l'estremità del cono *M*; questo tratto è pur munito di fenditura *f'*. Il resto del cono è divergente e sbocca nello spazio *W* che è in comunicazione col tubo di rifluimento o d'iniezione dell'acqua in caldaia.

Fra il cono *M* e lo spazio *W* trovansi i robinetti di sfogo (*trop-plein*) di cui uno, *T* (Fig. 4) è a valvola libera come negli iniettori ordinari; la valvola può inchiodarsi a piacimento, girando la vite *m*. L'altro robinetto di sfogo, poi, *T'* (Fig. 6 e 7) è munito di valvola sovraccaricata da una molla di cui il macchinista può facilmente regolar la tensione, come vedesi nella Fig. 6.

Ciò posto, ecco come funziona l'apparato. Facciamolo agire dapprima quale iniettore ordinario. Per ciò si apre il robinetto di presa del vapore della caldaia ed in pari tempo quello dell'acqua del tender.

L'afflusso dell'acqua si regola avvicinando od allontanando il cono *M* al piccolo cono *a* dei tre che abbiamo visto trovarsi all'estremità del cono *V*.

Da esperienze fatte risulta che, messo in azione l'iniettore, quando l'iniezione in caldaia era di 9 atmosfere effettive, esso continuò a funzionare anche quando la pressione discese a 5 atmosfere, senza aver bisogno di toccar l'eccentrico *E*. Per cui nelle circostanze ordinarie, regolata una volta la distanza fra il cono mobile *M* e quello fisso *a*, per mettere in azione l'iniettore non altro devesi fare che aprire i robinetti dell'acqua e del vapore.

Non adoperando il vapore di scarica, si hanno nell'apparato le seguenti fasi.

Il vapore uscendo dal cono centrale *V* si incontra coll'acqua e la trascina seco, mescolandovisi, attraverso il cono *M* e di lì nella caldaia. Negli iniettori ordinari, la temperatura del miscuglio non raggiunge che raramente i 60° centigradi; in quest'iniettore essa può esser anche di 65°, senza che perciò l'apparato stenti o cessi dal funzionare.

A ciò contribuisce il robinetto di sfogo (*trop-plein*) *T'*, con valvola sovraccaricata, perchè chiudendo il robinetto di sfogo *T* e regolando la tensione della molla sulla valvola del robinetto *T'*, l'apparato può funzionare anche quando la temperatura ascenda a 100° centigradi.

La disposizione data all'iniettore, e che permette all'acqua di penetrare nell'apparato sotto forma di anello fluido, è molto favorevole onde agevolare il regolare funzionamento dell'iniettore; la direzione dei fili fluidi non subisce sensibile variazione al cambiar la sezione libera fra il cono *a* ed il cono *M*, per cui le velocità che essi hanno vengono a sommarsi con quella del getto di vapore. Sarà quindi anche minore la quantità di vapore occorrente per far funzionare l'apparato.

Le fenditure *f* ed *f'* sono necessarie per poter alimentar con acqua calda. Infatti in questo caso il getto centrale di vapore non è condensato completamente e conserva una certa tensione che tende a far divergere il getto, all'uscita del cono *M*. Ciò è evitato colle fenditure *f* che permettono uno sfogo al vapore e con quelle *f'* che impediscono un ingorgo all'entrata del cono *N*.

Fin qui si parlò del modo con cui funziona l'apparato quale iniettore ordinario. Vediamo ora come esso agisca se si utilizza il vapore di scarica, ossia se esso funziona quale iniettore condensatore.

Aperti i robinetti dell'acqua dal tender e del vapor buono dalla caldaia, si apre quello che mette l'iniettore in comunicazione col tubo di scarica *S*.

Per effetto del vuoto che il vapore del cono *V*, produce condensandosi, la valvola *K* si solleva ed il vapore di scarica penetra nella camera di condensazione. Passando poi fra gli spazii anulari compresi fra i coni *a*, *a'*, *a''* e *V*, il vapore di scarica si incontra coll'acqua, che sotto forma

di velo liquido, sgorga dallo spazio anulare compreso fra i coni *a* ed *M* e vi si condensa elevandone la temperatura.

Per effetto del vuoto prodotto da questa condensazione succede nuovo richiamo di vapore dal tubo di scarica e di acqua dal tender e ciò con una certa velocità che contribuisce ad aumentare la portata dell'iniettore dal 16 al 18 0/0 su quella che aveasi quando esso funzionava nel modo ordinario, cioè senza profittare del vapor di scarica. L'aumento di portata sugli altri iniettori esistenti valutasi dal 20 al 25 0/0.

L'elevazione di temperatura subita dall'acqua d'alimentazione dà, per sé sola, un risparmio di combustibile dal 5 al 6 0/0. Altro risparmio, benchè lieve, lo si ha nella diminuita contropressione nei cilindri, dovuta all'aspirazione di vapore che succede dall'iniettore.

A maggior schiarimento dei vantaggi che si ottengono col nuovo iniettore riportiamo ora i risultati di esperienze fatte a Parigi dalla Ditta *Flaud et A. Cohendet*, la quale da moltissimi anni occupasi di iniettori di diversi modelli dei quali ha, si può dire, la specialità.

Riassunto delle esperienze sugli iniettori condensatori — Sistema MAZZA.

Numero d'ordine degli iniettori	Pressione del vapore nella caldaia	Temperatura dell'acqua d'alimentazione	Temperatura nel tubo di rifluimento in caldaia			Portata per ogni minuto			Osservazioni
			senza condensazione	con condensazione	differenza	senza condensazione	con condensazione	differenza	
1	1at. 5	13°	—	—	—	—	—	—	L'apparecchio funziona nel modo ordinario. L'apparecchio funziona con condensazione.
	5.	13°	—	—	—	—	—	—	
	5.5	13°	53°	71°	18°	—	—	—	
	5.75	13°	58°	77°	19°	—	—	—	
	6.5	13°	58°	78°	20°	78 litri	93 litri	16.2%	
	6.75	13°	62°	83°	21°	—	—	—	
	7.	13°	55°	76°	21°	—	—	—	
	7.	13°	56°	78°	22°	—	—	—	
2	7.5	13°	65°	86°	21°	78 litri	96 litri	18.8%	L'apparecchio incomincia a funzionare nel modo ordinario. L'apparecchio funziona con condensazione.
	7.5	13°	69°	89°	20°	80 litri	97 litri	16.5%	
	1at. 5	14°	—	—	—	—	—	—	
	5.5	14°	—	—	—	—	—	—	
	6.	14°	58°	78°	20°	—	—	—	
3	7.	14°	54°	75°	21°	—	—	—	L'apparecchio incomincia a funzionare nel modo ordinario. L'apparecchio funziona con condensazione.
	7.25	14°	55°	75°	20°	78 litri	94 litri	17.1%	
	7.5	14°	56°	77°	21°	—	—	—	
	1at. 5	14°	—	—	—	—	—	—	
	5.5	14°	—	—	—	—	—	—	
3	6.	14°	54°	75°	21°	—	—	—	L'apparecchio incomincia a funzionare nel modo ordinario. L'apparecchio funziona con condensazione.
	6.5	14°	53°	74°	21°	79 litri	95 litri	17%	
	7.	14°	58°	78°	20°	—	—	—	
	7.5	14°	56°	76°	20°	81 litri	98 litri	17.2%	
	7.5	14°	56°	76°	20°	—	—	—	

Pressione del vapore nel tubo di scarica 75 m/m di mercurio.

Riassumendo quindi si avrà, che i vantaggi che il nuovo iniettore può dare sono:

Facilità e sicurezza nella messa in moto; *lunga vita*, ossia funzionamento regolare, indipendente, entro certi limiti, dalla pressione del vapore in caldaia.

Possibilità d'alimentar con sicurezza servendosi d'acqua riscaldata fino a 65°.

Facilità d'applicazione alle locomotive.

Alimentazione più debole quando la macchina è in riposo e più abbondante se la macchina lavora.

Diminuzione del getto di vapor vivo dalla caldaia.

Economia del 5 al 6 0/0 sul combustibile per effetto del riscaldamento dell'acqua dovuta alla condensazione del vapore di scarica.

Alimentazione della caldaia con acqua calda e quindi vantaggio nella conservazione della medesima.

Un iniettore di questa specie, che è applicato già in diverse strade ferrate di Spagna, Francia e Germania, figura all'Esposizione Nazionale di Milano su una locomotiva con carrello mobile, costruita nelle officine della S. F. A. I. in Torino, sotto la direzione dell'Ing. Cav. C. Frescot, Capo del servizio del materiale.

Torino, luglio 1881.

S. F.

RISCALDAMENTO E VENTILAZIONE

STUFA VENTILATRICE

del Colonnello del Genio DE BENEDICTIS.

Nell'Ingegneria Civile (Dicembre, 1877), abbiamo dato la descrizione della stufa ventilatrice del De Benedictis.

L'autore avendo di poi arrecato qualche modifica al suo sistema, completiamo le date notizie riproducendo quanto si legge nel *Giornale di Artiglieria e Genio*, parte 2^a, 1881, a proposito di alcune stufe ventilatrici costruite dal signor Giacomo Buscaglione di Torino, e presentate alla *Esposizione Nazionale di Milano*.

« Gioverà richiamare alla memoria del lettore che gli espedienti escogitati per utilizzare meglio, nei caminetti ordinari delle nostre abitazioni, il calorico svolto dal combustibile, ebbero vita da lungo tempo e consistono: 1° nel costruire entro la massa del muro un fornello ad ampia

bocca, il quale rimane però isolato dalla muratura, e ne è separato da un intervallo libero, che è posto in comunicazione con l'aria esterna mercè un condotto praticato sotto il pavimento; 2° nel fare due condotti concentrici nel muro, l'uno di lamiera incastrato sul fornello e percorso dai prodotti della combustione, e l'altro in muratura che avvolge il primo ed è come una continuazione dello spazio libero rimasto fra la muratura e le pareti del fornello. Lo spazio anulare fra i due condotti è percorso dall'aria esterna, che comincia per riscaldarsi nell'intervallo libero che è tra le pareti del fornello e la muratura; indi si eleva a mano a mano lambendo il tubo di lamiera, e poi entra nella camera per un foro che è nell'alto di questa.

« Siffatti caminetti speciali sono descritti dal Pécelet, dal Morin, dal Ferrini (*Tecnologia del calore*, pag. 365), dal Ioly (*Traité pratique du chauffage*, ecc., pag. 125), dal Sacchi (*Le abitazioni*, pag. 589 e seg.) ecc. Il *Manuel Roret du Poëlier-fumiste*, stampato a Parigi più di trenta anni fa, contiene a pag. 274-75, Tav. 10^a, Fig. 295), la descrizione di uno di questi caminetti, che su per giù è

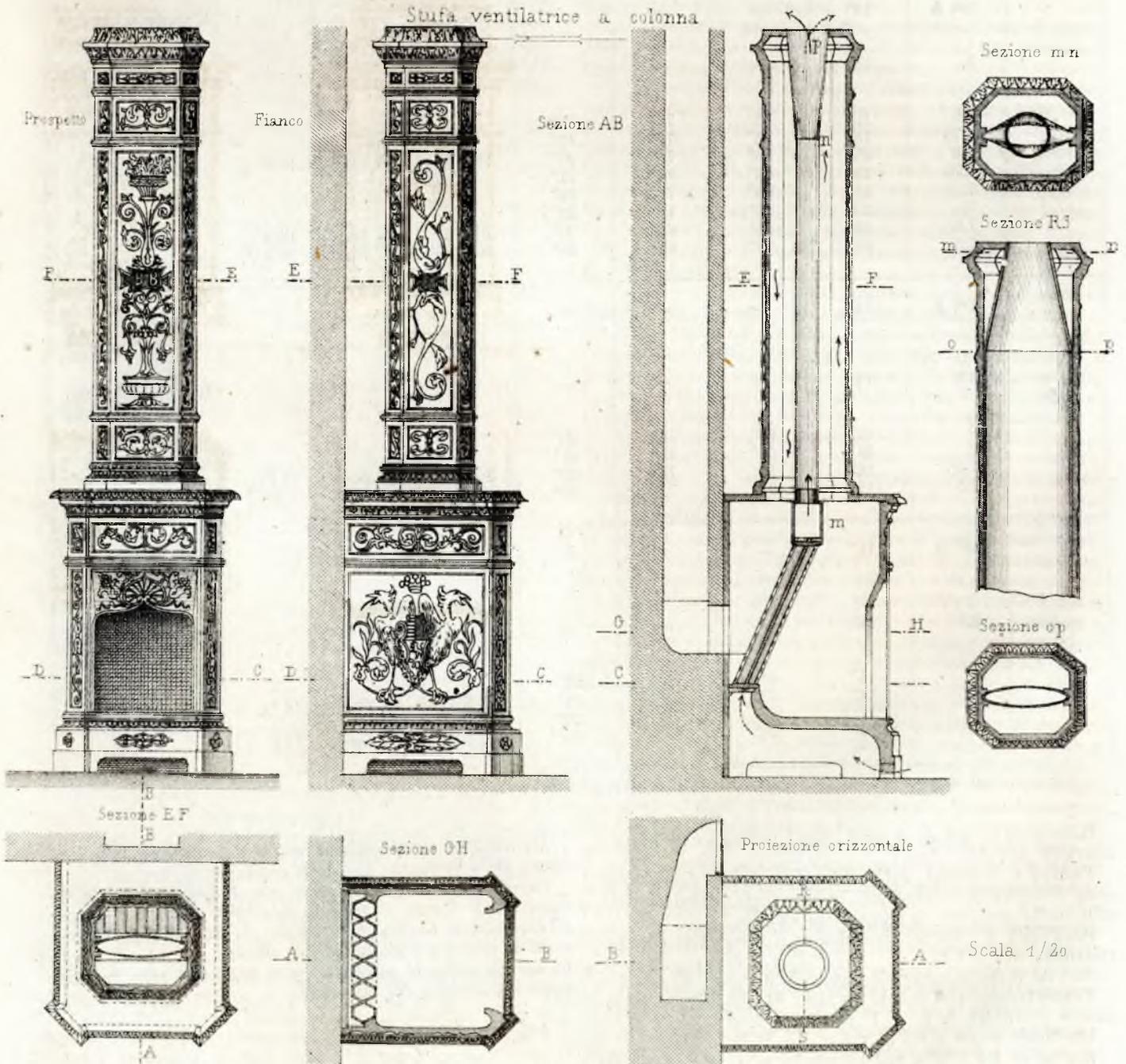


Fig. 69.

quello del sig. Douglas Dalton del genio inglese, riprodotto non ha guari nelle *Annales de la Construction dell'Oppermann* del 1876. Questi caminetti seguano già un progresso rispetto a quelli ordinari, perchè riscaldano di più, annullando quasi le moleste correnti d'aria nell'interno delle camere, e producono un efficace rinnovamento d'aria. Ma disgraziatamente il potere di riscaldamento dei caminetti come quelli del Douglas è tuttavia scarso, avvegnachè i prodotti della combustione vadano via troppo presto e ancora caldissimi nella gola del camino. Oltre di ciò, sia il fornello, sia il tubo di lamiera che accoglie pel primo i prodotti della combustione, essendo sepolti nel muro, non possono irradiar calorico nell'interno della camera, altro che dalla sola bocca del camino. Aggiungasi che la corrente d'aria, che lambisce la superficie esterna del tubo fumifero di lamiera, non può assorbire molto calorico, avendo l'aria, com'è noto, poca capacità termica. Da qui l'idea del caminetto ventilatore che era all'Esposizione di Cassel del 1877, in cui il fumo è obbligato a dividersi tra parecchi condotti verticali nascosti nel muro a guisa delle canne di un organo, il che aumenta la superficie metallica riscaldata, che l'aria esterna è obbligata a lambire. Da ultimo si noti che i descritti espedienti « richiedono molto spazio e delle » gole di camini assai ampie, le quali non sempre possono » essere ricavate nella grossezza dei muri, massime quando » vi sono parecchi camini sovrapposti ».

Lo stesso Pédet dice a pag. 89 del 3° volume della sua opera: « Queste disposizioni, che richiedono che il camino » abbia una sezione molto grande, vogliono inoltre delle » costruzioni accessorie sempre incommode quando si deb- » bono fare *après coup*, ecc. » Di fatto non si può adattare in un locale esistente il caminetto Douglas senza rompere i muri, sia per dare la conveniente ampiezza al condotto interno, sia pel collocamento del tubo fumifero di lamiera, sia per fare l'apertura destinata all'efflusso dell'aria calda.

La stufa ventilatrice del De Benedictis in vece non richiede alcun lavoro preparatorio nell'interno dei locali, e si può porre ovunque esiste una canna da camino. Essa differisce da codesti caminetti ventilatori in quanto che il fornello non è sepolto nei muri ma è indipendente da essi e rimane isolato nei locali, in guisa da irradiar calorico in tutt'i sensi, meno dalla parete verticale posteriore che è aderente o quasi al muro. I prodotti della combustione non si cacciano subito direttamente nella gola del camino ma sono obbligati a salire lungo la metà anteriore dell'interno della colonna (Fig. 69), o di quella specie di armadio che si vede nella Fig. 70, per poi ridiscendere lungo la metà posteriore di queste parti dell'apparecchio. Nel ciò fare il fumo cede una gran parte del suo calorico, sia alle pareti dell'involucro esterno, sia al tubo interno di lamiera a sezione ellittica; il quale tubo rimane completamente avvolto da questa doppia corrente ascendente e discendente. Così l'autore è riuscito ad ottenere un riscaldamento ugualmente salubre ma molto maggiore di quello che può dare il caminetto Douglas; ossia è riuscito a contemperare insieme in uno stesso apparecchio il potere di riscaldare e quello di ventilare.

I due tipi di queste stufe rappresentati nelle figure citate sono adatti sia al caso in cui si debba collocare l'apparecchio innanzi a qualche caminetto ordinario, il quale si voglia chiudere (Fig. 69) sia quando si voglia mettere la stufa proprio aderente al muro (Fig. 70). In entrambi questi casi si può sempre porre il di sotto dell'apparecchio in comunicazione con l'aria esterna, se si vuole; e nel 2° caso, cioè in quello della Fig. 70 si ha il vantaggio che alla sezione trasversale ellittica del tubo interno, pel quale circola l'aria da riscaldarsi, si può dare molta lunghezza, come dimostra la sezione *a b* (Fig. 70), quindi si potrà accrescere la massa d'aria che passa per questo tubo, la quale assorbirà perciò una maggior quantità di calorico.

L'autore ha sostituito alla cassetta prismatica, che prima formava lo schienale de' suoi fornelli, una serie di tubi di ghisa a sezione esagonale, uniti insieme e che mettono capo ad una cassetta *m* (Fig. 69, sezione A B) di ghisa,

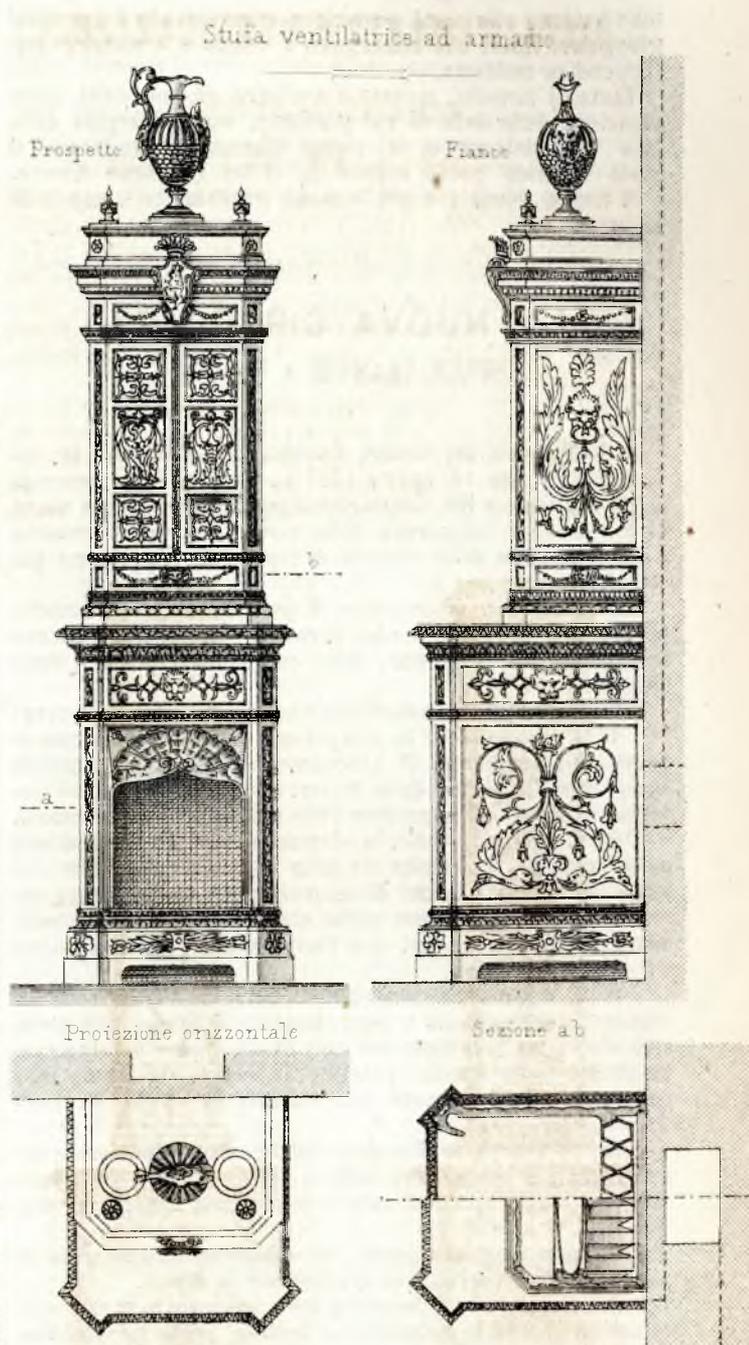


Fig. 70.

sulla quale s'incestra il tubo a sezione ellittica. Così si aumenta di circa $1\frac{1}{2}$ la superficie metallica lambita da una parte dalla fiamma e dalla parte opposta dal fumo, quindi l'aria, che sale pel tubo centrale, si riscalda maggiormente, il che accresce il potere calorifico dell'apparecchio.

L'ampia bocca del fornello permette di veder sempre la fiamma « che pure è così gradita a molti, massime ai maschi, sui quali si direbbe quasi che esercita una speciale » azione vivificante », mentre la larga sezione per il passaggio del fumo, segnatamente nelle stufe ad armadio, assicura un potente rinnovamento dell'aria della camera. Abbassando lo schermo di *finissima rete metallica* unito all'apparecchio, si copre perfettamente l'intera bocca del fornello, e, senza impedire menomamente la vista del fuoco, s'intercettano le faville, e si può mitigare, se si vuole, la chiamata dell'aria sul combustibile.

La sezione R S (Fig. 69) fa vedere l'appendice troncoconica con cui termina il tubo centrale a sezione ellittica. La base superiore di questa appendice è circolare; il che permette al fumo di passare dalla metà anteriore del gran

tubo esterno alla metà posteriore attraversando i due spazi triangolari liberi che rimangono a destra e a sinistra dell'appendice suddetta.

Tanto il fornello, quanto l'involucro esterno della parte superiore delle stufe di cui parliamo, sono di argilla della cave di Castellamonte del signor Giacomo Buscaglione, il quale fabbrica questi apparecchi di tre grandezze diverse, e di forme svariate e più o meno economiche secondo le esigenze.

LA NUOVA CIRCOLARE SULLE TRAMVIE A VAPORE

1. Il Ministro dei Lavori Pubblici on. Baccarini ha indirizzata in data 16 agosto 1881 ai Prefetti, Ingegneri capi del Genio civile e RR. Commissarii per le ferrovie una nuova Circolare sulla osservanza delle norme per la costruzione e per l'esercizio delle tramvie a vapore. Di essa diamo più oltre il testo.

Attese le gravi discrepanze di pareri e le severe critiche ch'essa ha provocato, non parranno inopportune alcune osservazioni in proposito, fatte con animo sereno e spassionato.

Tre sono i punti contemplati dalla circolare. Con essa:

1° È riconosciuta la competenza delle Amministrazioni provinciali e comunali di concedere il suolo delle rispettive strade per l'impianto delle tramvie, ma è riservato al Governo il diritto di concedere l'uso della trazione meccanica.

2° È prescritto che la domanda per l'autorizzazione della trazione meccanica sia fatta al Ministero prima che siano cominciati i lavori di costruzione e d'armamento, affinché il Ministero stesso possa stabilire opportune condizioni per la costruzione, per l'armamento della linea e pel tipo delle macchine.

3° È rigorosamente stabilito che le rotaie debbano rimanere assolutamente e perfettamente a livello del suolo stradale, fatta eccezione del caso in cui stante la sufficiente larghezza della strada, potesse, a giudizio del Ministero, isolarsi la parte riservata alla tramvia da quella per l'ordinario carreggio.

Come si scorge, la Circolare dell'on. Baccarini risolve tre punti gravi e controversi della legislazione sulle tramvie, e ciascuna soluzione dovrà essere considerata separatamente.

2. Quanto al primo punto, la soluzione ad esso data ci pare senz'altro corretta *in pratica* ed *in teoria*.

Praticamente l'on. Baccarini ha continuate e confermate le norme che la giurisprudenza italiana aveva già stabilita in tale materia. È noto come l'on. Spaventa, in allora Ministro dei Lavori Pubblici, dietro impulso del Municipio di Torino, che senza permesso nessuno del Governo aveva nel 1871 concessa la tramvia a cavalli da Piazza Castello alla Barriera di Nizza, e dopo pareri del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici e del Consiglio di Stato, aveva adottato il principio liberale, secondo cui « ogni Amministrazione locale, proprietaria delle strade da percorrere, potesse da sé fare la concessione di tramways ».

Ma fino allora non si trattava in massima che di tramvie *urbane* ed a cavalli. Più tardi e soprattutto tra il 1877-78 le tramvie cominciarono non solo ad uscire dall'abitato della città, ma anche a diffondersi in vasta scala per le campagne e ad adottare la trazione a vapore di cui incontriamo i primi esempi nel maggio-giugno 1878 sulla Milano-Vaprio e sulla Cuneo-San Dalmazzo. In allora il Ministro dei Lavori Pubblici (on. Baccarini) con una nota alla Prefettura della Provincia di Roma in data del 17 luglio 1878 pose prontamente in sodo il principio, secondo cui era riservato al Ministero il diritto di concedere l'uso della trazione a vapore sulle tramvie, senza pregiudizio della concessione del loro impianto che veniva lasciata alle autorità proprietarie delle strade da percorrere. Ambidue codesti principii vennero

l'anno dopo confermati in modo esplicito dalla Circolare sulle norme per la costruzione ed esercizio dei tramways, dell'on. Ministro Mezzanotte in data del 20 giugno 1879. A tali principii si informa pure la presente circolare dell'on. Baccarini, e così speriamo di aver dimostrato quanto sopra si è detto, come essa cioè *in pratica* continui e confermi la nostra giurisprudenza su codesta questione.

3. Ma anche considerata *in astratto* ed *in teoria* codesta soluzione data dalla giurisprudenza italiana ed ora riconfermata dall'on. Baccarini, ci pare buona, e se non perfetta, forse la migliore che si possa desiderare in codesta materia. Infatti, dopo tante incertezze e tentennamenti comincia a diffondersi anche in Italia l'opinione secondo cui la maggior parte delle nostre tramvie a vapore, che fanno servizio tra più Comuni, sono *vere ferrovie locali*. Codesta opinione, a nostro avviso corretta, è da lungo tempo propugnata dagli scrittori più autorevoli ed è accettata dalla legislazione o dalla giurisprudenza del Belgio, della Francia, dell'Austria, della Prussia, ecc. Senonchè la tramvia a vapore rurale è una *ferrovia sui generis*, in quanto che non ha una sede propria, ma è stabilita su strade ordinarie che sono proprietà dello Stato e più spesso ancora delle Provincie e dei Comuni.

Quindi la tramvia, da una parte va soggetta all'ingerenza delle Amministrazioni proprietarie delle strade ch'essa utilizza, ed alle quali deve senza dubbio spettare il diritto di concedere e regolare l'uso della loro proprietà: ma dall'altra parte la tramvia, come *ferrovia*, deve pure cadere sotto l'ingerenza dello Stato, perchè in base alle nostre leggi è allo Stato solo che spetta il diritto di concedere e regolare la costruzione e l'esercizio delle ferrovie.

A questo doppio ordine di esigenze ci parve da lungo tempo e ci pare tuttora risponda abbastanza bene in pratica la distinzione che in sostanza è stata introdotta dalla nostra Giurisprudenza amministrativa. Da un lato essa rispetta il diritto di proprietà delle singole Amministrazioni proprietarie delle strade coll'accordare loro la *concessione* dell'impianto delle tramvie: dall'altro lato riservando allo Stato l'autorizzazione della trazione a vapore, gli accorda nel fatto anche in materia di tramvie rurali quel diritto di *sanzione* e di sorveglianza sulla costruzione e sull'esercizio che indubbiamente deve secondo le leggi nostre spettare allo Stato.

4. La bontà *relativa* di codesta soluzione emergerà più chiara dal confronto suo colle due soluzioni estreme ed opposte, tra cui essa occupa il posto di mezzo.

L'una di queste vorrebbe che non solo la *concessione* dell'impianto di una tramvia, ma anche l'autorizzazione della trazione a vapore e quindi la *sanzione* della linea spettasse alle Autorità proprietarie delle strade percorse, ossia nella maggioranza dei casi alle Provincie ed ai Comuni, senza alcuna ingerenza dello Stato. Ma codesta opinione ci pare *erronea in pratica* ed *in teoria*. — In pratica perchè essa è contraria non solo alle nostre leggi ed a tutto l'ordinamento nostro in materia di ferrovie, ma anche alla nostra giurisprudenza amministrativa sulle tramvie, come sopra l'abbiamo ricapitolata. — In teoria non solo perchè riteniamo conveniente che l'intero ordinamento ferroviario di un paese dipenda in ultimo grado dallo Stato, ma anche perchè un tale sistema condurrebbe ai più gravi inconvenienti nella concessione, nella costruzione e nell'esercizio stesso delle tramvie.

Nella concessione troppo facilmente esso aprirebbe l'adito al pericolo che si ricada nell'errore fatale della *concorrenza delle linee*, non tanto fra tramvia e tramvia, quanto piuttosto fra tramvia a vapore e ferrovia, come pur troppo ne abbiamo esempi in Italia, con notevole danno dell'erario pubblico, come è dimostrato dalla stessa Relazione della Commissione d'Inchiesta sulle ferrovie (pag. 222-223). Nella costruzione perchè si correrebbe il pericolo di avere la massima confusione di sistemi e tipi di costruzione e d'armamento e di larghezze di binario senza riguardo alcuno al servizio cumulativo tra provincie limitrofe ed in una stessa Provincia, ed anche perchè non avendosi sempre presso le

Province e soprattutto presso i Comuni le cognizioni tecniche sufficienti, v'ha pericolo che si autorizzino sistemi di costruzione poco buoni, poco solidi, od anche completamente sbagliati. Nell'esercizio, per ultimo, perchè come si scorge *a priori*, non solo l'esercizio di un'intera linea, ma anche quello di tutte le linee che formano insieme una sola rete deve dipendere da una sola Autorità direttiva, non potendosi intendere un esercizio di ferrovia che varii secondo che i diversi tronchi della medesima sono collocati su di una strada provinciale, comunale, ecc.

A dimostrare come codesti pericoli non siano punto *immaginarii* ma *reali*, basta osservare gli effetti in Italia non già della *mancanza* ma della semplice *rilassatezza* dell'azione e della sorveglianza governativa sulle tramvie. Noi abbiamo tramvie concorrenti alle ferrovie, noi abbiamo per la maggior parte delle nostre tramvie un sistema di costruzione che si presta alle più gravi obiezioni sotto l'aspetto economico ed in alcune di esse curve e pendenze tali da costituire un pericolo permanente per i viaggiatori e da essere state cagione di gravi disastri. Non poche linee si trovano del tutto disadatte a compiere quel servizio di merci colla promessa del quale adescarono i sussidi dei Comuni interessati: alcune sono in uno stato di manutenzione pessimo e pericolosissimo. Di rado poi o quasi mai troviamo un servizio cumulativo fra le tramvie che fanno capo ad un solo Comune, o fra le tramvie e le ferrovie ordinarie: molte volte fanno a ciò ostacolo gli stessi sistemi di costruzione. A quanti di questi inconvenienti non si sarebbe potuto assai facilmente rimediare!

5. Nè meno insostenibile apparirà l'altra opinione estrema secondo cui si vorrebbe concentrare nelle mani dello Stato tanto la *concessione* dell'impianto quanto la *sanzione* della linea e della trazione a vapore. Secondo tale sistema spetterebbe allo Stato la concessione delle tramvie anche sulle strade provinciali e comunali e si avrebbe così *in pratica* una violazione flagrante della Legge del 20 marzo 1865 sui Lavori Pubblici, che all'art. 22 stabilisce che il suolo « delle strade provinciali appartiene alle Province; ed è proprietà dei Comuni il suolo delle strade comunali.... ». *In teoria* codesto sistema avrebbe per effetto di costituire un nuovo accentramento amministrativo e rallenterebbe di molto l'iniziativa dei corpi locali, a spese dei quali furono in ultima analisi costrutte non poche delle nostre tramvie a vapore.

A codesto sistema, da noi respinto, si accostano in gran parte i regimi adottati dalle leggi Belga e Francese, sulle disposizioni dell'ultima delle quali è in molta parte informato il progetto di legge italiano presentato alla Camera dei Deputati nella tornata del 29 maggio 1880 (1^a Sessione 1880, N. 19). Per vie più o meno indirette e coperte tutte codeste legislazioni mirano ad affidare allo Stato in molti casi il diritto stesso di *concessione* delle tramvie sulle strade *provinciali e comunali*; e così esse sconvolgono senz'altro le basi della nostra Legge sui Lavori Pubblici (art. 22 e 55) secondo cui pare inammissibile che un'Autorità qualsiasi disponga di strade di cui non ha la proprietà.

In conclusione non possiamo che rallegrarci che quanto al 1° punto in questione, la circolare Baccharini abbia rispettate e riconfermate le tradizioni liberali e corrette della giurisprudenza amministrativa italiana in materia di tramvie, e secondo cui il diritto di *concessione* è una conseguenza del diritto di *proprietà* delle strade utilizzate, mentre il diritto di *sanzione* della linea è riservato allo Stato. Ci auguriamo anzi che a tale regime (per quanto possa essere suscettivo di alcuni utili miglioramenti) si informi l'attesa legislazione italiana sulle tramvie, mentre da esso si è notevolmente scostato il progetto di legge del 29 maggio 1880, senza che nella motivazione od in altro documento ne appaiano in alcun modo le ragioni.

Quanto sopra si è osservato si applica solo alle *tramvie rurali a vapore* ossia a quelle linee (dette anche *ferrovie stradali*) che fanno servizio tra più comuni, per lo più con trasporti di merci e passeggeri. Quanto alle *tramvie urbane*, sia a cavalli sia a trazione meccanica, che non escono dal territorio di un solo Comune, esse non sono che servizi urbani a somiglianza di quelli d'*omnibus* e dovrebbero es-

sere posti sotto la direzione e la sorveglianza dei rispettivi Comuni, senza alcuna ingerenza diretta dello Stato. Questa distinzione fra *tramvie urbane* e *tramvie rurali* dovrebbe quindi formare la base prima di una legge su codesta materia.

6. Veniamo ora al 2° punto della Circolare dell'on. Baccharini, a quello cioè secondo cui è prescritto che la domanda per l'autorizzazione della trazione meccanica sia fatta al Ministero dei Lavori Pubblici *prima* che siano cominciati i lavori di costruzione e d'armamento, affinchè il Ministero stesso possa stabilire opportune condizioni per la costruzione, per l'armamento della linea e pel tipo delle macchine.

Codesto 2° punto altro non ci pare che una *conseguenza logica* del 1°: e siccome abbiamo senz'altro accettata la soluzione data al 1° punto, ne viene che anche su questo 2° punto ci troviamo d'accordo coll'on. Ministro.

Infatti dopo le circolari sovra ricordate del 1878 e 1879 si era introdotto quello che l'on. Ministro chiama a ragione « uno stato di cose abusivo ». Gli imprenditori una volta ottenuta dalle Province e dai Comuni la concessione di una linea, per lo più progettata a loro talento, la costruivano secondo i capricci e gli interessi loro, spesse volte troppo contrarii a quelli del pubblico. Poi quando i lavori erano compiuti o quasi, chiedevano *pro forma* al Governo l'autorizzazione della trazione a vapore.

Così il Governo, e più ancora i suoi funzionari del Genio civile e del R. Commissariato delle ferrovie venivano a trovarsi in un serio imbarazzo. Posti di fronte ad una linea compiuta, ma della quale la costruzione e l'armamento, come accadeva di spesso, non rispondevano a loro avviso a tutte le norme di prudenza e di sicurezza, essi si trovavano nell'alternativa o di negare senz'altro l'uso della trazione a vapore, o di concederla ugualmente prescrivendo quelle poche migliori che le condizioni del caso permettevano. Non v'ha a stupire se quest'ultima alternativa in generale prevalse. Chi conosce con quale ansietà sia attesa dalle nostre popolazioni l'apertura di una nuova tramvia all'esercizio e con quale rumore la si festeggia col solito accompagnamento di pranzi e discorsi, comprenderà di leggieri quale rimescolio di sindaci, di consiglieri provinciali e di deputati provocherebbe il più giusto ritardo frapposto dai timori anche i più giusti dell'Autorità governativa. Per poco che una locomotiva avesse potuto percorrere la linea senza che il personale di servizio si fratturasse il collo, si proclamava ai quattro venti il risultato soddisfacentissimo delle corse di prova, ecc., ed ogni ora di ritardo all'apertura non avrebbe fatto che provocare dalla stampa le più alte grida contro le lentezze della burocrazia e la perversità dell'ingerenza governativa.

Si potevano poi dare casi in cui si trattasse di una linea il cui sistema di costruzione fosse interamente sbagliato: oppure di una tramvia costrutta col solo scopo di far concorrenza alla ferrovia ordinaria, e della quale si avrebbe dovuto senz'altro impedire la costruzione. La via più semplice sarebbe stata quella di negare l'uso della trazione a vapore, e quindi di rendere quasi impossibile l'esercizio, cosicchè la linea fosse abbandonata o disfatta. Ma in pratica la quasi impossibilità di adottare un tale mezzo, aveva finito di condurre ad una tacita rassegnazione dell'Autorità governativa, e di cui si sentirono ben tosto i dannosi effetti, col moltiplicarsi delle disgrazie sulle tramvie e colla diminuzione dei proventi delle ferrovie ordinarie sui tratti soggetti a concorrenza.

Dobbiamo quindi vedere con piacere che l'on. Ministro si sia deciso ad uscire colla sua circolare da questo stato di cose, come già da lungo tempo ne avevamo dimostrata la necessità (1). Una pratica abusiva colla sola osservanza della *lettera* era riuscita a deludere lo *spirito* della giurisprudenza nostra sulle tramvie. Non possiamo che approvare l'atto del Ministro che vuole l'esatta osservanza non solo della lettera

(1) M. FERRARIS. — *I Tramways e le Ferrovie stradali*. — (Pisa, Archivio giuridico, 1879. — Cap. VI, II, § 7). — Veggasi pure: M. FERRARIS. — *Legislazione sulle Tramvie*. — (Atti della Commissione d'Inchiesta sulle Ferrovie. — Riassunto, vol. II, pag. 1040-1060 e segnatamente 1048 e seg.).

ma anche dello spirito della giurisprudenza stessa, tanto più quando, come sopra si è accennato, essa ci pare liberale e corretta ad un tempo.

7. Non ci nascondiamo però che le decisioni sovra esaminate possano avere per effetto di cagionare ritardi ingiustificabili. Sarebbe inutile negarlo che per noi che viviamo in provincia, e parlando in genere, « il mandare una pratica al Ministero » equivale press'a poco a collocarla a sonnecchiare. Il Ministero dei Lavori Pubblici, può senza dubbio rimediare in parte a ciò con un sollecito disbrigo di tali pratiche. Ma è certo che l'intera questione delle tramvie trarrebbe notevole vantaggio dalla pubblicazione da parte del Ministero di norme chiare e precise relative alla concessione, alla costruzione ed all'esercizio ed accompagnate all'occorrenza dai relativi tipi di costruzione e d'armamento, modificabili di tempo in tempo secondo le nuove esigenze ed i nuovi progressi.

Da una parte ciò servirebbe di ottima preparazione e di complemento della legge che si attende sulle tramvie: dall'altra supplirebbe nel frattempo alla mancanza di concetti direttivi che in materia di tramvie si riscontra in generale presso le autorità locali. Per ultimo si renderebbe assai sollecita l'approvazione di tali pratiche, dacchè i progetti verrebbero senz'altro preparati secondo le norme e i tipi approvati, e non si avrebbero che a considerare diligentemente le eccezioni ai medesimi. Di codeste norme noi troviamo esempi nei vari paesi per quanto riguarda le ferrovie ordinarie (1); e non v'ha dubbio che in Germania le ferrovie molto profittarono dalla pubblicazione dei tipi normali del materiale ecc. per le ferrovie prussiane. Anche in Italia per le ferrovie ordinarie codeste norme ci furono date in massima dalla Commissione governativa del 25 agosto 1879.

8. Ci resta ora ad esaminare il 3° ed ultimo punto con cui la circolare dell'on. Baccarini rigorosamente prescrive che le rotaie delle tramvie debbano rimanere assolutamente e perfettamente a livello del suolo stradale; fatta eccezione del caso in cui stante la sufficiente larghezza della strada, potesse, a giudizio del Ministero isolarsi la parte riservata alla tramvia da quella per l'ordinario carreggio.

A dir vero, abbiamo fatica a comprendere quale portata abbiasi voluto dare a codesta prescrizione.

Gli innumerevoli tipi di rotaie fino ad ora applicati nelle tramvie si possono ridurre a due grandi categorie: *rotaie cave* e *rotaie Vignole* od a doppio fungo. La rotaia cava fu universalmente adottata per le *tramvie urbane* le quali percorrono l'interno delle nostre città, e per le quali è condizione indispensabile che la rotaia si trovi *perfettamente* a livello del suolo, a fine di non intralciare il movimento ordinario. Invece le tramvie rurali adottarono quasi universalmente la rotaia Vignole o qualche tipo simile, tranne che nei passaggi a livello, nelle traversate dei comuni, ecc. Ora è a tutti noto che colla rotaia Vignole, il binario dai due lati esterni si trova abbastanza bene al livello del suolo stradale: ma la parte della strada compresa tra le rotaie, deve necessariamente essere alquanto più bassa soprattutto lungo i lati interni delle rotaie, a fine di permettere il passaggio dell'orlo delle ruote dei veicoli del treno.

Qualora adunque la circolare dell'on. Baccarini si debba interpretare nel senso rigoroso e letterale, che, nei casi in cui la tramvia non sia isolata, la rotaia debba da ambedue i lati trovarsi *perfettamente a livello del suolo stradale*, ciò equivarrebbe a proibire per codeste tramvie rurali l'uso della rotaia Vignole, costringendole ad adottare la rotaia cava. Ciò sarebbe un rovesciare senz'altro la pratica dei nostri costruttori di tramvie, i quali in aperta campagna

preferirono tutti la rotaia Vignole, mentre la rotaia cava vi parve soggetta a gravi inconvenienti, potendo facilmente venir ingorgata od otturata dalla polvere, dalla ghiaia e dal fango delle strade ordinarie, tanto da rendere difficile o fors'anche impossibile il passaggio regolare dei treni, soprattutto a vapore. Su qualche linea costruita con rotaia cava anche nei tratti in aperta campagna, questo tipo di rotaia fu ben tosto abbandonato per sostituirvi quello Vignole non appena vi si adottò la trazione a vapore.

Pare quindi che in pratica la rotaia Vignole si confaccia assai meglio alla trazione a vapore, e l'una sia quasi inseparabile dall'altra: cosicchè ove la circolare dell'onorevole Baccarini escludesse la rotaia Vignole e simili, renderebbe assai più difficili le condizioni della trazione a vapore, ed avrebbe per effetto diretto od indiretto di rendere più raro e forse quasi impossibile l'impianto di nuove tramvie rurali a vapore.

V'ha molto a dubitare che questo sia stato lo scopo della prescrizione in esame, e che siasi misurata tutta la portata della medesima. Malgrado qualche piccolo disturbo al carreggio ordinario, in pratica l'uso della rotaia Vignole sulle nostre tramvie non risulta sia stato finora cagione di gravi inconvenienti. Il binario per lo più percorre un lato della strada, ed il carreggio passa dall'altro, tranne in casi di necessità, per schivare altri veicoli, ecc: cosicchè nel fatto le due zone sono nella maggior parte dei casi, quasi distinte.

Ma ad ogni modo non si può ammettere che la circolare abbia voluto decisamente condannare e bandire il sistema adottato dai nostri costruttori per più centinaia di chilometri, senza dichiararlo in modo più espresso, senza addurne minimamente le ragioni, e senza che queste appaiano in alcuno degli scarsi documenti pubblicati dal Governo sulle tramvie. A meno che siasi fatta una confusione tra tramvie urbane (le cui rotaie devono rimanere perfettamente a livello della via) e tramvie rurali o ferrovie stradali, a cui non si è finora applicata tale disposizione.

Pare certo tuttavia che codesto punto della circolare dell'on. Baccarini abbisogna di essere chiarito, se non si vuole accrescere l'imbarazzo dei funzionari a cui è dessa indirizzata. A proposito dei quali, ci parrebbe opportuno che fosse più nettamente delineata la competenza rispettiva dei Prefetti, degli Ingegneri del Genio Civile e dei Commissarii per le ferrovie, in ordine alla sorveglianza loro sulle tramvie. La quale fino ad ora fu esercitata in modo deficiente, anche e forse soprattutto a causa di codesta incertezza di attribuzioni, che finisce sempre di nuocere all'adempimento dei loro doveri e di affievolire la loro responsabilità.

9. L'on. Ministro ammette che al principio secondo cui la rotaia deve rimanere a livello del suolo possa farsi eccezione solo « quando, stante la sufficiente larghezza della strada, potesse, a giudizio del Ministero, isolarsi la parte riservata alla tramvia, da quella per l'ordinario carreggio ».

Le ragioni di codesta eccezione sono evidenti. N'iamo solo che qui il Ministero, per inciso, avoca a sè il diritto di accordare o no la separazione della tramvia dalla restante zona stradale, mentre fino ad ora fu lasciato all'autorità proprietaria della strada. Avrebbe forse bastato che il Ministero avesse prescritto come norma la larghezza minima da lasciarsi in tali casi alla zona stradale, senza restringere sotto tale riguardo le attribuzioni delle autorità locali.

Tuttavia sotto un altro rispetto codesta disposizione della circolare segna un notevole progresso a fronte del sovra citato progetto di legge « sulle ferrovie economiche e sulle tramvie » del 29 maggio 1880. Secondo codesto progetto è *tramvia* solo quella che non sottrae parte alcuna della strada al carreggio dei veicoli ordinari: al contrario quelle linee la cui sede è separata dalla parte di strada riservata al carreggio, sono considerate come *ferrovie* e sono concesse per decreto reale, anche se stabilite nella totalità del loro percorso sopra strade ordinarie. Vi si aggiungono ancora altri criteri di distinzione desunti dall'esercizio.

Codeste distinzioni non hanno a nostro avviso alcun

(1) In Germania abbiamo ad es.: le Norme per le ferrovie tedesche di importanza minore, del 12 giugno 1878: le Norme per la costruzione e l'armamento delle ferrovie della Germania, del 12 giugno 1878.

fondamento nella realtà delle cose, nè in teoria nè nella pratica nostra, la quale ci presenta non poche *tramvie* con sede distinta dalla restante zona stradale. Ci piace quindi di vedere codeste distinzioni abbandonate nella presente circolare dell'on. Baccarini (la quale considera come *tramvie* anche le linee isolate dalla restante parte della strada) nella fiducia ch'esse verranno pure abbandonate nella futura elaborazione del progetto di legge sovra citato, il quale aveva su tali distinzioni una base ben poco stabile.

10. Al postutto la circolare dell'on. Baccarini ci dimostra che il Ministero dei Lavori Pubblici è deciso di assumere una nuova attitudine in materia di tramvie a vapore. Noi saremmo ben lieti se con essa si cercasse di evitare d'ora innanzi due dei più gravi inconvenienti verificatisi nello sviluppo delle nostre tramvie a vapore: cioè la *concorrenza* alle ferrovie ordinarie, e la poca *sicurezza e razionalità* dei sistemi di costruzione per lo più adottati. Pur troppo anche il sistema di sovvenzioni locali avrebbe bisogno di essere riveduto: ma di ciò tace la circolare.

Quanto alla concorrenza alle ferrovie, nasce anzi il dubbio che l'intera circolare abbia avuto appunto indirettamente di mira di armare il Ministro contro di essa. Ma dacchè nel progetto sovra citato si è chiaramente iscritto all'art. 12 che non si può concedere alcuna tramvia che faccia concorrenza ad un'altra ferrovia o tramvia, non sarebbe stata utile un'esplicita dichiarazione in tale senso nella circolare in esame? Da una parte essa avrebbe dimostrato in modo chiaro e netto le intenzioni del Ministero le quali vi sono a lungo diluite: dall'altra si sarebbe dato un salutare avvertimento che non sarebbe rimasto senza frutto. Non vogliamo tuttavia tacere che ciò d'altra parte impone al Governo il dovere di procedere più sollecito nell'adozione di quel « servizio economico delle ferrovie » così atteso e così lento nella sua pratica attuazione. In materia di servizi pubblici il monopolio dello Stato non si può concepire se non in quanto esso, meglio di ogni altro, ne faccia uso nell'interesse generale. Lo Stato ha quindi il dovere imperioso di adottare quei nuovi progressi che come il *servizio economico delle ferrovie* sono chiamati a soddisfare a nuovi bisogni e ad accrescere l'utile che le ferrovie hanno per la nazione.

In conclusione, tutto ciò ci dimostra che se in Italia diventa sempre più necessaria una legge od un ordinamento sistematico della giurisprudenza relativa alle tramvie, pur troppo non se ne è fatta finora una preparazione sufficiente. Basta vedere la discrepanza di idee e di concetti nella stampa, nelle discussioni parlamentari, negli stessi progetti di legge più volte annunziati o presentati al Parlamento.

L'*Economista* in un pregiato articolo sulla circolare dell'on. Baccarini osservava a ragione, che una legge sulle tramvie in Italia non poteva prima venire, perchè una legge non può neanche essere pensata, « finchè la forma di attività, cui essa deve regolare, non ha raggiunto un grado di sviluppo abbastanza considerevole da richiedere per sé sola norme speciali e nuove ». E riduceva a tre gli elementi per fare una buona legge: lo studio delle leggi sulla stessa materia vigenti negli altri paesi: l'investigazione dei bisogni e dei desideri locali: la conoscenza degli inconvenienti verificatisi prima della legge a fine di evitarli.

A tale riguardo ci si consenta di osservare che in materia di tramvie e soprattutto di tramvie rurali a vapore, le leggi dei vari paesi d'Europa non ci danno ancora principii definiti e chiari da poter essere senz'altro accettati. In alcuni Stati come nell'Inghilterra e nel Belgio tali leggi furono fatte quando mancava la loro condizione prima, ossia uno sviluppo sufficiente di tramvie ed un'esperienza bastevole. Altrettanto accadde pure, benchè in misura minore, in Francia: ed è noto che forse non v'ha Stato in Europa dove le tramvie a vapore abbiano preso un così rapido sviluppo come in Italia.

Si è dunque la *pratica e l'esperienza* nostra che bisogna studiare in prima linea, ed è questo studio come preparazione ad un progetto di legge sulle tramvie che ci pare

manchi sinora al Governo nostro, a giudicarne almeno dalle più che scarse pubblicazioni ministeriali e parlamentari su questo argomento, e dalle notizie più che insufficienti che accompagnano il progetto di legge del 29 maggio 1880. E sorta presso di noi un'intera rete di nuove linee senza che da parte del Governo o del Parlamento si cercasse con inchieste, con statistiche, e con studi in genere di conoscere le condizioni dell'esistenza loro: senza che si radunassero quei materiali i quali solo possono servire di base sicura ad una buona legge.

Ma tutto ciò non può ottenersi senza uno studio comparativo dei sistemi seguiti per *ciascuna linea*, quanto alla concessione, alla costruzione, alle sovvenzioni, all'esercizio, alle tariffe, ecc.: nè è possibile evitare inconvenienti, quando senza tener conto alcuno dei risultati e dell'esperienza già avuta non si giunge a scoprire la natura, le cause ed i rimedi degli inconvenienti a cui si vuol porre riparo. Non basta contare le lunghezze chilometriche delle linee in esercizio; bisogna constatare fino a qual punto esse soddisfacciano ai bisogni locali che si proponevano di servire: bisogna vedere fino a qual punto i sistemi di sovvenzioni (su cui vi sarebbe forse molto a ridire) non meno che i sistemi di costruzione adottati rispondano veramente ai prece di una savia e ben intesa economia. Bisogna per ultimo e nella legislazione e nella pratica collegare queste nuove linee alla rete generale dello Stato.

Dobbiamo quindi ripetere che senza voler imitato il lusso dell'Inghilterra che ha avute tre inchieste parlamentari sul solo problema della trazione meccanica sulle tramvie, bisogna che il Governo ed il Parlamento non si mostrino dimentichi di quella « funzione illuminatrice » che loro spetta, e che sarebbe tanto più necessaria in questo argomento sul quale sono spesso chiamati a decidere corpi locali, presso cui possono facilmente mancare le cognizioni necessarie. I grandi concetti direttivi devono partire anche in questa materia dal Governo ossia dalle capacità di cui può disporre. V'ha quindi ad augurarci che le future deliberazioni del Parlamento italiano su questa materia abbiano a base una massa di informazioni pratiche, per guisa che la nuova legge risponda ai nostri veri bisogni.

M. FERRARIS.

Ecco la circolare sovra esaminata:

Circolare del Ministro dei lavori pubblici ai Prefetti, Ingegneri-Capi del Genio civile e RR. Commissarii per le ferrovie sulla osservanza delle norme per la costruzione e l'esercizio delle tramvie a vapore.

Roma, 16 agosto 1881.

Questo Ministero, preoccupandosi della necessità di stabilire, finchè non sia provveduto con apposita legge, delle norme per regolare la costruzione e l'esercizio delle tramvie a vapore, colla propria circolare n. 16 del 20 giugno 1879, n. 42533-2345, completata colla successiva del 15 novembre 1880, dava esplicite istruzioni a tutti gli Uffici aventi ingerenza in tale servizio, sul limite delle facoltà riserbate alle Amministrazioni provinciali e comunali circa alle concessioni del nuovo mezzo di locomozione, segnando in pari tempo l'estensione dell'ingerenza spettante al Governo.

In sostanza, non si mancò fin d'allora di avvertire come le predette Amministrazioni, sebbene competenti nella concessione del suolo delle rispettive strade per l'impianto delle tramvie, pur nondimeno non potessero andar oltre tale limite, non avendo facoltà nè di statuire sulle modalità di costruzione, nè di determinare le condizioni per lo esercizio con trazione meccanica.

Anzi, a tale riguardo, si prescriveva esplicitamente che dovesse cessare l'abuso verificatosi da parte di alcuni concessionarii di tramvie, quello cioè di rivolgersi, o direttamente o per mezzo delle Prefetture, al Ministero, per ottenere l'autorizzazione dello esercizio con trazione meccanica, ad opera compiuta, e quando, cioè, riescono impossibili quegli esami che debbono necessariamente essere compiuti nell'interesse pubblico per la incolumità delle persone e per evitare imbarazzi e pericoli al carreggio ordinario.

E di leggieri si può comprendere la ragione di tale misura, riflettendo alla stretta connessione che esiste fra il sistema di costruzione e di armamento coll'esercizio delle tramvie: con-

nessione che non consente, senza pericoli, di sottrarre alle prescrizioni di norma tutte le modalità tecniche di costruzione, sulle quali occorre il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Colla citata circolare non si ometteva inoltre di prescrivere che le rotaie delle tramvie non dovessero mai essere sporgenti dal suolo stradale: condizione questa di suprema importanza, in quanto che il carattere precipuo, che deve distinguere le tramvie dalle ferrovie ordinarie, è appunto quello di non recare alcun incomodo od aggravio alla viabilità ordinaria.

Malgrado però tali esplicite disposizioni, non sempre se ne ottenne la esatta e scrupolosa osservanza; e quindi è duopo ritornare sull'argomento per chiarire viemmeglio gli intendimenti del Governo.

Ed è perciò che il sottoscritto dichiara non potersi ammettere che i concessionarii di tramvie abbiano a rivolgersi al Ministero per essere autorizzati, anche in via puramente provvisoria, ad intraprenderne l'esercizio con trazione a vapore, dopo che già ne siano compiuti i lavori di costruzione e di armamento; che tanto meno si può consentire che l'armamento sia fatto in guisa che le rotaie sporgano dal suolo stradale, recando disagio e pericoli ai rotanti comuni.

Il Governo intende che si esca da uno stato di cose abusivo ed affatto contrario alle norme, nello interesse pubblico, già stabilite colla rammentata circolare del 1879; epperò il sottoscritto deve più che mai insistere perchè le domande di autorizzazione di tramvie a vapore siano presentate abbastanza in tempo per poterle esaminare colla dovuta ponderazione, onde si possano stabilire opportune condizioni per l'armamento della linea e pel tipo delle macchine; sicchè l'esercizio possa essere autorizzato con tutte le prevedibili guarentigie di sicurezza, richieste dal pubblico interesse, e per le quali il Governo ha diritto ed obbligo di spiegare intera ed efficace la sua volontà.

Questo Ministero, pertanto, d'ora innanzi non accorderà lo esercizio di tramvie con trazione meccanica, quando risultino violate le condizioni sovraccitate, tenendo fermo assolutamente il principio che le rotaie soddisfino alla condizione di rimanere perfettamente a livello del suolo stradale.

Unica eccezione a tale ultima condizione potrebbe farsi quando, stante la sufficiente larghezza della strada, potesse, a giudizio del Ministero, isolarsi la parte riservata alla tramvia da quella per l'ordinario carreggio.

Nel rammentare alla S. V. Ill. ma le disposizioni già emanate sulla materia colle succitate note circolari, il sottoscritto deve richiamare la di Lei attenzione sul contenuto della presente, invitandola a curarne, parte di cui spetti, l'esatta osservanza.

Si gradirà un cenno di ricevuta della presente.

Il Ministro BACCARINI.

NECROLOGIA

Francesco Selmi. — Addì 15 agosto moriva il prof. Francesco Selmi in Vignola, amenissima terra della provincia di Modena, ove nacque il 7 aprile 1817, e vi fece i primi studi: passò poi a Modena nelle scuole dei Gesuiti, e compì nella Università Estense gli studi di Farmacia, tenuto in gran pregio dal professore Alessandro Savani, chimico valente.

Rimasto orfano in giovanissima età colla madre e quattro fratelli, che da lui solo speravano sostegno, trovò da alloggiarsi in una farmacia, e dall'umile ufficio trasse il sostentamento per la famiglia povera e numerosa, rubando l'ore al sonno per arricchirsi di scienza. Alcune sue pubblicazioni giovanili lo fecero conoscere e lo levarono in fama, sì che fu eletto segretario per la sezione di Chimica al Congresso degli scienziati in Padova. e non aveva che ventitre anni: fu confermato nell'ufficio nei Congressi di Venezia e di Milano. Correndo l'anno 1842, dal Duca Francesco IV fu nominato professore di chimica e fisica nel Collegio-convitto di Reggio dell'Emilia, e fu in questa città che egli proseguì le sue indagini e gli studi che dovevano procaacciargli tanta gloria.

Giunse il 1848, e il Selmi che sentiva forte l'amor di patria come quello della scienza, si strinse a coloro che avversari alla dominazione straniera, e quindi al Duca, si accostarono col Piemonte. Fuggito il Duca Francesco V, succeduto al padre nel 1846, durante il Governo provvisorio ed il commissariato del piemontese Pietro di Santarosa, scrisse nel *Giornale di Reggio* sostenendo l'annessione della provincia di Reggio al Regno Subalpino. I demagoghi che a quei giorni videro pochissimo chiaro nelle faccende politiche, da per tutto, e anche in Reggio, gli si scagliarono contro con ira crudele, e alla restaurazione del Governo ducale nell'agosto del 1848 condannato nel capo, dovè fuggire salvandosi a stento dai birri di Sua Altezza.

Riparò a Torino, dove allora convenivano quanti la tirannia

dei principi e degli stranieri cacciava dalle case loro, e quantunque versasse in gravi strettezze rifiutò la pensione che il Governo del Re accordava agli esuli. Il suo ingegno e la sua virtù lo faceva aver caro dai più insigni uomini di quel tempo, e lo stesso Re Carlo Alberto l'ebbe in grande stima, sicchè prima di partire pel campo nel 1849 gli fece dono di una tabacchiera d'oro a titolo di regalo. Così ottenne la cattedra di fisica e chimica nel Collegio nazionale.

Benchè tutto dato ai suoi studi non poté tenersi dal prender parte ai maneggi degli esuli più illustri e dei più insigni uomini del Piemonte per tener vivo il sentimento nazionale e preparare l'Italia ai grandi avvenimenti che si prevedevano e speravano prossimi. Fu tra i generosi della Società nazionale, amico del conte di Cavour, di Michelangelo Castelli e del La Farina, e ciò gli meritò l'odio di Francesco I di Modena che non gli concesse mai il ritorno, come ad altri fuorusciti: e quando fu supplicato di un salvacondotto perchè il Selmi potesse vedere la madre pericolosamente inferma, ebbe a dire che non avrebbe mai concesso una grazia all'*implacabile nemico del suo governo*.

Giunse il maggio del 1859 e le vittorie degli italiani e dei francesi cacciarono il Duca, sì che il Selmi poté riveder Modena. Il Governo provvisorio lo nominò subito Rettore dell'università, e il La Farina lo volle segretario generale del Ministero della istruzione sotto il dittatore Farini. Dopo il plebiscito che univa al Regno di Vittorio Emanuele le provincie dell'Emilia, passò di nuovo a Torino capodivisione del ministero dell'istruzione sotto il Mancini, e fu mantenuto in ufficio dal Matteucci, e poi dal Berti e dal Desautis, finchè fu chiamato a reggere il provveditorato degli studi nella capitale che allora era Torino. Quando per poco furono soppressi i provveditorati ottenne la cattedra di chimica farmaceutica nella Università di Bologna, dove rimase fino al termine della vita esclusivamente dato agli studi poichè il cospirare e l'agitarsi politico gli pareva inutile, assodata l'unità d'Italia, e non fu certo il Selmi di quelli che cospirano sempre o per bisogno dell'oscuro maneggiarsi o per far fortuna come a molti succede.

Il grande amore alla scienza fu quello che forse lo condusse a morte il 13 agosto passato in Vignola, dove, durante le vacanze, si era ritirato dimorando in una sua villa per rimettersi in salute. Perchè le sue ricerche lo costringevano a passare giorni interi e notti nel laboratorio fra i visceri putrefatti di cadaveri umani e di cavalli, e fra le esalazioni fetenti e perniciosissime di carname di morti di tifo e delle più orribili e schifose malattie. Anche a Vignola non poteva, benchè malaticcio, cessare dalle sue indagini, e, invece dell'aria purissima di quelle colline, respirava continuo miasmi e veleni. Lo colse una febbre che pareva effimera o reumatica, ma che lo trasse al sepolcro in due giorni, e anche nel delirio non vedeva che il laboratorio, i suoi veleni e le sue putrefazioni. Di Francesco Selmi la morte non può distruggere le opere nè spegnere la fama che anzi si accrescerà perchè ai morti fa poca guerra l'invidia.

Lascia scritti in gran numero e di somma importanza per la chimica, ed ha il vanto di studi e scoperte da farlo annoverare fra i più famosi tossicologi, specialmente circa l'azione dell'arsenico, del fosforo e degli alcaloidi vegetali.

Per questo ebbe parte importantissima come perito in giudizi di avvelenamenti. La scoperta poi degli alcaloidi cadaverici detti da lui *ptomaine*, ha una importanza capitale per i criminalisti, e può aver recato immenso vantaggio alla società se è rimosso il pericolo d'ingiuste condanne per trovati veleni nell'organismo.

Questa scoperta fece chiasso e come accade di ogni novità ebbe contraddittori e trovò scettici. Il chimico francese Gauthier prima lo pose in dubbio, poi pretese che a se fosse dovuta. Il Selmi nel *Journal d'Hygiène* con nerbo spirito umiliò il Gauthier e lo sbugiardò.

Gli studi del Selmi posero in campo la questione se nella putrefazione dei cadaveri degli animali si generino principii alcalini (*ptomaine*) ben definiti e capaci di agire fisiologicamente come gli alcaloidi vegetali (*stricnina, morfina*, ecc.) e nella questione entrò anche il prof. Adolfo Casali che dicesi possa essere chiamato a surrogare il Selmi. In un recente lavoro *sulla natura chimica delle ptomaine* il Casali non ammette la formazione di alcaloidi veri nella putrefazione, ma crede di mostrare sperimentalmente che gli alcaloidi cadaverici o *ptomaine* del Selmi, spettano a sostanze di natura speciale ben nota le *amidi*, le quali s'incontrano normalmente negli organismi animali viventi, nei prodotti della dissimilazione e in quelli della putrefazione.

Non può qui trovar luogo l'elenco delle numerose opere del Selmi: ma si veggia l'Annuario dell'Accademia delle scienze, le memorie dei Lincei, i cataloghi del Pomba, del Loescher e dello Zanichelli e si avrà argomento per giudicarlo infaticabile. Ma non si può tacere dell'Annuario di chimica italiana e della Enciclopedia chimica, alla quale è pronto un supplemento, le quali opere sole basterebbero a farlo collocare fra i primi chimici viventi. Stava allestendo per le stampe un manuale completo di

Tossicologia in tre volumi, e la prima parte è già pronta per la pubblicazione: spero che gli eredi sapranno ordinare le altre due, e non mancheranno editori all'insigne lavoro.

Quest'uomo vissuto e morto fra cadaveri, putrefazioni, miasmi, veneni, fetori e tutto ciò che di più orribile e di più schifoso possa idearsi, aveva gusto finissimo in arte, e l'animo aperto alle dolci impressioni del bello: e come accade dei grandi ingegni che sono versatili, ebbe da natura attitudine ad operare in diversi generi di lavori intellettuali. Si piacque di studi critici e di amena letteratura, e quando per poco uscì dal laboratorio per entrare nell'amministrazione scrisse dottamente e acutamente sul probabile autore del libro *De imitatione Christi*. Studiò Dante con amore e le sue osservazioni sulla *Divina Commedia* sono prova d'ingegno forte e di gusto squisitissimo. Pubblicò anche il Trattato morale di Albertano da Brescia.

Questo poi mi sembra particolarmente notevole in lui che il suo stile fu limpido ed elegante, il che non accade spesso degli uomini di scienza che per lo più non curano o non possono curare la maniera di scrivere, e quasi sdegnano l'eleganza come una pedanteria, mostrando di non sapere che il Galileo, il Redi, il Bufalini, furono buoni scrittori, e ignorando che il bello scrivere attesta il bel pensare, come dal chiaro pensare vien fuori il bello scrivere.

Il pensiero del Selmi fu forte e chiaro, il suo stile ne fa fede. Ebbe moglie e figli che lascia dolentissimi di averlo perduto, perchè congiungendo alla scienza la bontà fu marito e padre affettuoso ed eccellente. Parlava rado e riguardoso, era costante nell'amicizia, senza fiere per gli umili e i nemici, largo nel lodare, alieno da maldicenza, non avido di onori che meritava, e di sé e delle cose sue pochissimo ragionatore. La bontà dell'animo gli traspariva dallo sguardo sereno, dalla fronte aperta. E negli ultimi anni il candore della barba e dei capelli cresceva riverenza ad un aspetto nobilissimo. Lo conobbi vivo e lo piango morto perchè i simili a lui sono rari e quando spariscono dalla scena del mondo quasi quasi si teme che nessuno possa venire a prenderne il posto.

EMILIO RONCAGLIA.

BIBLIOGRAFIA

I.

La locomotiva, sua costruzione ed arte di guidarla. Manuale compilato sulla 4ª edizione dell'opera di Brosius e Koch dagli Ingegneri S. Fadda e A. Olivetti. PARTE II. *Meccanismo e carro della locomotiva, Tender, Freni continui, Locomotive per tramvie*. — Torino, 1880. Prezzo L. 4.

A pag. 196, vol. V (1879) dell'*Ingegneria Civile* abbiamo presentato ai lettori la Parte I (Della Caldaia) di codesto manuale sulla Locomotiva, facente parte della Biblioteca scientifico-popolare del cav. Loescher.

La Parte II venuta da pochi giorni alla luce consta di 544 pagine con 363 incisioni nel testo ed una tavola litografata. Le incisioni nel testo sono bellissime.

Il 1° CAPITOLO riguarda unicamente il *Carro della locomotiva*, ossia il telaio, i sostegni della caldaia, i respintori, i ganci di trazione, catene di sicurezza, ecc., la cassa di trazione, gli assi delle ruote, le boccole d'unzione, le loro guide, le piastre di guardia e le molle di sospensione.

Il 2° CAPITOLO tratta del *meccanismo di propulsione*, ossia descrive i cilindri a vapore, gli stantuffi, la testa a croce e le sue guide, le manovre motrici, i nerbi motori, i tiranti d'accoppiamento ed i vasi d'unzione.

Il 3° CAPITOLO spiega il *meccanismo di distribuzione del vapore*, dapprima teoricamente, studiando le fasi della distribuzione colla valvola a cassetto semplice, e poscia coi settori di Stephenson, di Gooch e di Allan. Prendesi inoltre ad esame ad uno ad uno i diversi pezzi della distribuzione, quali la valvola a cassetto, il suo telaio e l'asta di comando, il settore e lo scorsevole, gli eccentrici coi loro collari e sbarre, ed infine il meccanismo di comando per il cambiamento di marcia.

Nel CAPITOLO 4° si studia il problema della *trazione* con locomotive; e definita l'aderenza si passa alla classificazione delle locomotive dal punto di vista del *servizio*, passando in rapidissima rivista le locomotive per treni celeri, quelle per treni omnibus, quelle per treni merci, quelle per treni misti, le locomotive da montagna e quelle di manovra per le stazioni. Esaminando la *disposizione degli assi* si fa un cenno delle locomotive con assi scorrevoli nelle boccole in senso trasversale, con assi girevoli nel piano della curva della linea, e delle locomotive a carrello o sterzo girevole. Per ultimo si studia la questione della *stabilità* della locomotiva in moto, esaminando le cause dei singoli moti anormali delle locomotive, quali il moto *d'ondeggio*, di *galoppo*, di *rullio*, di *rinculo* o *tangheggio*, di *serpeggiamento* o *beccheggio*, e si espongono i modi di rimediarevi.

Nel CAPITOLO 5° si descrive il *tender* o carro di scorta in ogni suo particolare, e si dà un breve cenno delle locomotive-tender.

A mo' di APPENDICE gli egregi compilatori di codesto Manuale aggiunsero un capitolo interessantissimo sul problema dei *freni continui*, palpitante di attualità, nel quale si dà in brevissimo sunto una esatta idea di tutti i moderni sistemi di freni continui, del freno *a contro vapore*, dei freni *a catena*, dei freni *idraulici*, dei freni *ad aria compressa* di Westinghouse e di Steel, dei freni *a vuoto* di Smith, di Hardy, ecc.

Gli ordinari freni a ceppi hanno l'inconveniente che essendo applicati ai vari veicoli indipendentemente l'uno dall'altro, non si può fare assegnamento sulla simultaneità della loro azione. Le velocità ognor crescenti con cui si fanno viaggiare i treni da passeggeri ed i pericoli che ne possono derivare rendono vieppiù sentito il bisogno di potenti mezzi per frenarli nella loro corsa; di qui la necessità di applicare freni attivi su tutti i veicoli manovrabili dal macchinista ed automatici nel tempo stesso, tali cioè che, avvenendo la scissione del treno su di un piano inclinato, essi valgano ad arrestare anche la parte di treno che, staccatasi, potrebbe andare a precipizio, trovandosi abbandonata a se stessa.

In Italia l'Ingegnere Taddei ha applicato il freno Westinghouse sulla linea ferroviaria dei Castelli Romani, ed attualmente si stanno per cominciare sulle ferrovie dell'Alta Italia esperienze in grande per confrontare i due sistemi Westinghouse e Smith-Hardy; le prove si faranno coi treni diretti fra Torino e Firenze. Quest'ultimo sistema di freni venne testè applicato su una locomotiva costruita nelle officine della ferrovia dell'Alta Italia a Torino e che ora è presentata all'Esposizione Industriale di Milano. Il problema dell'impiego di freni continui è, come vedesi, presso di noi in via di una pratica soluzione, ed è per questo motivo che i signori Fadda ed Olivetti hanno fatto saggiamente ad estendersi alquanto su di questo argomento che altamente interessa tanto chi si occupa di strade ferrate quanto il pubblico in generale, che nell'applicazione di un freno sicuro e pronto vede eliminati molti dei pericoli che si possono presentare nel viaggiare in ferrovia.

Nel secondo capitolo dell'Appendice si discorre dei principali sistemi di locomotive per i treni economici e le tramvie, cominciando dalle carrozze a vapore di Belpaire, di Rowan, di Thomas, e successivamente trattando delle locomotive staccate dalle vetture, segnatamente della locomotiva Krauss, e di quella dallo stesso tipo costruita dalla Ditta Cerimedo di Milano, della locomotiva Henschel, della Brown, ecc.

Tutti gli argomenti sono svolti compatibilmente ai limiti, è vero, di un manuale di scienza popolare, ma con dizione semplice e chiara, e se dobbiamo dirlo, con maggiore franchezza che nel 1° volume. Laonde gli egregi Ingegneri Fadda ed Olivetti meritano ogni encomio per l'impegno che posero a superare le non lievi difficoltà di codesto genere di pubblicazioni; e non dubitiamo che uguale cura e diligenza porranno nella Parte III ed ultima, la quale tratterà del modo di condurre le locomotive e di tutte le norme risguardanti la regolarità e sicurezza del servizio.

G. S.

II.

Manuale di Metrologia, ossia Misure, Pesi e Monete, in uso attualmente e anticamente presso tutti i popoli, di Angelo MARTINI. — Torino, 1881, fascicolo I.

Manca in Italia un libro, o dizionario che dir si voglia, nel quale si potesse trovare il valore numerico di tutte le misure, pesi e monete in uso attualmente e anticamente presso i diversi popoli.

I sistemi di misure diversi dal decimale sono in numero grandissimo. Anche in epoca ancor recente, ogni città, quasi ogni borgo aveva il proprio sistema. La grand'opera di unificazione sorta per opera della Assemblée Nazionale francese del 1790 in mezzo alle turbolenze rivoluzionarie di quell'epoca, non poteva nondimeno cancellare ogni memoria di misure antiche; come non poteva sopprimere la storia civile della umanità. Il sistema decimale se può dirsi oramai adottato ufficialmente da quasi tutti i popoli civili, non può negarsi che in commercio, e specialmente nel minuto, continuano ad usarsi pure le misure ed i pesi antichi, per la facilità dell'abitudine contratta nello stimare il valore comparativo delle merci delle diverse epoche.

Ed è essenzialmente per ciò che in Piemonte, dove è da tanto tempo in vigore il sistema metrico-decimale, si parla ancora di miglia e di trabucchi, di giornate e di pertiche, di rasi e di braccia, di libbre ed oncie, ecc.

Si pubblicarono, è vero, qua e colà opere speciali, nelle quali si trovano indicati i valori di alcune misure, pesi e monete in uso nelle principali piazze mercantili; ma codeste opere hanno tutto al più una importanza locale.

Gli attuali bisogni del commercio, la indomita voglia di trafficare in tutti i paesi del mondo con quella stessa facilità con cui si trafficava un giorno sui diversi mercati di un semplice

circondario, le esigenze stesse della politica europea, l'attenzione colla quale si redigono e si leggono i giornali, dimostravano la necessità di un Manuale completo intorno alle misure, pesi e monete in uso attualmente e anticamente presso tutti i popoli del mondo.

L'egregio Autore del *Manuale di metrologia*, di cui presentiamo ai lettori il 1° fascicolo, merita adunque che anche noi apprezziamo ed encomiamo il frutto di più anni di continuo lavoro, e di incredibile pazienza; ed anche il Loescher facendosene l'editore aggiunse un nuovo ai molti titoli di benemerita di già acquistati nella letteratura tecnica italiana.

L'Autore nel suo Programma ci dice di nulla avere risparmiato da parte sua, perchè il Manuale riescisse di una scrupolosa esattezza. La scelta delle città mercantili (che sono distribuite per ordine alfabetico) e la fece colla scorta delle più recenti opere di geografia, dando maggiore estensione, com'era naturale, all'Italia ed ai Paesi circonvicini, coi quali è più vivo lo scambio delle relazioni commerciali. L'ortografia dei nomi geografici fu anch'essa oggetto di uno studio particolare, basato sulle migliori opere di geografia scritte nel nostro idioma. — Quanto ai nomi delle misure, pesi e monete, che tradotti danno sempre luogo a confusione, l'Autore li pose sotto le rispettive piazze nella loro lingua nazionale; e ciò fu pure eseguito coll'aiuto delle migliori opere di metrologia, specialmente di autori tedeschi che sono i più pazienti e scrupolosi del mondo, di buoni dizionari, e di gentili persone che all'Autore prodigarono il loro aiuto. E quanto alle cifre, tutto induce a credere che esse verranno riconosciute della massima esattezza, e della maggiore possibile precisione, avendo l'egregio Autore consultato a questo uopo una grande quantità di libri di varie nazioni, di cui darà pure l'elenco, e ciascuna cifra essendo, come egli stesso scrive, il risultato di un lungo e maturo esame.

Noi speriamo pertanto che il pubblico in generale, e gli Ingegneri in particolare, quelli in ispecie che trattano affari, o leggono libri e giornali, troveranno il Manuale di Angelo Martini degno della loro fiducia.

Chi di loro è abituato ad acquistare opere a fascicoli, di mano in mano che vengono alla luce, incominci ad acquistare il 1°, di 80 pagine in-4°, colla tenue spesa di lire 1,50. Potrà di già conoscere i pesi e le misure dell'Abissinia, di Acqui, di Aleppo in Turchia, delle due Alessandrie, di Algeri, di Alicante, di Amburgo, di Amoy in China, di Amsterdam, e così via dicendo fino a Berlino e Berna, con cui si termina il 1° fascicolo.

Il Programma dell'Editore ci dice che l'opera conterà di 8 fascicoli, ma che si può avere completa sottoscrivendosi per la somma di lire 10,50. G. S.

III.

Ministero dei Lavori Pubblici. — 1°. Catalogo dei lavori monografici, studi, disegni ed oggetti inviati all'Esposizione di Milano. — 2°. Cenni monografici sui singoli servizi dipendenti dal Ministero dei lavori pubblici per gli anni 1878-79-80.

Il *Catalogo* elegantemente stampato dalla tipografia Elzeviriana in Roma, si divide in tre parti: la 1ª comprende i Cenni monografici sui singoli Servizi dipendenti dal Ministero dei lavori pubblici; la 2ª comprende le Relazioni, disegni, documenti ed altri oggetti a corredo dei detti Cenni monografici; la 3ª comprende l'indice delle pubblicazioni e scritture varie degli ufficiali del Genio civile e delle Ferrovie dell'Alta Italia (44 delle prime, e 56 delle seconde).

Per l'Esposizione di Milano si è giudicato conveniente di aggiungere a quanto venne inviato a Parigi tutto ciò che di notevole fu fatto negli anni 1878-1879-1880, e quindi si presentarono all'Esposizione di Milano, in 12 distinti volumi, i Cenni monografici sui singoli Servizi dipendenti dal Ministero dei lavori pubblici, espressamente redatti per la circostanza dell'Esposizione universale di Parigi. E siccome le notizie in essi contenute si arrestano al 31 dicembre 1877, così furono queste completate a tutto il 1880 in un separato volume, che forma seguito ed appendice a quelli antecedentemente pubblicati.

E di questa *nuova pubblicazione* l'on. Ministro si compiacque di trasmetterci parimenti un esemplare da cui deduciamo le seguenti notizie sommarie relative alla importanza della gestione tecnica del Ministero dei lavori pubblici durante l'ultimo triennio.

Alla fine del 1880, le nostre *strade ordinarie* misuravano chilometri 117,480, di cui 8197 di strade nazionali, 27,286 di strade provinciali, ed 81,997 di strade comunali. Di tutte queste strade, durante l'ultimo triennio ne furono costruiti chil. 6297; e di questi, 507 lo furono direttamente dallo Stato, che concesse anche con più o meno larghi sussidii alla costruzione di 3356 chilometri di strade comunali obbligatorie.

Le *strade ferrate*, costruite in quest'ultimo periodo di tempo, sommano a 603 chilometri, di maniera che alla fine del 1880 esse raggiungevano la lunghezza di chil. 8600. Nel 1879 il numero complessivo dei viaggiatori fu di 30,405,347, ossia di 3662 per chilometro di lunghezza media esercitata, ed il prodotto rela-

tivo fu di L. 70,025,586. Le merci trasportate a grande ed a piccola velocità ammontarono rispettivamente a tonn. 396,843 ed 8,371,710, e si trasportarono anche 2,172,712 capi di bestiame.

Il servizio venne fatto con 119 locomotive a ruote libere, 707 a quattro ruote accoppiate, 510 a sei ruote accoppiate, ed 80 ad otto ruote accoppiate; con 440 carrozze per viaggiatori, e 23,679 carri da merci.

Le *tramvie* con trazione a vapore alla fine del 1877 misuravano appena chilometri 305; ma al 31 dicembre del 1880 se ne avevano già più di 700 in esercizio, 230 in costruzione, ed erano in corso le domande di concessione per 1150.

Alla fine del 1880, le *arginature dei fiumi*, in cura diretta dello Stato, misuravano chilometri 5811, di cui 2042 in frodo e 3769 in golena. Gli argini, insommergibili, raggiungono una lunghezza di chilometri 5423, e di essi 1814 vennero rialzati e sistemati a tutta grossezza dopo il 1872.

I *Consortii idraulici* continuano in Italia la loro splendida tradizione: durante l'ultimo triennio se ne costituirono 81, di maniera che, aggiunti a quelli anteriormente costituiti, al 31 dicembre 1880, si avevano 316,000 proprietà riunite in 963 Consortii idraulici, di cui 517 hanno per iscopo la difesa dalle inondazioni o corrosioni dei fiumi e torrenti, 303 lo scolo di basse campagne, 112 lo scolo e la difesa insieme, e 31 si prefiggono scopi diversi. La lunghezza totale dei corsi d'acqua appartenenti ai Consortii è di chil. 15,771, e per 6071 di essi corrono arginati. A mezzo di questi corsi d'acqua, o delle arginature di cui sono muniti, si difende dalle inondazioni una superficie di ettari 364,889, si provvede allo scolo di bassi terreni per l'estensione di ettari 1,237,295, e si garantiscono dalle acque, procurando in pari tempo un facile scolo, ettari 361,137 di ubertose campagne.

I *lavori di bonificazione*, a cura diretta ed indiretta dello Stato, ebbero anch'essi il loro sviluppo. Vi si diede opera in 25 località diverse, sparse in 13 provincie del regno. Furono compiuti gli studi pel bonificamento dell'Agro Romano, e vennero presentate al Parlamento leggi speciali per dare alle bonifiche un più valido impulso.

Tra i lavori eseguiti nei *Porti* durante l'ultimo triennio, hanno il primo posto quelli del porto di Genova. La nuova sistemazione di quel porto ebbe principio il 14 ottobre del 1877, ed alla fine del 1880 eransi già gettate 1,608,042 tonn. di pietre naturali, e n. 5,603 massi artificiali: queste opere importarono oltre 6 milioni di lire.

L'*illuminazione delle coste* fu anch'essa oggetto di cure speciali in questi ultimi anni. Con la legge 19 luglio 1879 vennero assegnati i fondi in 3 milioni di lire onde migliorare l'illuminazione stessa.

I più importanti di questi fari sono: quello all'isola del Tino, il cui fuoco luminoso a luce elettrica ed a gruppi di lampi si ergerà a 117 metri sul livello del mare, e rischiarerà tutto l'orizzonte per una distanza di 27 miglia marine; e quello a Punta di Maistra, che si innalzerà sopra una torre alta 45 metri sul comune marino. Questo faro illuminerà tutto l'orizzonte, avrà la portata di 20 miglia marine, ed incrocierà i suoi fuochi con quelli del faro di Sacca di Piave; oltre di ciò, fu disposto di aggiungere alla Punta di Maistra un'altra opera di completamento, mediante istituzione di una sirena a vapore, che segnali nelle notti più disastrose e più oscure i pericoli ai naviganti in quegli infidi paraggi.

Il servizio delle *Poste* ha progredito anch'esso in ogni sua parte. La Convenzione firmata a Parigi nel 1878 per l'Unione universale delle Poste, ed alla quale presero parte 33 Stati ed altri aderirono dappoi, compì l'opera iniziata a Berna nel 1874 con tanto plauso del mondo civile. Un altro rilevante progresso si ottenne con la Convenzione del 1880 per lo scambio dei piccoli pacchi.

Gli Uffici postali nel regno aumentarono nell'ultimo triennio di 224, raggiungendo così il numero di 3337. Il numero delle corrispondenze in un anno raggiunse la cifra di 143,587,000 per le lettere, di 19,889,000 per le cartoline, e di 143,729,000 per le stampe. Il numero dei vaglia emessi nel 1880 fu di 3,896,529 per l'importo di L. 483,831,051, quello dei vaglia pagati fu di 4,208,624 per l'importo di L. 499,473,118. Il numero dei libretti postali di risparmio, alla fine del 1880, raggiunse la cifra di 339,772, mentre la somma a credito dei depositanti ammontava a 45 milioni di lire in cifra tonda.

Per quanto si riferisce al *servizio telegrafico*, ecco le cifre che ci dimostrano il suo progresso. Alla fine del 1877, lo sviluppo dei fili misurava chil. 80,596, ed alla fine del 1880 raggiunse i chil. 85,734. I nuovi Uffici aperti al pubblico furono nell'ultimo triennio 294; di modo che alla fine del 1880, il numero totale degli Uffici era di 1534, oltre a 31 posti semaforici. Nel 1878 vennero fatti esperimenti per l'applicazione dei telefoni, e gli esperimenti stessi vennero proseguiti negli anni seguenti. Questo servizio comincia anch'esso a prendere un certo sviluppo nelle principali città del regno.