

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 ed Editori.

COSTRUZIONI METALLICHE

NOTA SUL COLLAUDO DI UN PONTE IN FERRO SULLA DORA RIPARIA DELLA LINEA TORINO-LANZO.

13 AGOSTO 1898

(Veggansi le *Tac.* IX e X)

A monte del grandioso arco in pietra, opera insigne dell'ing. Mosca, la Dora è attraversata obliquamente da un ponte in ferro, costruito da una Società francese fin dall'anno 1867.

L'impalcatura inferiore è portata da due travi parallele con graticcio a parete doppia, continue su due pile intermedie, e rinforzate in corrispondenza di esse e delle spalle del ponte da robusti telai a parete piena lunghi m. 0,80. Gli appoggi estremi e quello collocato sulla pila più vicina alla città sono scorrevoli con quattro rulli cilindrici ciascuno di 15 cm. di diametro. La registrazione si ottiene col solito sistema di cunei.

Le lunghezze delle tre campate, misurate fra gli assi degli appoggi intermedi e i rulli interni dei carrelli situati sulle spalle, sono rispettivamente:

$$l_1 = m. 20,24 \quad l = m. 20,64 \quad l_2 = m. 20,24.$$

I correnti di ciascuna trave principale constano ognuno (Tav. IX, fig. 1) di due anime verticali in lamiera e di due ferri d'angolo inchiodati esternamente ad esse. All'ala orizzontale di ciascun ferro d'angolo sono applicate le piattabande in numero di tre al massimo, distribuite parzialmente sulla lunghezza della trave, come indica chiaramente lo schema quotato.

Il graticcio, costruito con quattro tipi di cantonali:

$$\frac{100.100}{12} \quad \frac{80.80}{10} \quad \frac{70.70}{8} \quad \frac{65.50}{6},$$

risulta di due reticolati di aste, giacenti in piani paralleli, che si collegano ciascuno ad una coppia di anime verticali dei correnti. Il piano medio della trave non è però piano di simmetria; poichè i due ferri d'angolo, costituenti nel loro insieme una diagonale dello schema, sono l'uno interno l'altro esterno alle due anime d'ogni corrente; sicchè l'asse geometrico della diagonale non giace in detto piano.

Le aste esterne di ciascuna parete del graticcio sono tronche in corrispondenza degli appoggi, e s'inchiodano alle lamiere che ne costituiscono i telai di rinforzo. Le aste interne invece non presentano alcuna interruzione, con vantaggio notevole per l'omogeneità della trave.

I nodi più alti e più bassi del graticcio non cadono sugli assi geometrici dei correnti superiore ed inferiore, per lasciar posto ai rinforzi destinati al collegamento delle anime verticali ed all'attacco dei traversi, i quali riescono così appesi al di sotto delle travi principali in corrispondenza dei nodi accennati.

Risulta quindi la distanza fra due traversi consecutivi uguale alla diagonale delle maglie del graticcio, cioè di m. 1,29: e lo schema della trave è così fatto, che non si hanno traversi nè in corrispondenza degli appoggi, nè delle mezzerie delle campate.

Le rotaie a scartamento normale coronò su longarine in legno di cm. 34 × 15, sicchè il piano del ferro è assai poco sopraelevato sugli appoggi del ponte; ma la piccola altezza delle travi principali rende impossibile ogni collegamento fra i correnti superiori.

Mancava in oltre inferiormente qualsiasi controventatura, dal che una notevole deformabilità del ponte in senso orizzontale, che dette luogo a rilevanti spostamenti sugli appoggi estremi prodotti dal passaggio dei treni. In vero le locomotive per l'obliquità del manufatto debbono incontrar prima la trave situata dalla parte dell'angolo ottuso, e deformare sopra tutto le campate estreme, mutando l'asse rettilineo in una spezzata trilatera.

L'ingegnere Sapegno della Rete Mediterranea, chiamato dalla Società per tentare un raddrizzamento stabile delle travate, principiò dal controventare la campata di mezzo; poi, ricondotti gli appoggi estremi del ponte nella posizione voluta, senza deformare in curva gli assi delle travi principali, poté ultimare felicemente il restauro.

Per collaudare il lavoro eseguito si procedette alle solite prove statiche e dinamiche per mezzo di un treno di tre locomotive di noto peso. Fu applicato nella mezzeria del ponte un apparecchio atto a registrare gli spostamenti orizzontali, esposto dalla Società Italiana per le Strade ferrate Meridionali nella Sezione dei Lavori Pubblici della Mostra nazionale di Torino.

Dalle indicazioni di questo strumento, che furono assai soddisfacenti, dipendeva essenzialmente il risultato del collaudo; insieme però furono applicati altri apparecchi flessimetri e micrometri, gentilmente concessi dalla stessa Società, per misurare la freccia d'incurvamento della campata di mezzo, e le deformazioni elastiche di alcune fra le membrature soggette ai maggiori sforzi.

Le indicazioni di questi apparecchi nella prova statica potevano essere prevedute colla massima precisione per mezzo di calcoli; ed io fui incaricato di prepararli dal chiarissimo professore Guidi, Insegnante di Scienza delle Costruzioni alla Scuola degli Ingegneri, che intervenne al collaudo con parecchi allievi.

Il procedimento grafico seguito, che concorda coi risultati sperimentali, non è che l'applicazione del metodo esposto nelle sue lezioni (*).

Esso permette la soluzione esatta del problema, poichè tiene conto delle deformazioni prodotte dallo sforzo di taglio e della variazione della sezione.

Ecco in che cosa consiste il principio, che riassumo brevemente, per comodo di chi legge, dal libro citato.

(*) Cfr. C. GUIDI, *Lezioni sulla Scienza delle Costruzioni*. — Parte quarta. — *Tecnia dei Ponti*. Seconda edizione. Torino, 1897.

Le quantità staticamente indeterminate, che con questo metodo si scelgono come incognite immediate nel problema della trave continua ad n appoggi, sono le reazioni di $n - 2$ di essi. Immaginando tolti gli $n - 2$ appoggi, si costruiscano le curve elastiche della trave semplicemente appoggiata sui due soli rimasti per un carico *uno* applicato successivamente in corrispondenza dei vari appoggi soppressi.

Il teorema di Maxwell permette allora di scrivere per una condizione qualunque di carico tante equazioni lineari indipendenti, quante sono le reazioni incognite, supposti noti i cedimenti effettivi degli appoggi tolti sotto la congiungente dei due soli rimasti. Il problema sarà così risolto per la condizione di carico supposta; ma è anche facile dedurre dalle curve elastiche tracciate le linee d'influenza per lo sforzo di taglio e pel momento flettente relative ad una sezione qualsiasi della trave.

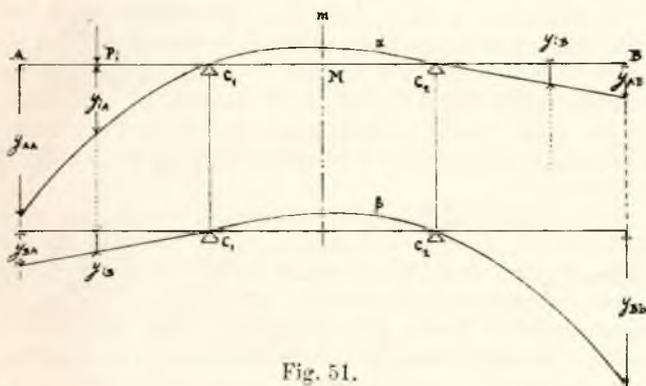
Volendo poi costruire una linea capace di dare la freccia d'incurvamento di una campata per una posizione qualunque del carico, si applichi sulla mezzeria della campata stessa un peso *uno*, si cerchino col metodo indicato le reazioni degli appoggi; poi, costruito il diagramma dello sforzo di taglio e del momento flettente, si deduca con uno dei metodi Saviootti o Mohr la linea elastica deformata della trave.

Essa, pel principio di reciprocità già citato, è la linea d'influenza della freccia d'incurvamento cercata.

*

Il metodo si semplifica assai nel caso di una trave simmetrica a tre luci qual è quella del ponte collaudato.

Gli appoggi che conviene sopprimere per costruire le linee d'influenza dello sforzo di taglio e del momento flettente per una sezione qualsiasi sono gli appoggi estremi A e B. Allora le linee elastiche α e β della trave *principale* (fig. 51) per



un carico *uno* applicato prima in A poi in B sono simmetriche l'una dell'altra rispetto alla verticale per la mezzeria del ponte.

Quindi basta costruire una di esse, per esempio la α ; e supposti nulli, come qui era il caso, i dislivelli degli appoggi scrivere per un sistema di carichi P, le due equazioni seguenti:

$$\sum_i P_i y_{iA} - A y_{AA} - B y_{AB} = 0$$

$$\sum_i P_i y_{iB} - A y_{BA} - B y_{BB} = 0$$

Ovvero, essendo $y_{BB} = y_{AA}$ e $y_{BA} = y_{AB}$,

$$\begin{cases} \sum_i P_i y_{iA} - A y_{AA} - B y_{AB} = 0 \\ \sum_i P_i y_{iB} - A y_{AB} - B y_{AA} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Ove le y_A sono le ordinate della curva α sotto i carichi P_i , e le y_B quelle della β sotto gli stessi carichi; o, ciò che fa

lo stesso, le ordinate della α corrispondenti alle verticali simmetriche alla β ; rispetto alla mezzeria della trave (*).

Dalle (1) si deducono i valori delle reazioni A e B, che debbono sempre esser determinati univocamente dal sistema di equazioni scritte, poichè si tratta di un problema meccanico, che non può ammettere indeterminazione.

Del resto nel caso di una trave simmetrica il determinante dei coefficienti delle incognite è certo diverso da zero, poichè si ha sempre $y_{AA} > y_{AB}$.

Se poi il sistema di carichi si riduce ad uno solo $P=1$, applicato in un punto M qualsiasi della trave risulta:

$$A = K_A (y_{MA} - K' y_{MB}) \quad (2)$$

Ove K_A e K' sono quantità indipendenti dalla posizione del carico: e quest'uguaglianza ci dice che la reazione dell'appoggio A, quando il mobile percorre la trave, è proporzionale alle ordinate della α diminuite di quelle della β moltiplicate queste ultime pel coefficiente K' . Finalmente se il carico P viene sulla mezzeria della campata centrale le (1) si riducono alla:

$$P y_m - A y_{AA} - A y_{BB} = 0$$

dovendo essere per ragioni di simmetria $B = A$.

Se ne ricava subito:

$$A = P \frac{y_m}{y_{AA} + y_{BB}} \quad (3)$$

*

Per tracciare la curva elastica della trave principale per un carico unitario applicato in A, volendo tener conto della variazione della sezione, si calcolarono i momenti d'inerzia rispetto all'asse baricentrico orizzontale dei quattro tipi di sezione, ottenuti considerando i correnti prima sprovvisti, poi forniti di una, due, o tre piattabande.

Non tenendo conto dell'indebolimento prodotto dalla chiodatura, come si usa fare nel calcolo delle deformazioni, si ricavò colle dimensioni segnate nella figura:

- $I_1 = 1\,034\,792 \text{ cm}^4$
- $I_2 = 1\,438\,805 \text{ »}$
- $I_3 = 1\,850\,899 \text{ »}$
- $I_4 = 2\,271\,152 \text{ »}$

Quanto al graticcio, trattandosi di un tipo a doppia parete, si calcolarono le sezioni delle diagonali raddoppiando le aree corrispondenti ai ferri d'angolo impiegati; e si ottenne:

$$\omega_1 = 45,12 \text{ cm}^2 \quad \omega_2 = 30,00 \text{ cm}^2 \quad \omega_3 = 21,12 \text{ cm}^2 \quad \omega_4 = 13,08 \text{ cm}^2$$

pei diversi tronchi indicati nello schema cogli stessi indici.

La caratteristica è incerta, poichè, come fu già osservato, i nodi più alti e più bassi del graticcio non cadono sugli assi geometrici dei correnti superiore ed inferiore.

Comunque, dividendo l'altezza compresa fra le orizzontali medie degli attacchi:

$$\text{cm. } 200 - 2(16,5) = \text{cm. } 167$$

(*) È notevole che le equazioni scritte altro non sono che l'equazione dei lavori per le forze esterne relative alla condizione effettiva di carico e per gli spostamenti dovuti ad un'altra condizione di carico e di posa fittizia, che fu scelta perchè con essa si è resa la trave staticamente determinata, e fu quindi possibile ricercarne le quantità che ci occorrono nel calcolo. Era del resto prevedibile questa coincidenza, poichè il teorema di Maxwell, che ci ha permesso di scrivere le (1) si deduce direttamente dal principio dei lavori virtuali.

per la semidiagonale verticale d'una maglia del graticcio si ottiene:

$$n = \frac{167}{\frac{1}{2} \cdot 129} = 2,5 \infty$$

che assumeremo come caratteristica.

*

Curva elastica della trave principale dovuta al solo momento flettente per un carico di 100^t applicato in A. — Il diagramma del momento flettente è il triangolo funicolare delle tre forze in equilibrio applicate alla trave: il carico in A e le reazioni degli appoggi c_1 e c_2 (Tav. IX, fig. 2).

Preso quindi come prima distanza polare una forza $H=100^t$, l'ordinata del vertice V sulla verticale di c_1 (a cui corrisponde un momento $-100 l_1$) è un segmento, che, letto nella scala delle lunghezze, vale:

$$l_1 = m. 20,24.$$

Il momento flettente per una sezione qualsiasi della terza campata è naturalmente uguale a zero, quindi la curva elastica si manterrà rettilinea.

Dal diagramma dei momenti si deduce quello delle curvature nel caso di sezione variabile, scegliendo come tipo di riferimento una sezione qualunque, per esempio quella di momento d'inerzia I_1 minimo, e moltiplicando le ordinate del diagramma nei tratti in cui la sezione è diversa pel rapporto del momento d'inerzia I_1 fissato come termine di confronto a quello che le compete.

Dai risultati ottenuti si ricavò:

$$\frac{I_1}{I_2} = 0,719 \quad \frac{I_1}{I_3} = 0,560 \quad \frac{I_1}{I_4} = 0,456$$

e si ottenne il diagramma discontinuo delle curvature segnato a linee intere.

La linea elastica dovuta al solo momento flettente è la seconda linea integrale della spezzata testè costruita; e il rapporto di affinità fra quella che si otterrà nel disegno e l'effettiva è dato da:

$$\xi = \frac{EI}{H \lambda_1 \lambda_2}.$$

Ove E, modulo di elasticità normale del ferro impiegato, è uso di ritenere in queste ricerche costantemente di 2000^t per cm² (*); I è nel nostro caso il momento d'inerzia $I_1 = 1\,034\,792$ cm⁴ della sezione di riferimento prescelta; H è la prima distanza polare presa uguale a 100^t; λ_1 e λ_2 sono le distanze da assumersi nelle due integrazioni grafiche, in modo di ottenere per ξ un valore conveniente.

Esse, per l'omogeneità della formola, devono essere due lunghezze.

Si fissò $\xi = 12,5$, sicchè, essendo la scala del disegno $\frac{1}{250}$, le ordinate della curva riusciranno $\frac{1}{20}$ del vero: presi allora:

$$\lambda_1 = \text{cm. } 1600 \quad \lambda_2 = \text{cm. } 1034,792$$

l'uguaglianza scritta è identicamente soddisfatta.

La costruzione grafica non presenta omai difficoltà: proiettate le ordinate medie delle varie striscie trapezie del diagramma delle curvature parallelamente alla retta di base orizzontale e sulla verticale per C_2 , si prenda il polo P_1 alla

distanza λ_1 letta nella scala delle lunghezze, e si eseguisca la prima integrazione, costruendo il diagramma p_1 delle inclinazioni.

Ripetuta l'operazione per questo diagramma col polo in P_2^t distante di λ_2 dalla verticale per A (sulla quale sono segnate le altezze medie delle striscie di p_1) si ottenne la linea elastica p_2^t , le cui ordinate vanno contate dalla retta che congiunge i suoi punti d'intersezione $C_2'K$ colle verticali degli appoggi C_1 e C_2 intermedi.

Per avere una retta di base orizzontale bastò spostare il polo P_2^t in P_2 parallelamente alla punteggiata da proiettarsi, in modo che il raggio P_2 riuscisse parallelo al lato $C_1'T$ secondo la notissima costruzione.

La linea p_2 ottenuta col nuovo polo è la linea elastica nella posizione voluta.

Curva elastica della trave principale dovuta al solo sforzo di taglio per lo stesso carico di 100^t in A. — Lo scorrimento $d y_2$ prodotto in una sezione dal taglio si calcola, uguagliando il lavoro della forza esterna T al lavoro di deformazione della trave (*).

Il primo, supponendo che la sollecitazione cresca gradatamente dal valore zero al valore finale, è:

$$\frac{1}{2} T d y_2;$$

il secondo per una trave a graticcio simmetrico di caratteristica n , di sezione ω , con angolo d'inclinazione α , vale:

$$\frac{1}{2 n E \sin \alpha \cos^2 \alpha} \frac{T^2 d x}{\omega}.$$

Dall'uguaglianza delle due espressioni si ricava, integrando fra l'ascissa zero e la x , l'ordinata corrente della linea elastica dovuta al solo sforzo di taglio:

$$y_2 = \frac{1}{n E \sin \alpha \cos^2 \alpha} \int_0^x \frac{T d x}{\omega}$$

ovvero, prendendo anche qui un'area ω_1 di riferimento, posto $\frac{\omega}{\omega_1} = \delta$:

$$y_2 = \frac{1}{n E \sin \alpha \cos^2 \alpha \omega_1} \int_0^x \frac{T d x}{\delta},$$

cioè, integrando graficamente il diagramma dello sforzo di taglio, le cui ordinate siano state divise pel numero δ definito, relativo ad ogni tronco, si ottiene una linea affine alla linea elastica con rapporto di affinità:

$$\xi' = \frac{n E \sin \alpha \cos^2 \alpha \omega_1}{H_1}$$

se H_1 è la distanza polare adottata, letta sulla scala delle forze.

Volendo le ordinate di questa linea in scala decupla delle precedenti, si pose $\xi' = 125$, e si ottenne, essendo le diagonali del graticcio inclinate a 45°:

$$H_1 = \frac{2,5 \times 2000 \times 45,12}{\sqrt{2} \times 2 \times 125} = 637,997.$$

Scelto nella scala delle forze un cm. a rappresentare 50 t., si costruì il diagramma $amnstc_2''$ dello sforzo di taglio, dal quale si dedusse il diagramma deformato segnato con linee piene, moltiplicandone le ordinate per i valori

(*) In ogni caso se risultasse positivamente un valore E, diverso per la travata sperimentata, basterà moltiplicare le ordinate delle costruzioni grafiche pel rapporto $\frac{E}{E_1}$.

(*) Cfr. C. GUIDI, *Lezioni sulla scienza delle costruzioni*. parte seconda.

$\frac{1}{\delta}$ calcolati per i diversi tronchi, facendo i rapporti della sezione ω_1 alle sezioni corrispondenti:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = 1,504 \quad \frac{\omega_1}{\omega_3} = 2,14 \quad \frac{\omega_1}{\omega_4} = 3,45.$$

Poi proiettate le altezze delle striscie sulla verticale per C_1 , e preso il polo P_3^t comunque, purchè distante da essa della quantità H_1 calcolata, si tracciò, partendo da c_2'' , il tratto di linea integrale p_3^t compresa fra le verticali degli appoggi intermedi. Se l'estremo k_1 non cade in c_1'' , com'è il caso, si sposta anche qui il polo P_3^t , parallelamente alla punteggiata da proiettarsi, in P_3 , tale che sia soddisfatta la condizione di aver gli appoggi a livello, e si descrive la linea elastica p_3 dovuta al solo sforzo di taglio.

La somma algebrica delle ordinate corrispondenti delle due linee, ridotte alla medesima scala, dà le ordinate della linea elastica definitiva α della trave principale, appoggiata in c_1 e c_2 , e caricata in A da un peso di 100^t.

Diagramma d'influenza per la reazione d'appoggio A della trave continua. — Ricavando dalle equazioni generali la (2) nel caso di un solo carico unitario applicato ad un punto M qualunque della trave, si è osservato che la linea d'influenza della reazione dell'appoggio A aveva ordinate proporzionali alla differenza fra quelle della linea α e quelle della β , moltiplicate queste ultime per un coefficiente K' indipendente dalla posizione del carico (*).

Ora la β non è che la α ribaltata di 180° sul proprio piano intorno alla verticale condotta per la mezzzeria della trave, e il coefficiente K' dev'essere tale che le ordinate del diagramma d'influenza in corrispondenza degli appoggi C_1 C_2 e B siano uguali a zero, poichè quando un carico insiste su di essi la reazione A è naturalmente nulla.

Basterà dunque (fig. 52) tracciare una linea β' affine alla curva β simmetrica della α rispetto alla verticale per M,

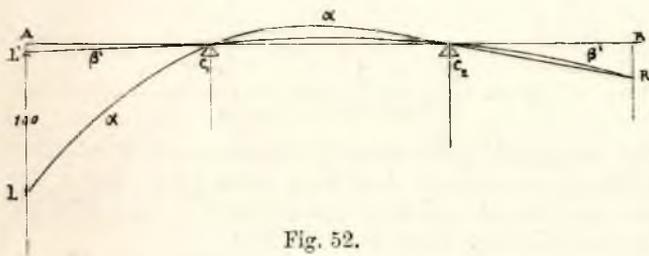


Fig. 52.

che passi per C_1 C_2 ed B, abbia cioè per ordinata y_{nB} un segmento uguale ad y_{AB} ; e a tale scopo è sufficiente moltiplicare la distanza polare che ha servito alla costruzione

$$\text{della } \alpha \text{ pel rapporto } \frac{1}{K'} = \frac{y_{AA}}{y_{AB}}.$$

Nel caso nostro la linea α si ottiene come somma delle p_2 e p_3 ; bisogna quindi moltiplicare per detto rapporto tanto la distanza polare λ_2 quanto la H_1 che servono al loro tracciamento, e prendere i nuovi poli sulle perpendicolari stesse alle punteggiate da proiettarsi condotte dai poli P_2 e P_3 già usati, ma da bande opposte per ottenere le curve, dalla cui somma si ricaverà la β' cercata.

Sovrapponendo la β' alla α risulta nell'area compresa fra le due linee il diagramma d'influenza della reazione d'ap-

poggio A, che si ottiene per un carico 1 leggendo il segmento intercetto sulla verticale del carico fra le α e β' .

Convieni però che la scala in cui si leggono questi segmenti sia comoda; per esempio, che l'unità sia rappresentata da 100 mm. Allora dovrà essere:

$$L L' = y_{AA} - K' y_{AB} = 100 \text{ mm.}$$

dalla quale uguaglianza, con un breve calcolo svolto nel libro citato, che non è qui il caso di ripetere, si deduce che le distanze polari λ_2' ed H_2' da assumersi per tracciare la nuova linea α si esprimono in funzione di quelle già adottate nelle costruzioni fatte colle relazioni:

$$\lambda_2' = \frac{\lambda_2}{100} \frac{y_{AA}^2 - y_{AB}^2}{y_{AA}} \quad H_2' = \frac{H_2}{100} \frac{y_{AA}^2 - y_{AB}^2}{y_{AA}}.$$

Le distanze λ_2'' ed H_2'' , che si devono adottare per costruire la β' , stanno sempre a λ_2' ed H_2' nel solito rapporto:

$$\frac{1}{K'} = \frac{y_{AA}}{y_{AB}}.$$

Sostituendo ad y_{AA} ed y_{AB} i valori dedotti col sommare algebricamente le ordinate estreme delle linee p_2 e p_3 già costruite, per le quali bisogna rammentare che la seconda fu tracciata con un rapporto di affinità decuplo della prima, si ottiene:

$$\lambda_2' = \frac{(99,8 + 4,9)^2 - (30 - 1)^2}{99,8 + 4,9} \frac{\lambda_2}{100} = 0,967 \times 1034,79 = \text{cm. } 1000,64$$

$$e \quad \lambda_2'' = \frac{1}{K'} \lambda_2' = \frac{99,8 + 4,9}{30 - 1} \lambda_2' = 3,61 \times 1000,64 = \text{cm. } 3612,31.$$

Portata allora sulla verticale m per M (Tav. X) la punteggiata proiezione delle altezze medie delle striscie del diagramma delle inclinazioni p_1 , e tracciata l'orizzontale passante pel polo P_2 nella sua posizione relativa alla punteggiata, si prendano su di essa alla destra P_2' , alla sinistra P_2'' , distanti rispettivamente λ_2' e λ_2'' da m , e si costruiscano i poligoni d'integrazione p_2^α e p_2^β .

Altrettanto si poteva fare per le linee elastiche dovute allo sforzo di taglio; ma per non eccedere nella lunghezza delle distanze polari si portò sulla verticale n la punteggiata da proiettarsi, ridotta graficamente nel rapporto:

$$\frac{1}{0,967 \times 3,61}$$

Poi si collocarono i poli P_3' e P_3'' rispettivamente alle distanze $\frac{H_1}{3,61}$ ed H_1 dalla punteggiata, lette nella stessa scala delle forze che si era scelta nelle precedenti costruzioni (Tav. IX), e si tracciarono i poligoni di integrazione p_3^α e p_3^β .

La somma algebrica delle ordinate di p_2^α e p_3^α ; p_2^β e p_3^β , tenendo conto del diverso rapporto di affinità, fornì le ordinate delle linee α e β' , che per verifica debbono passare per lo stesso punto R e comprendere sulla verticale per A un segmento uguale a 100 mm., come ci eravamo proposto.

Dal diagramma d'influenza ottenuto posso dedurre subito la reazione dell'appoggio A per un carico di 100^t applicato sulla mezzzeria della trave. Vi corrisponde nel disegno una ordinata di 8 mm., mentre l'unità è rappresentata da 100 mm.; si ha quindi:

$$A = \frac{-8}{100} 100t = -8t \infty.$$

(*) Vedi anche per quanto segue l'opera citata, parte quarta, *Teoria dei ponti*.

Volendo ricavare dalla costruzione grafica una verifica del valore ottenuto, che ci occorrerà nella ricerca della linea d'influenza per la freccia d'incurvamento della campata centrale, si ricorra alla (3). Sostituiti ad y_m , y_A , y_B i valori letti sul disegno, risulta:

$$A = -100 \frac{10,75}{99,8 + 4,9 + 30 - 1} = -8,04 (*)$$

*

La ricerca delle sollecitazioni massime, prodotte in una sezione qualsiasi dal passaggio di un carico accidentale, va limitata (trattandosi di una trave a carico indiretto, alle sezioni in corrispondenza dei traversi e degli appoggi; poichè per tutte le sezioni di un intervallo, data una posizione del carico, lo sforzo di taglio dovuto ad esso è costante, e il momento varia da sezione a sezione con un'unica legge lineare, sicchè i suoi valori massimi e minimi non possono verificarsi che agli estremi del campo stesso.

Il problema sarà quindi ridotto ad una semplice serie di tentativi assai facili e spediti, qualunque sia il carico che si vuol prendere in esame, quando avremo costruito i diagrammi d'influenza per tutte le sezioni corrispondenti agli attacchi dei traversi ed agli appoggi di una metà della trave.

*

Diagramma d'influenza dello sforzo di taglio per una sezione S_i della prima campata. — Coincide col diagramma d'influenza per la reazione dell'appoggio A finchè il carico è alla destra della sezione. Quando esso trovasi alla sinistra bisogna dedurlo dalla reazione A per calcolare lo sforzo di taglio; il che si fa graficamente conducendo da L la LT_i , parallela alla $L'C_1$ fino alla verticale passante per la sezione S_i , e considerando l'area racchiusa nel poligono intrecciato $L T_i T'_i C_1 C_2 R$ come diagramma d'influenza, negativo nel primo e nel terzo campo, positivo nel secondo e nel quarto (Tav. X, fig. 5).

L'ordinata compresa fra le linee che limitano il diagramma, letta in decimetri sulla verticale del carico, va moltiplicata pel peso espresso in quell'unità di forza in cui si desidera lo sforzo di taglio.

Diagramma d'influenza del momento flettente per una sezione S_i della prima campata distante x_i dall'appoggio di sinistra. — Coincide anch'esso col diagramma d'influenza della reazione A, finchè il carico è alla destra della sezione, se si assume come coefficiente della superficie l'ascissa x_m . Pel tratto a sinistra di S_i invece la superficie d'influenza va limitata superiormente dalla retta $L T'_i$, le cui ordinate contate dalla $L' T'_i$, valgono $1 \frac{u}{x_i}$, cioè il momento nega-

(*) È interessante confrontare questo valore esatto con quello approssimato dedotto dalla teoria nella quale si trascurano le deformazioni prodotte dal taglio, e si suppone la trave di sezione costante. Valendosi, per esempio, dell'equazione di Clapeyron, applicata alla prima e seconda campata lunghe l_1 ed l rispettivamente, detto M il momento sui due appoggi intermedi, si ha per un carico P insistente sulla mezziera della trave:

$$2(l_1 + l)M + lM = -\frac{3}{8} P l^2.$$

E sostituendo i noti valori:

$$l_1 = m. 20,24 \quad l = m. 20,64 \quad P = t. 100$$

si ottiene:

$$M = -156,05 \text{ t. m.}$$

e quindi:

$$A = -7,71 \text{ t.}$$

valore errato per difetto del 4,10 %.

tivo della forza 1 distante u dalla sezione, ridotto alla base x_i .

Il diagramma risulta di tre campi, il primo ed il terzo positivi, il secondo negativo.

Come caso speciale il diagramma d'influenza del momento sull'appoggio C_1 si ottiene tirando la LC_1 . Siccome però non c'è traverso in corrispondenza dell'appoggio, si sostituisce alla spezzata xC_1y la retta xy , che ne congiunge le intersezioni colle verticali dei traversi adiacenti; poichè la variazione del momento in C_1 mentre il carico percorre il campo sovrastante, deve aver luogo con legge lineare, qualunque sia l'andamento della linea d'influenza (*).

*

Diagramma d'influenza del momento flettente in una sezione S_m della seconda campata distante x_m ed x'_m dagli appoggi C_1 e C_2 . — Se si considera il diagramma del momento flettente d'una campata intermedia l d'una trave continua, come differenza fra quello che si avrebbe supposta la trave interrotta sugli appoggi (superficie semplice dei momenti) e il trapezio avente per ordinate estreme i momenti M_1 ed M_2 sugli appoggi stessi, si deduce subito per una sezione S_m qualsiasi:

$$M_m = M_{0m} + M_1 + \frac{M_2 - M_1}{l} x_m (**)$$

E, preso come coefficiente della superficie d'influenza x_m :

$$\frac{M_m}{x_m} = \frac{M_{0m}}{x_m} + \frac{M_1}{l} \frac{x'_m}{x_m} + \frac{M_2}{l}$$

Ora il diagramma d'influenza del momento sull'appoggio C_1 testè costruito, ci dà appunto colle sue ordinate i valori di $\frac{M_1}{l_1}$, e colle ordinate simmetriche rispetto alla verticale per la mezziera della trave quelli di $\frac{M_2}{l_1}$.

Da questi ultimi, moltiplicati pel rapporto $\frac{l_1}{l}$, si deducano una volta per tutte i valori di $\frac{M_2}{l}$; dai primi, eseguendone per ogni sezione S_m presa in esame il prodotto per $\frac{l_1}{l} \frac{x'_m}{x_m}$, si ricava $\frac{M_1}{l} \frac{x'_m}{x_m}$.

Poi, costruita per la sezione S_m la spezzata d'influenza del momento flettente M_{0m} , supponendo che la campata a

(*) In generale, se un carico P insiste in un punto intermedio di un campo di ampiezza l a distanze x ed $l-x$ dai traversi, essi trasmettono alla trave due pressioni uguali a $\frac{P(l-x)}{l}$ e $\frac{Px}{l}$ rispettivamente. Si dovrebbe quindi tener conto delle ordinate y_a ed y_b della linea d'influenza, misurate sulle verticali dei traversi, e moltiplicarle pel coefficiente della spezzata e per le componenti del carico P, ovvero sostituire alla linea d'influenza nel tratto considerato un'altra linea, avente in comune con essa gli estremi, e di ordinata y , tale che:

$$Py = \frac{P(l-x)}{l} y_a + \frac{Px}{l} y_b$$

cioè:

$$y = x \frac{y_b - y_a}{l} + y_a$$

che è l'equazione d'una retta, e ci dice che per le travi a carico indiretto bisognerebbe a rigore sostituire ad ogni linea d'influenza la spezzata inscritta coi vertici sulle verticali dei traversi.

(**) Cfr. C. GUIDI, *Lezioni sulla scienza delle costruzioni*, parte quarta: *Teoria dei ponti*.

cui appartiene sia una trave semplicemente appoggiata agli estremi, si tracci la linea di equazione:

$$y = \frac{M_1}{l} \cdot \frac{x'_m}{x_m} + \frac{M_2}{l}$$

valendosi dello stesso asse delle ascisse, ma portando le ordinate positive in senso opposto a quelle del diagramma di M_{0m} .

L'area compresa fra questa linea e la spezzata è per l'uguaglianza scritta il diagramma del momento flettente, con coefficiente x_m .

Si noti poi che, trattandosi di trave a carico indiretto, si può con tutto rigore limitare le operazioni accennate alle sezioni collocate in corrispondenza dei traversi, poichè in ogni campo la linea d'influenza va sostituita dal segmento di retta che ne congiunge gli estremi.

I diagrammi *abcde* tracciati nella Tavola X corrispondono alle sezioni VIII', VI', IV', III', I' della campata centrale. I primi tre, relativi a sezioni comprese fra le verticali dei punti fissi I e K sono positivi per tutta la lunghezza della campata di mezzo. Gli ultimi due, corrispondenti a sezioni esterne al tratto IK sono positivi alla sinistra e negativi alla destra della verticale pel corrispondente punto di carico, poichè ci troviamo nella metà sinistra della trave.

Nelle campate estreme i diagrammi d'influenza hanno segno opposto a quello che compete al tratto di campata centrale adiacente.

Le spezzate d'influenza per i momenti M_{0m} furono costruite per le sezioni VIII', VI', IV', rappresentando l'unità di forza con un segmento lungo 10^m, per la III' con uno di 5^{cm}, per la I' con uno di 2^m.

Nella stessa scala naturalmente furono portate le ordinate delle poligonali ottenute col metodo indicato.

Si eseguirono rapidamente con un regolo calcolatore i prodotti delle ordinate lette sul diagramma d'influenza del momento M_1 per i coefficienti $\frac{l_1}{l}$ ed $\frac{l_1}{l} \frac{x'_m}{x_m}$, che valgono:

$$\frac{l_1}{l} = 0,981,$$

$$\frac{l_1}{l} \frac{x'_m}{x_m} = 1,11 \quad 1,87 \quad 3,50 \quad 5,29 \quad 30,40$$

rispettivamente per le sezioni VIII', VI', IV', III' e I'.

Il coefficiente $u = x_m$ d'ogni diagramma è dato in metri accanto alla figura stessa.

*

Diagramma d'influenza per lo sforzo di taglio in una sezione S_m della seconda campata. — Dall'equazione (4), considerata come espressione del momento nella sezione di ascissa x_m corrente della trave per una condizione di carico fissata (saranno dunque costanti M_1 ed M_2 e varierà col'ascissa M_{0m}) si deduce, derivando rispetto ad x_m :

$$T_m = T_{0m} + \frac{M_2 - M_1}{l}$$

Cioè lo sforzo di taglio in una sezione qualunque della campata centrale vale quello che si avrebbe in una trave lunga quanto la campata, semplicemente appoggiata agli estremi, più il rapporto fra la differenza dei momenti sugli appoggi e la lunghezza l .

Questo secondo termine non dipende dall'ascissa x_m della sezione, quindi la linea da sovrapporre al diagramma dello sforzo di taglio T_{0m} è la stessa per tutte le sezioni; anzi nel caso della campata centrale d'una trave simmetrica è simmetrica essa pure rispetto al punto di mezzo della trave. Bastò quindi calcolarne le ordinate per una metà sola.

Il diagramma costruito nella tavola, rappresentando la unità di forza con 10^m, si riferisce alla sezione VI'. Ma dopo quanto si è detto, è chiaro che, arrestando i lati obliqui della spezzata d'influenza di T_{0m} alla verticale corrispondente ad un altro traverso, si ottiene subito il diagramma relativo alla sezione corrispondente della trave.

*

Naturalmente, trattandosi di una trave a correnti paralleli e graticcio multiplo, i diagrammi d'influenza del momento flettente nelle diverse sezioni sono al tempo stesso diagrammi d'influenza per le tensioni unitarie massime, che hanno luogo nelle fibre più lontane dall'asse neutro, se si divide il coefficiente pel modulo di resistenza della sezione.

Così pure, accettando la teoria approssimata colla quale si calcolano gli sforzi nelle diagonali di un graticcio, potremo considerare come diagramma d'influenza per una di esse il diagramma dello sforzo di taglio relativo alla sezione corrispondente alla verticale pel punto di mezzo dell'asta. Il coefficiente andrà moltiplicato per $\frac{\sec \alpha}{n}$.

*

Dai diagrammi d'influenza costruiti si possono dedurre le sollecitazioni massime generate nelle sezioni in corrispondenza dei traversi e degli appoggi dal passaggio di un carico accidentale qualsiasi.

Così pel treno di prova adottato nel collaudo, di cui è indicato nella Tavola IX lo schema, indico a titolo d'esempio, gli sforzi di taglio massimi in valore assoluto, che si generano nelle seguenti sezioni della prima campata:

A = +22',759	III = +17',009	V = +12',045
VII = + 7',701	VIII = - 7',710	IX = - 9',667
XI = +14',219	XIII = -18',525	XV = -23',475
C ₁ = -26',395.		

La ricerca dei momenti massimi nella campata di mezzo è alquanto più lunga, richiedendo un certo numero di tentativi per determinare la posizione più sfavorevole del sovraccarico. Furono perciò disegnati gli schemi del treno nelle posizioni che rendono massimo il valore assoluto del momento per le sezioni in prossimità dell'appoggio e della mezzzeria, e si ottenne:

sull'appoggio C ₁	$M_{min.} = tm. - 64,22$
per la sezione I'	$M_{min.} = » - 54,81$
per la sezione VIII'	$M_{max.} = » + 65,29.$

A quest'ultimo valore, per esempio, corrisponde una tensione unitaria massima nelle fibre più basse del corrente inferiore:

$$\sigma' = \frac{M y'}{I} = \frac{6529 \times 101}{1\ 438\ 805} = 0',458 \text{ per cm}^2,$$

che su di una lunghezza l di piattabanda espressa in una data unità di misura produrrà un allungamento, che nella stessa unità vale $\frac{0,458 \cdot l}{2000}$; se si ritiene, come abbiamo fatto sin qui, il modulo di elasticità pari a 2000^t per cm².

*

Linea d'influenza per la freccia d'incurvamento della campata di mezzo (Tav. IX). — Essa coincide colla curva elastica della trave continua corrispondente ad un carico unitario P applicato sulla mezzzeria.

Preso anche qui $P = 100^t$, si è già calcolata la reazione:
 $A = B = - 8^t,04,$
 e quindi:
 $C_1 = C_2 = 58^t,04;$

è dunque possibile costruire i diagrammi dello sforzo di taglio e del momento flettente, che per la simmetria del carico e della trave furono limitati alla verticale pel punto di mezzo.

La distanza polare scelta, letta nella scala delle forze ($1^{\text{cm}} = 20^t$), vale:

$$H_3 = 50t.$$

Dedotto quindi il diagramma delle curvature, moltiplicando le ordinate del diagramma dei momenti per quello dei rapporti:

$$\frac{I_4}{I_1} = 2,195 \quad \frac{I_4}{I_2} = 1,578 \quad \frac{I_4}{I_3} = 1,227,$$

che si riferisce alla sezione considerata, si dovettero assumere le distanze $\lambda_1''' \lambda_2'''$ delle due integrazioni successive in modo che fosse soddisfatta l'uguaglianza $\xi = \frac{EI_4}{H_3 \lambda_1''' \lambda_2'''}$.

Volendo le ordinate della curva elastica in grandezza naturale, si prese $\xi = 250$:

$$\lambda_1''' = 800^{\text{cm}} \quad \lambda_2''' = 454^{\text{cm}},23,$$

e tracciata la linea p_4 (diagramma delle inclinazioni) sino ad incontrare in S la verticale per la mezzeria della trave, si prese il polo P_5 sull'orizzontale per S alla distanza λ_2''' , calcolata dalla punteggiata da proiettarsi.

Così i lati della linea elastica p_5 , compresi entro strisce simmetriche rispetto al punto di mezzo della trave riuscirono ugualmente inclinati alla verticale e gli appoggi si dovettero segnare di livello.

La p_5 passa però al disotto degli appoggi intermedi, ma questo dislivello è annullato dall'ordinata della curva elastica p_6 dovuta al solo sforzo di taglio, che in corrispondenza delle pile è uguale e di segno contrario.

Detta linea fu costruita per maggior esattezza grafica con un rapporto di affinità:

$$\xi = \frac{n E \operatorname{sen}^2 \alpha \cos^2 \alpha m_1}{H_4} = 500,$$

si integrò quindi il diagramma delle inclinazioni relativo al taglio con una distanza polare:

$$H_4 = 159,5.$$

Le ordinate della linea p_5 riuscirono così doppie del vero, e si dovettero dividere per 2 prima di sommarle algebricamente in corrispondenza delle verticali dei traversi, con quelle di p_4 per ottenere la linea elastica definitiva.

Freccia d'incurvamento per la posizione di collaudo del treno di prova. — La prova statica si fece arrestando il primo asse della seconda locomotiva pesante prima in corrispondenza della mezzeria della trave a monte, poi di quella a valle del ponte obliquo. Dovevano per conseguenza essere disuguali le frecce f_1 ed f_2 delle due travi per ogni posizione del treno; e i risultati si potevano prevedere, collocando sul disegno il sistema dei carichi prima in modo che la prima ruota della seconda locomotiva si trovasse sulla mezzeria, poi alla sua sinistra di m. 4,485, chè tale è appunto lo spostamento relativo delle due travate.

Le ordinate della linea d'influenza essendo al vero per un carico di 100^t , vanno moltiplicate per $\frac{5,15}{100}$, ovvero per

$\frac{4,80}{100}$, secondochè corrispondono alle verticali degli assi più

pesanti o dei più leggieri del treno di prova. Si ottengono così i valori seguenti:

$$f_1 = \frac{5,15}{100} 195^{\text{mm}},6 + \frac{4,80}{100} 12^{\text{mm}},0 = 10^{\text{mm}},65,$$

$$f_2 = \frac{5,15}{100} 184^{\text{mm}},4 + \frac{4,80}{100} 33^{\text{mm}},9 = 7^{\text{mm}},87.$$

E se ne può dedurre con altrettanta facilità il sollevamento massimo subito dalla mezzeria della campata centrale al passaggio del treno, che ha luogo quando le tre locomotive si trovano su una delle campate estreme.

Con pochi tentativi si ottiene:

$$f_{\text{min.}} = - \frac{5,15}{100} 70^{\text{mm}},2 - \frac{4,80}{100} 6^{\text{mm}},8 = - 3^{\text{mm}},94.$$

Ed è notevole la coincidenza perfetta colle letture fatte sul provino di metallo a quattro noni, capace dell'approssimazione di un decimo di millimetro.

Esso registrò un sollevamento massimo di 4^{mm} . ed un cedimento di $10^{\text{mm}},7$, avverando le previsioni del calcolo.

Le linee d'influenza per le sollecitazioni relative ad una sezione della trave, e per la freccia d'incurvamento della campata di mezzo, ci hanno dunque permessa la determinazione esatta di tutte le quantità che interessa di conoscere in un collaudo. E in ciò appunto consiste il pregio singolarissimo di questi metodi, così chiaramente svolti nell'opera più volte citata del prof. Guidi.

Dette linee rimangono come documento della travata, per la quale furono costruite, atte a risolvere con la massima prontezza quei problemi che nell'esercizio pratico di un ponte si sogliono presentare.

Il mutamento, che forse sta per compiersi nei mezzi di trazione, grazie al gigantesco sviluppo dell'elettrotecnica, condurrà ben presto ad una verifica della stabilità dei ponti ferroviari pel passaggio delle nuove locomotive, e il metodo di calcolo seguito permetterà di prevedere in ogni caso colle operazioni più semplici il risultato dell'esperienza.

13 agosto 1898.

Ing. MODESTO PANETTI.

ECONOMIA FERROVIARIA

SULLE CURVE DI TRAFFICO NELLA TRAZIONE ELETTRICA.

Le questioni riguardanti il traffico ed il rendimento finanziario di un impianto sono senza dubbio le più vitali nell'esercizio delle tramvie elettriche urbane; ma sono anche le più indeterminate.

Dei due elementi essenziali che stanno di fronte in questo genere di ricerche: *il costo di trazione e l'introito*, ambidue complessi ed estremamente variabili da luogo a luogo, solo il primo si è potuto assoggettare ad un'analisi accurata. In fatto sul costo di trazione potremmo ricordare numerose e pazienti indagini comparative, che invano si cercherebbero per l'introito. Ciò forse a causa delle serie difficoltà che si presentano a chi vuol raccogliere dati di natura delicata e raramente disponibili.

Il problema che noi vogliamo discutere è legato precisamente a questo elemento incerto dell'introito, e si potrebbe enunciare nel seguente modo:

Date condizioni locali prestabilite, quale è il movimento sulla rete tramviaria più conveniente dal lato finanziario?

L'importanza della questione ci sembra giustificare la ricerca di un metodo razionale che possa condurre alla soluzione pratica in ogni singolo caso.

*

Esaminiamo dapprima separatamente il costo di trazione e l'introito in funzione dei chilometri percorsi sulla rete.

In generale, quando si parla di *costo di trazione*, si suole riferire la spesa alla vettura-chilometro, per avere in certo qual modo un termine di confronto, ma questo non significa punto che la spesa debba essere proporzionale alle vetture-chilometri percorsi in un dato periodo di tempo. In fatti la relazione non è una legge di semplice proporzionalità.

Per fissare le idee immaginiamo di prendere per unità di tempo una giornata di esercizio, considerando la spesa giornaliera in funzione dei chilometri percorsi nella giornata stessa. È indubitato che tale funzione deve essere continuamente crescente, perchè il consumo di energia aumenta col l'aumentare del percorso; ma essa non si annulla quando si annullano i chilometri.

In realtà tra i vari coefficienti che intervengono a costituire il costo giornaliero di trazione, alcuni sono indipendenti, altri sono strettamente legati al chilometraggio; cosicchè nella spesa giornaliera troviamo sempre due parti distinte: una costante ed una variabile.

Tra gli elementi costanti notiamo:

- a) Le spese di direzione, di amministrazione e di ufficio;
- b) Le assicurazioni, le imposte, i diritti di licenza, ecc.;
- c) La manutenzione dei fabbricati;
- d) Gli interessi del capitale e gli ammortamenti.

Si comprende senz'altro che questi coefficienti sono variabili da località a località, dipendendo tutti dall'entità dell'impianto e dalla durata delle concessioni; ma rimangono costanti per l'esercizio di ogni singola rete, considerata separatamente.

Gli elementi variabili del costo di trazione si possono raggruppare nelle seguenti categorie:

- a₁) Spese per la produzione di energia;
- b₁) Spese per le riparazioni al macchinario;
- c₁) Manutenzione del materiale mobile;
- d₁) Manutenzione della linea;
- e₁) Personale di servizio.

Di questi coefficienti i tre ultimi risultano in massima proporzionali al numero dei chilometri percorsi giornalmente, mentre i due primi, pur continuando ad aumentare col chilometraggio, presentano variazioni sempre minori. Ciò si comprende perchè le generatrici a pieno carico danno sempre un rendimento maggiore e la spesa di produzione di energia diminuisce in relazione. Tuttavia il decremento non è molto sensibile, ed in pratica anche questi due elementi si possono ritenere senz'altro proporzionali al numero dei chilometri percorsi.

In conseguenza se noi diciamo S la spesa giornaliera di trazione, N il numero delle vetture-chilometri relative e a, b due costanti, possiamo porre:

$$S = a + bN. \quad (1)$$

La spesa ed il chilometraggio sono quindi in relazione lineare.

Più complessa è la curva degli introiti. È certo che per una data linea e per un dato tipo di vetture l'introito è funzione di N , perchè il numero dei viaggianti è in relazione stretta col numero delle vetture in circolazione.

In generale si può porre:

$$I = f(N) \quad (2)$$

essendo I l'introito lordo giornaliero.

La natura della funzione $f(N)$ dipende da un complesso di circostanze così intricate, che anche coi dati sperimentali occorre procedere cautamente per tracciarne il diagramma. Influiscono in singolar modo sulla natura della curva, le condizioni speciali della località, il movimento cittadino, l'ampiezza e lo sviluppo della rete; ma anche restando pari queste condizioni, cioè limitandosi all'esame di un solo impianto, si trova ancora la curva variante colle vicende atmosferiche dei vari giorni, colle stagioni, colle feste, ecc.

In ciascun caso, però, con osservazioni continue, si potrà sempre avere il diagramma della curva, paragonando tra loro giornate in condizioni simili (p. es. in condizioni normali di movimento) e riferendo l'introito ai chilometri giornalieri percorsi.

I risultati dell'esperienza, almeno per quanto abbiamo potuto osservare, conducono a conseguenze interessanti. Prendendo a considerare i soli giorni in cui il movimento cittadino si effettua normalmente senza cause esteriori che lo possano accentuare o deprimere (feste, condizioni atmosferiche cattive, ecc.) oltre l'ordinario, si trova che la relazione tra l'introito I e il numero N è rappresentata da una curva a gomito con una parte iniziale rapidamente ascendente e susseguita da un'altra pressochè assintotica rispetto ad una retta parallela all'asse delle N (fig. 53).

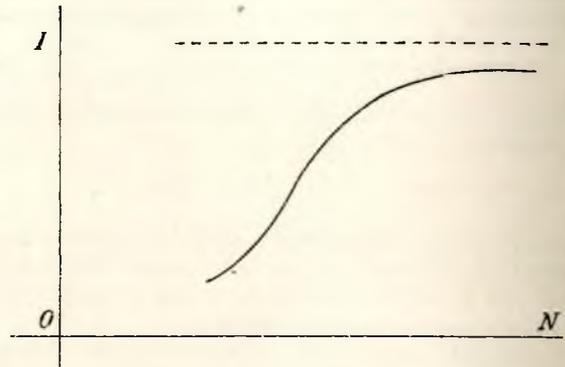


Fig. 53.

Questa forma di diagramma è d'altronde logica e prevedibile. Infatti, poichè le vetture viaggiano regolarmente colla stessa velocità, la quale non può variare oltre certi limiti, diminuire N significa diminuire il numero delle vetture circolanti. Ora è facile comprendere che se il numero delle vetture è troppo piccolo per i bisogni del movimento cittadino, l'introito è forzatamente depresso; aumentandole a grado a grado, l'introito sale rapidamente in proporzione del maggior numero di vetture in circolazione; finchè arriva il momento in cui esso si mostra pressochè stazionario o varia assai lentamente.

Se si aumentasse il numero delle vetture oltre il limite precedente, l'introito non corrisponderebbe più al maggior servizio, essendo soddisfatto il bisogno normale cittadino.

A parte condizioni speciali di luogo e di tempo, si può arguire che curve analoghe si devono presentare in qualsiasi esercizio, e noi potremo anche tracciarne varie corrispondentemente a gradi diversi di movimento. Così ad esempio potremo stabilire una curva speciale per i giorni di massima circolazione, un'altra per la media ed una per la minima (fig. 54).

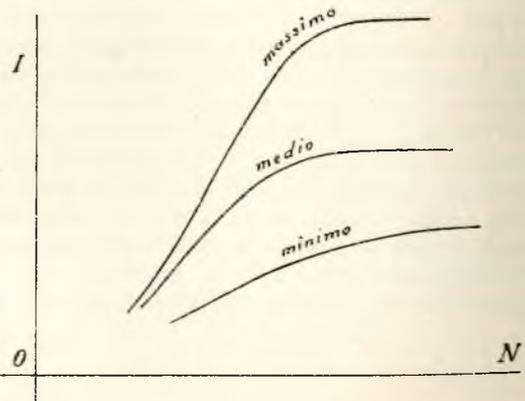


Fig. 54.

La forma speciale della curva degli introiti, paragonata a quella della spesa, dà il criterio del rendimento utile dell'impianto. Si può scrivere:

$$I - S = R_u \quad (3)$$

Sovrapponendo i due diagrammi nel senso dell'equazione (3) si scorge subito l'importanza della forma delle curve. Si vede che in generale la linea degli introiti è tagliata dalla retta delle spese in due punti a cui corrispondono rendimenti finanziari nulli. Al di qua e al di là di M ed N l'esercizio risulta completamente passivo (fig. 55).

Perchè quindi l'impianto dia un utile, è necessario che il chilometraggio giornaliero sia compreso tra i limiti PQ; ed il rendimento finanziario più conveniente si otterrà in corrispondenza di OR dove si verifica l'ordinata intermedia massima:

$$s s_1 = I - S.$$

Il movimento chilometrico è per tal modo perfettamente stabilito; se i punti MN si trovassero abbastanza vicini, un aumento di vetture potrebbe portare degli errori finanziari notevoli. L'abilità direttiva consisterà essenzialmente nel colpire con sicurezza l'ascissa OR in seguito a pazienti osservazioni locali ed a diagrammi cautamente tracciati.

Il punto N, limite estremo del chilometraggio, può talora allontanarsi notevolmente allargando il campo utile d'azione, ma non è detto che con ciò debba spostarsi notevolmente anche il punto di massimo. Per curve a salita accentuata questo massimo è sempre vicino al gomito e può condurre a risultati di servizio affatto paradossali.

Ed invero può accadere che, in giorni di movimento accentuato, il chilometraggio più conveniente risulti uguale od anche minore di quello medio. Vedi il massimo OR₁ della curva II (fig. 56).

In particolare può avvenire ancora che il rendimento del-

l'esercizio in giornate di minimo sia completamente passivo (curva III). In tal caso le condizioni migliori di movimento corrisponderanno alla minima passività (ordinata rr) la quale può richiedere chilometraggi elevati. Anche questo a prima vista potrebbe sembrare paradossale.

In conclusione quindi è sempre la curva degli introiti quella che definisce nettamente la circolazione delle vetture, ed i suoi risultati valgono comunque possa variare la linea delle spese, la quale anche se non rettilinea, ha però sempre una andatura ascendente.

Date le curve, si può chiedere di precisare esattamente la posizione del massimo.

Sia per il caso più generale:

$$I = f(N) \text{ la curva degli introiti}$$

$$S = \phi(N) \text{ la curva delle spese.}$$

Il rendimento utile

$$R_u = f(N) - \phi(N)$$

deve risultare massimo. Allora sarà:

$$\frac{dR_u}{dN} = f'(N) - \phi'(N) = 0,$$

ossia:

$$f'(N) = \phi'(N). \quad (4)$$

L'equazione dice che nel punto di massimo le tangenti alle due curve sono parallele. Nel caso speciale di una retta per le spese si ha:

$$s = \phi(N) = a + bN \text{ e quindi la (4)}$$

$$f'(N) = b. \quad (5)$$

Cioè il massimo si ottiene conducendo alla curva degli introiti una tangente parallela alla retta delle spese.

Si deduce che, pari restando la curva degli introiti, la quale è del resto sempre indipendente, il massimo utile dell'esercizio si ottiene con un chilometraggio giornaliero tanto minore quanto più forti sono le spese. Però il valore assoluto del massimo decresce coll'aumentare del costo (fig. 57).

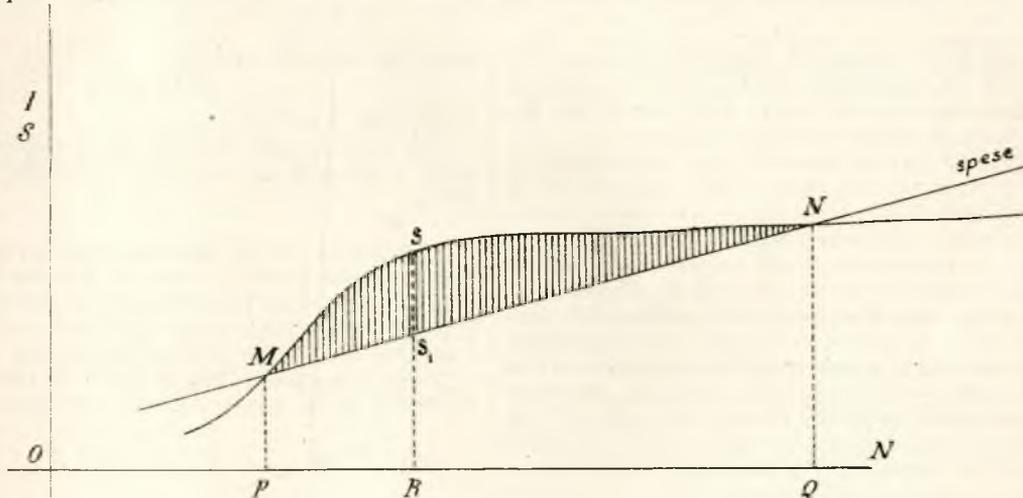


Fig. 55.

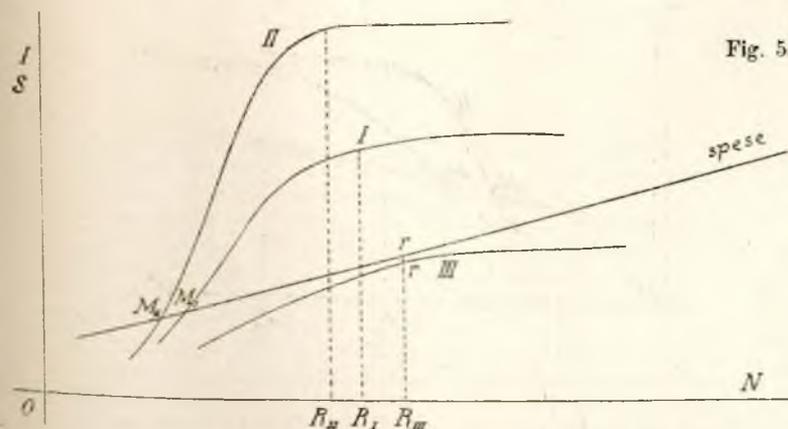


Fig. 56.

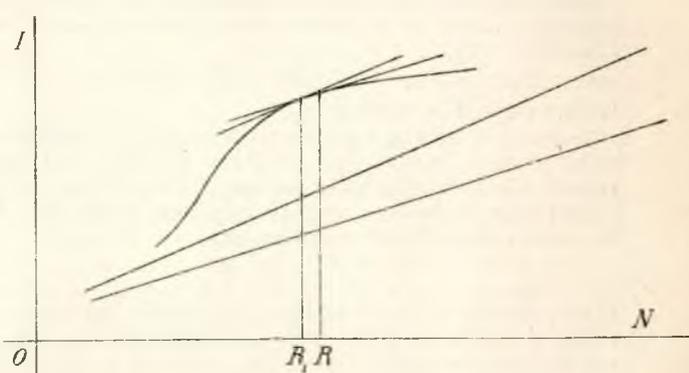


Fig. 57.

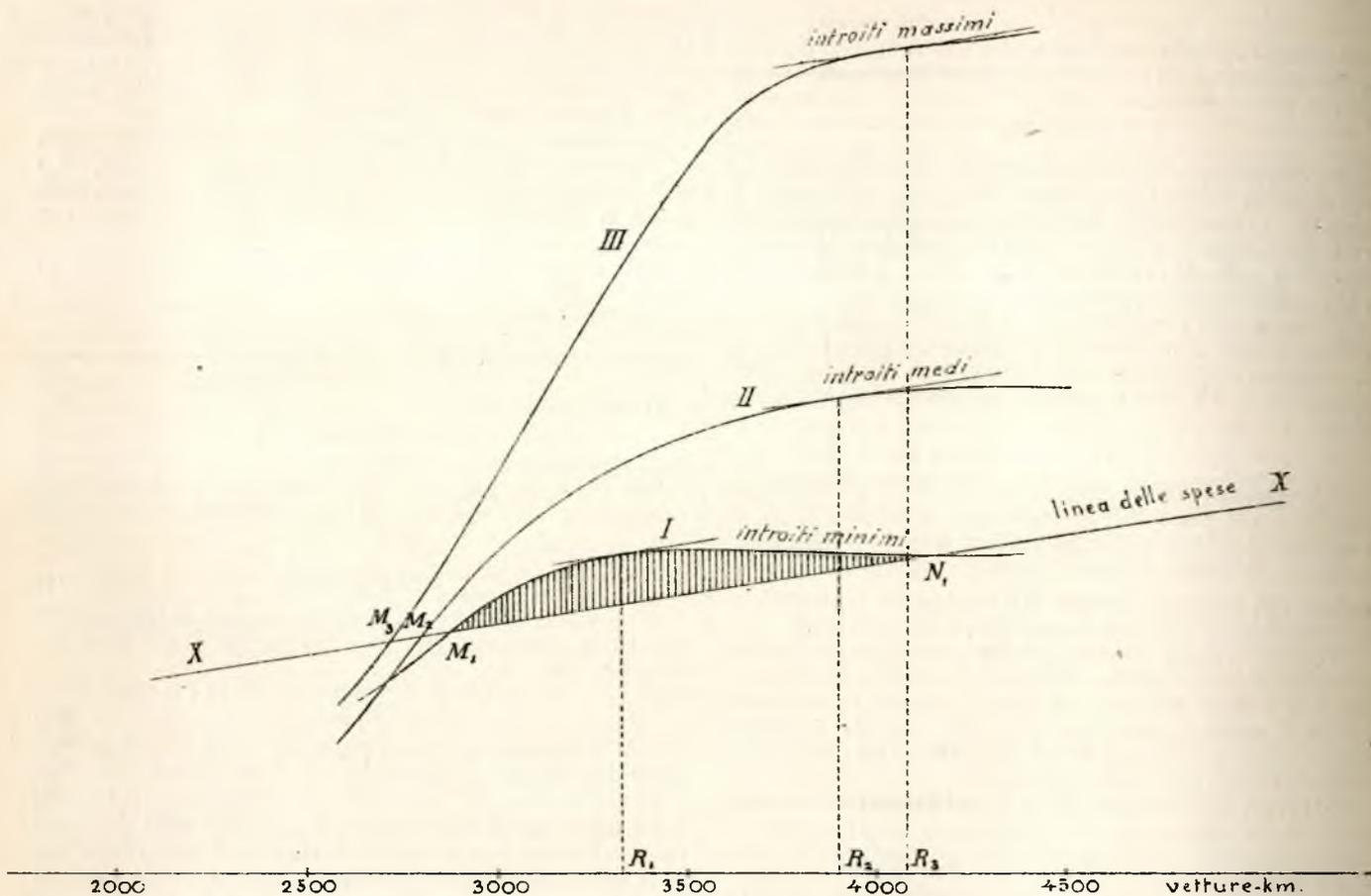


Fig. 58.

I diagrammi che qui uniamo, a chiarire la natura delle curve, sono tolti da osservazioni dirette. Naturalmente essi non possono rappresentare che valori medi; ma questi bastano a definire e a giustificare i risultati precedenti.

Le ascisse (V. fig. 58) rappresentano le vetture-chilometri giornaliere e le ordinate sono proporzionali agli introiti ed alle spese. Nella curva III è riprodotto il movimento festivo (massimo), nella II il movimento normale e nella I il movimento minimo. La circolazione finanziariamente più utile è quella data dalle rispettive ascisse dei punti R_3, R_2, R_1 .

Si vede dal diagramma che i punti M di reddito nullo sono relativamente prossimi, mentre i reciproci N possono essere estremamente lontani. I massimi, ottenuti conducendo alle curve tangenti parallele alla retta delle spese XX, mostrano ancora che, non ostante la grande diversità dei campi MN di movimento utile, i chilometraggi giornalieri più convenienti riescono abbastanza prossimi. Per l'introito minimo il servizio migliore si ottiene con 3300 vetture-chilometri giornaliere, per il normale con 3900, per il massimo con 4100. Ammettendo che una vettura compia in media 150 chilometri giornalieri, i tre servizi precedenti si effettuerebbero rispettivamente con:

22 26 27

vetture motrici in circolazione.

Abbiamo detto che a definire la posizione del servizio più utile influisce l'inclinazione della retta del costo o la tangente trigonometrica dell'angolo che essa forma all'asse delle N. Questa tangente ha un significato importantissimo che giova ricordare; in fatti nell'equazione lineare:

$$S = a + bN$$

la tangente è b e questo coefficiente indica il costo della vettura-chilometro spogliato delle spese generali fisse. Nei casi normali, almeno dalle statistiche comparative di vari impianti, esso oscilla tra:

16 centesimi e 40 centesimi,

quindi la tangente varia da:

0.16 a 0.4

esprimendo S in lire.

Una semplice ispezione delle curve mostra che con questi valori il punto di massimo utile viene a cadere poco lungi dal gomito.

*

Supponiamo ora che per aumentare la capacità della linea ciascuna vettura motrice trascini seco un rimorchio. Riferiamo ancora, come precedentemente, le curve ai chilometri percorsi; ma in luogo di considerare la vettura-chilometro, riteniamo come unità il treno-chilometro.

L'esperienza mostra che le curve di traffico mantengono inalterate la loro forma; soltanto il ramo ascendente (fig. 59)

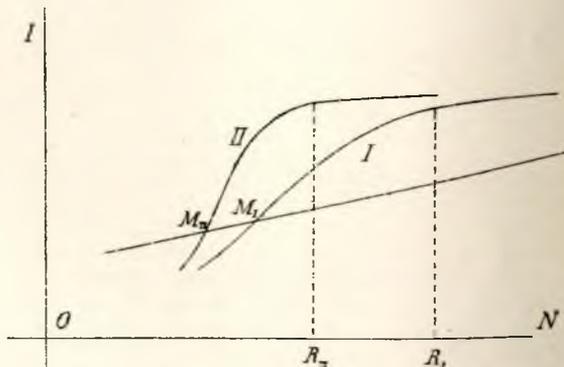


Fig. 59.

è assai più rapido nell'aumento. Questo dinota che per raggiungere le condizioni di miglior traffico il numero dei treni-

chilometri richiesti è minore di quello delle vetture-chilometri corrispondenti.

Ciò del resto è logico; ma non bisogna credere che aumentando continuamente la capacità di un treno si possa diminuire sempre più il numero dei singoli treni circolanti. Anche qui vi è un limite al di là del quale l'aumento di capacità riesce più dannoso che utile. E' infatti caratteristica precipua di qualunque movimento urbano la frequenza dei trasporti; ed è più opportuna una capacità relativamente piccola, ma rinnovantesi a brevi intervalli, che non un treno a forte carico viaggiante a distacchi notevoli di tempo. Anche qui l'esperienza sola e i diagrammi d'introito potranno dare i migliori schiarimenti sul servizio.

Quanto alla linea delle spese, essa si può ritenere ancora rettilinea, ma dovrà essere riferita al treno-chilometro.

In generale si suole ammettere che il costo chilometrico di una vettura rimorchiata corrisponda ad 1/3 del relativo costo della vettura motrice. Ne consegue che la retta delle spese, riferita al treno, si può esprimere ancora colle costanti *a, b*. In fatto si ha in questo caso:

$$S_1 = a + \left(b + \frac{b}{3}\right) N$$

ossia per un treno con un solo rimorchio:

$$S_1 = a + \frac{4}{3} b N$$

e per un treno con due:

$$S_{11} = a + \frac{5}{3} b N, \text{ ecc.}$$

I risultati dei diagrammi saranno perfettamente analoghi.

*

Stabilito a mezzo delle curve di traffico il chilometraggio più vantaggioso da realizzarsi in una giornata di servizio, resta a vedere come deve essere distribuito il movimento durante il giorno. Nulla v'è di arbitrario. Anche qui s'incontrano leggi ben definite che si riproducono quasi uniformemente tutti i giorni. Al principio del mattino il movimento urbano può essere discretamente accentuato; in seguito o rimane stazionario o diminuisce leggermente; verso sera si ha spesso un aumento rapido e forte con successivo decremento. E' facile tracciare questo diagramma osservando nelle varie ore della giornata il numero dei biglietti staccati. Si possono

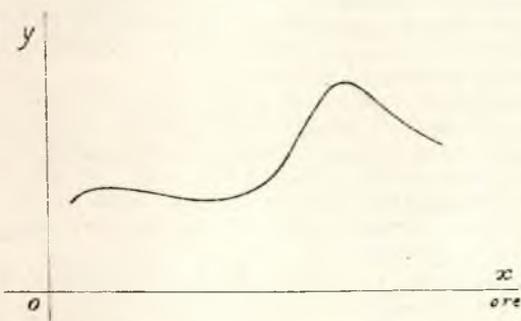


Fig. 60.

incontrare curve assai varie di forma in località diverse, ma in massima, nelle condizioni normali di esercizio e per un dato luogo, tali curve si mantengono costanti.

Immaginiamo di aver fissato questo diagramma giornaliero di movimento e di aver dedotto dalle curve di traffico il numero *N* delle vetture-chilometri da effettuarsi nella giornata.

Sia *A₁ M₁* l'ordinata media della curva; l'area del diagramma sarà *A M M₁ A₁*.

Supponiamo che la base *A A₁* rappresenti i chilometri che una vettura può percorrere in una giornata di servizio completo e l'ordinata *A M* il numero delle vetture in circolazione. Avremo:

$$\overline{A M} \times \overline{A A_1} = N.$$

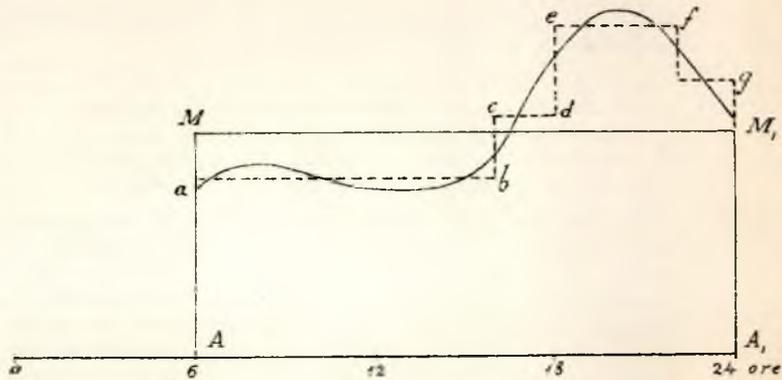


Fig. 61.

Con una spezzata a tratti orizzontali *abcdefg* seguiamo l'andamento del diagramma in modo che l'area si mantenga costante: leggendo le ordinate nella scala *A M*, avremo per ogni ora della giornata il numero di vetture circolanti più razionale.

Per un caso pratico, e riferendoci alla figura, suppongasì che il servizio cominci alle ore 6 del mattino e finisca alle 24 e che la curva del movimento giornaliero sia quella dello schizzo.

Dalle considerazioni sul traffico si sia fissato il numero *N* delle vetture-chilometri da effettuarsi:

$$N = 5400 \text{ vetture-chilometri.}$$

Ammettendo che una vettura percorra 180 chilometri nelle 18 ore di servizio (in media 10 chilometri all'ora) a compiere le 5400 vetture-chilometri richieste, sarebbero necessarie 30 vetture circolanti uniformemente per tutta la durata del lavoro.

L'ordinata media *A M* della figura sarebbe uguale a 30.

Probabilmente in queste condizioni il servizio risulterebbe esuberante al mattino e deficiente al momento della massima circolazione.

Invece, secondo il diagramma, la distribuzione dovrebbe eseguirsi come segue:

dalle ore	6	alle ore	16	vetture	24
»	16	»	18	»	32
»	18	»	22	»	43
»	22	»	24	»	36

Il chilometraggio risultante dal servizio così distribuito sarebbe:

$$N = 5480 \text{ vetture-chilometri.}$$

Esso risponderebbe nel modo più razionale al bisogno ed al traffico utile.

Livorno, Centrale Trams elettrici. Agosto 1898.

Ing. G. B. FOLCO.

IDRAULICA PRATICA

L'ODER E IL SUO BACINO IDROGRAFICO

(Veggansi le Tavole III e IV)

(Continuazione)

LA NETZE.

La Netze superiore. — La Netze è un affluente della Warta di un'importanza così grande e con una superficie scolante tanto estesa, che meriterebbe di costituire un bacino a sé, nella divisione generale che abbiamo fatta. Tuttavia, per non modificare i criteri generali, essendo idrograficamente un vero affluente della Warta, lo considereremo come tale; senonchè per la vastità del suo bacino e per la natura de

il fiume così varia, allo scopo di meglio studiarlo, è giuocoforza suddividerlo in quattro bacini secondari:

	Superficie
1. Bacino dell'alta Netze, o superiore	6365,4 kmq.
2. » dell'affluente Küddow . . .	4744,4 »
3. » » Drage	3198,4 »
4. » della Netze inferiore . . .	2932,1 »

Il primo va dalle sorgenti del fiume fino alla imboccatura della Küddow e, considerato dal punto di vista idrografico, si scorge subito che una parte di esso, ossia quella che si trova a sinistra del canale di Bromberg, era anticamente un affluente effettivo del grosso corso d'acqua, che percorreva la vallata Thorn-Eberswalde, da noi già più volte menzionato. La delimitazione di questo fiume Netze superiore, ha luogo naturalmente alla foce della Küddow, poichè mentre fino a questo punto il suo regime ha un carattere speciale, lento e scorre quasi a fatica, dopo l'immissione delle acque della Küddow, le condizioni di regime cambiano notevolmente.

Gli altri tre bacini secondari si trovano tutti nel territorio prussiano, mentre una parte del primo appartiene alla Russia, e precisamente kmq. 840,5.

Le condizioni di coltura e di imboschimento nei vari bacini si possono riassumere nelle cifre seguenti:

	Superficie in chilometri			Percentuale della		
	boscata	coltivata	prativa	superficie totale		
Bacino della Netze superiore	916,0	4023,6	607,6	14,4	63,2	9,6
Bacino della Küddow	1156,1	2499,5	230,5	24,4	52,7	4,9
» della Drage	949,2	1608,4	164,0	29,7	50,3	5,1
» della Netze inferiore	1023,3	1230,4	263,3	34,9	41,9	9,0

Il bacino più imboschito è quindi quello della Netze inferiore, poi dei due affluenti: Küddow e Drage. Se si considera la grande superficie occupata dai molti laghi, si concluderà che il terreno in complesso in questa parte del territorio, è assai più boscato che non nei bacini dell'Oder.

*

La Netze superiore si può suddividere in tre parti distinte:

a) Dall'origine fino alla sua immissione nel canale di Bromberg; il suo bacino costituisce una parte a sè che si estende a mezzogiorno del corso principale e confina al sud col bacino della Warta, ad ovest con quello della Welna e ad est con lo spartiacque della Vistola;

b) Dal canale di Bromberg fino alla foce della Küddow, lato sinistro;

c) Idem, lato destro.

Nella prima parte si ha l'origine della Netze che dalle sorgenti va fino al lago di Goplo e porta il nome di Notec o Schyschinka; veramente il fiume non procede da sorgenti proprie, ma ha origine dai laghi di Brdow e Dlugie, dei quali è l'emissario; altri laghetti portano il loro tributo con emissari proprii al Notec: il principale è quello di Lubstow, poi il lago di Skulsk, fino a che il Notec si allarga e forma esso stesso il lago di Goplo, la cui lunghezza è di 28 km. e nel quale immettono: sulla destra un corso d'acqua che scola una vallata, la quale, con un bellissimo arco di cerchio va a raggiungere il lago di Gluschinsk nell'adiacente bacino della Vistola; poi il canale di Bachorze sottocorrente a Kruschwitz, il quale ha pure la sua continuazione nel bacino della Vistola; indi a breve distanza, andando verso nord, il canale di Freitagshheim. Sulla sinistra l'affluente più considerevole del lago di Goplo, è il fosso Goplo presso Koscieszk, che è lo scolo naturale di un'estesa parte della regione occidentale e di vari laghetti.

Dopo uscita dal lago di Goplo la Netze diventa navigabile e si dirige, descrivendo varie curve, verso nord-nord-ovest, fino a raggiungere l'estremità del lago di Pakosch, il quale è l'ultimo anello di una catena di altri laghi minori che va a terminare in quello di Skorzcina a settentrione di Powidz nell'immediata vicinanza della linea di spartiacque e all'altitudine di 104 m. formati da allargamenti della Netze occidentale, la quale apporta al fiume un tributo non indifferente. In questo tratto, ossia fra i due laghi di Goplo e di Pakosch, la Netze si chiama pure Montwy.

Dal punto di riunione in sotto, la Netze assume una direzione verso nord, attraversa il lago di Mölno e all'uscita piega bruscamente verso occidente, direzione che mantiene fino a raggiungere il lago di Pturke, nel quale si scarica il Folluschliess, quale emissario di un'altra catena di laghi, detti di Chomionza. Dopo di aver passato il lago di Pturke, la Netze corre verso settentrione fino a Labischin, attraversando larghe bassure nelle quali la sua pendenza è piccolissima.

Alcuni chilometri sottocorrente a Labischin il fiume si biforca, il ramo a destra non è navigabile, ma serve solo di canale di irrigazione e di scolo, riceve nel suo percorso l'emissario del lago di Jesuit, e dopo di avere descritto un largo semicerchio va a gettarsi nella Netze non navigabile presso Eichhorst, la quale volge a ovest-nord-ovest e continua fino a Nakel. L'altro ramo invece, Richtgraben, è un canale per la navigazione, e sotto Eichhorst prosegue in direzione nord per andare ad alimentare il canale di Bromberg, gettandosi presso Adlig-Kruschin.

La lunghezza totale dall'uscita del lago Goplo (altitudine m. 77,54) e fino alla foce del canale di Bromberg (m. 59,08) è di 89,4 km.; cosicchè la pendenza media risulta di 0,207 0/00.

La Netze occidentale dal lago Bronislaw e fino a quello di Pakosch è pure navigabile.

La lunghezza fra Eichhorst e la conca numero X del canale di Bromberg presso Nakel è di 33,3 km.; e sebbene formi l'ipotenusa di un triangolo rettangolo i cui cateti sono da Eichhorst fino alla foce del canale alimentare in quello di Bromberg con 16,1 km.; e da qui fino alla conca X presso Nakel 13,8 km., pure tuttavia ha lunghezza maggiore, in causa delle molte curve che il fiume descrive.

Nel tratto fra Eichhorst e Nakel si incontra sulla sinistra il maggiore degli affluenti della Netze superiore, la Gonsawka che ha un andamento quasi parallelo a quello del suo recipiente e un bacino imbrifero di 552 kmq. Ha origine in un laghetto presso Glembocek all'altitudine di 109 m. e percorre una profonda valle riunendo una serie di laghi più o meno grandi, fino ad immettersi nella Netze presso Rynarschewo all'altitudine di m. 63. La sua lunghezza totale è di 53 km., quella in linea retta di 40 km., la caduta 46 m., cosicchè lo sviluppo del fiume è del 32,5 0/00 e la pendenza media di 0,87 0/00.

La Netze nel tratto Eichhorst-Naken benchè non sia navigabile è però fluitabile ed ha una pendenza media di 0,320 0/00; con essa si unisce il canale di Bromberg e sottocorrente fino alla conca XII di Gromaden, per una lunghezza di km. 15,4 è incanalata ed ha una pendenza di 0,294 0/00. Di là fino alla foce della Küddow la pendenza è così piccola (0,037 0/00 sopra un percorso di 51,1 km.) che il fiume è navigabile senza bisogno di sistemazione alcuna.

Gli affluenti principali in quest'ultimo tratto sulla sinistra sono: i Fliess di Kowalewko, di Prostkowo, di Jaktorowo, di Margonin e finalmente l'emissario Bolinkagraben del lago di Rattai presso Kolmar. Tutti questi corsi d'acqua hanno direzione occidentale nella parte alta e settentrionale nell'ultimo tronco, possiedono tutti forte caduta, che viene utilizzata per motori idraulici.

Alcuni di essi trasportano considerevoli quantità di sabbia, che depositano appena sboccati nel recipiente.

Sulla destra affluiscono nella Netze dapprima la Schleska presso Nakel, poi la Rokitka che ha un corso sud-ovest; nella parte superiore riunisce una serie di laghetti disposti in una curva circolare piuttosto larga e riceve lo scolo di altri laghetti. Segue la Lobsonka la quale all'origine porta il nome di Stallaune e nasce a 150 m. di altitudine. La Stallaune entrata nella valle della Netze riceve la Nitzta, che a torto viene considerata come il prolungamento o meglio l'origine della Lobsonka, e quivi solamente al confine di Dorotheenhof diventa la Lobsonka. La lunghezza totale all'immissione nel recipiente è di 81 km. e in linea retta di 51 km., cosicchè lo sviluppo del fiume risulta di 59 0/00 e la pendenza media di 1,24 0/00. Prese singolarmente, la Stallaune e la Nitzta hanno una lunghezza di 31 km. e una pendenza di 1,55 0/00; la Lobsonka sopra 50 km. 1,04 0/00. Affluenti della Lobsonka sono il Lubczalliess e l'Orlafliess; il primo costituisce il legame di una serie di laghi che terminano a settentrione con

quello di Helling. Dalla destra poi la Lobsonka non riceve che un affluente solo, l'Okolinetzgraben.

Considerando ora il corso della Netze superiore nel suo complesso troviamo gli elementi che risultano dal prospetto seguente:

	Lunghezza nel suo percorso	del fiume in linea retta	Sviluppo del fiume 0/0	Caduta m.	Pendenza media 0/00
Kruschwitz-Pakosch	23,6	21,3	10,8	2,38	0,101
Pakosch-Labischin	35,3	20,7	70,5	2,99	0,085
Labischin-Eichhorst	14,4	9,6	50,0	6,73	0,467
Eichhorst-Nakel	33,3	22,3	49,3	10,67	0,320
Nakel-Gromaden	15,4	14,4	6,9	4,52	0,294
Gromaden-Dziembowo	43,0	37,6	14,4	1,36	0,0316
Dziembowo - Usch (Foce della Küddow)	8,1	7,5	8,0	0,49	0,0605
	173,1	116,0	49,2	29,14	0,168

Dallo specchio riportato risulta che la Netze sopracorrente a Labischin ha una pendenza lieve; fra Labischin e il canale di Bromberg una pendenza più forte; e la minima nel tratto successivo; questi tre tratti hanno lunghezze pressoché uguali; riunendo gli elementi numerici si ha:

	Caduta	Lunghezza	Pendenza media
Nel 1° tratto	5,4 m.	59 km.	0,091 0/00
» 2° id.	21,9 »	63 »	0,348 »
» 3° id.	1,9 »	51 »	0,037 »

Da quanto venimmo esponendo si è potuto vedere che i laghi nel bacino della Netze superiore sono numerosissimi, e un semplice sguardo alla carta (Tav. IV) basta per dare un'idea in proposito; volerli menzionare singolarmente sarebbe troppo lungo e ne verrebbe un'enumerazione di poca utilità. D'altra parte, nell'esposizione fatta vi abbiamo già accennato, perciò basterà aggiungere poche parole.

I laghi nel bacino della Netze superiore si possono raggruppare in cinque sistemi; nel primo di essi si comprendono i laghi meridionali nella regione dove ha origine la Netze; quelli di Brdow, di Dluge e di Lubstow.

Nel secondo sistema quelli fra Konin e Inowrazlaw dei quali il lago di Goplo ha una superficie di 36,5 kmq. ed una profondità di 9 metri. Nel terzo gruppo si comprendono i laghi della regione occidentale a cominciare da quello di Ostrowo e giù giù fino ai laghi di Mogilno, di Wiczanowo e quelli della Netze occidentale; nel quarto la catena che da Pakosch si estende al lago di Molno, e finalmente le due serie di laghi che vanno a incontrarsi in quello di Pturke. Oltre ai gruppi accennati si ha il lago Jesuit.

La superficie complessiva degli specchi d'acqua al disopra di Labischin è di 101 kmq., ossia quasi 3,8 0/0 della superficie totale. L'azione dei laghi è moderatrice sul regime dei corsi d'acqua; trattengono le materie trasportate, cosicché l'acqua dei fiumi scorre limpida, e perciò poco atta all'irrigazione, inoltre facilitano l'evaporazione, tanto più inquantochè la loro profondità è piccola.

I laghi del bacino della Gonsawka sono pure numerosi ed occupano una superficie di 15 kmq., ossia 2,7 0/0 della superficie totale, che è di 552 kmq.

Dal lato sinistro della Netze, fra Bromberg e la foce della Küddow, si hanno diverse catene di laghi alle quali abbiamo già accennato; nel solo bacino della Lobsonka occupano una superficie di 10 kmq., ossia 1 0/0 della superficie totale. Il lago di Vandsburg nel bacino dell'Orla ha un'area di 2,18 kmq. ed una lunghezza di 3,6 km. Fra quelli che scolano nella Rokitka il maggiore è il Gran Wieler (1,16 kmq.), poi il Pempersin (0,51 kmq.).

Il regime della Netze superiore viene regolato dalle chiuse esistenti nei tratti incanalati in modo che le variazioni naturali di livello e portata durante l'anno non riescono sensibili, o per lo meno lo riescono solo in parte minima, specialmente nell'estate, quando cioè è maggiormente necessario di mantenere nei canali una profondità d'acqua sufficiente alla navigazione.

L'evaporazione esercita un'influenza contraria e tende a menomare l'efficacia delle disposizioni che all'uopo si prendono;

ed è appunto per questo, che anche il lago di Goplo non può agire quale serbatoio alimentare della Netze e del canale di Bromberg che in grado limitato, poichè le acque raccolte durante la primavera non sempre si conservano fino nell'estate, quando l'evaporazione cagiona delle perdite considerevoli.

Le portate maggiori dipendono, come per tutti i fiumi di pianura, dallo scioglimento delle nevi, e si verificano d'ordinario nell'aprile; però, siccome in quell'epoca per l'efficacia del lago di Goplo come serbatoio massimo non avvengono grandi piene, quando si verificano, le chiuse contribuiscono a smaltirle e a renderle innocue. Pur troppo, non sempre all'Autorità competente è lasciata mano libera in queste disposizioni, perchè i Consorzi agricoli fra Lubischin ed Eichhorst e sottocorrente ad Eichhorst reclamano le piene per le loro colmate ed irrigazioni, e ciò qualche volta a tal punto, da non potere nemmeno evitare le inondazioni dei paesi soprastanti, ossia lungo il corso superiore.

Nel canale di Bromberg il regime è in stretta relazione coi bisogni della navigazione e della fluitazione non solo, ma anche coi canali che lo alimentano e quantità d'acqua disponibili. Quando nell'estate si verificano delle lunghe siccità, la scarsità dell'acqua è così grande da doversi sospendere il servizio delle conche. Quando invece la portata diventa eccessiva, si smaltiscono le acque sovrabbondanti mediante lo scaricatore situato poco più a monte della conca IX, il quale le convoglia nella Netze navigabile mediante il canale che corre parallelo alla medesima, al nord di essa. Le piene della Netze stessa invece non vengono mai immesse nel canale alimentatore, ma prendono la via della Netze non canalizzata Eichhorst-Nakel e si riuniscono poi sotto Nakel con le acque del canale di Bromberg.

La Netze « pigra », come viene designato il tratto fra Nakel e la foce della Küddow, si trova naturalmente influenzata dalle condizioni artificiali dei tratti sopracorrente. Tuttavia vi si manifesta già un regime, diremo quasi naturale, inquantochè gli affluenti fanno sentire la loro influenza. Però nelle epoche dello squagliamento delle nevi, o di grandi o rapide piogge, anche gli affluenti della Netze superiore portano piena e cagionano un rigonfiamento nella Netze incanalata, il quale richiede un certo tempo per ribassare, in causa della pendenza assai piccola e dello stato dell'alveo, non sempre pulito dalle erbe.

Passando a studiare l'influenza dei corsi più lontani sul regime del fiume principale, osserveremo che quelli fra il lago di Goplo ed Eichhorst sono di troppo poca importanza per potere produrre un effetto sensibile; la Netze occidentale sola, dopo temporali violenti o squagliamenti di nevi, gonfia rapidamente e porta piena. Nel tratto non navigabile la Gonsawka manifesta nel mese di marzo i massimi valori delle piene medie; in aprile e maggio sono di poco inferiori, anzi quelli del maggio superano financo le altezze del febbraio. In seguito vanno gradatamente diminuendo, senza che in estate vi sia qualche aumento anche momentaneo, e raggiungono il minimo nel settembre. La Gonsawka ha un regime regolare e tranquillo, il che deve attribuirsi alla permeabilità del suo bacino imbrifero ed ai numerosi laghi che vi si trovano; le interruzioni sopra accennate non avvengono che all'epoca dello scioglimento delle nevi.

Le condizioni sono alquanto diverse per l'altro affluente, la Lobsonka, che sbocca nella pigra Netze dalla destra; il suo bacino è quasi interamente impermeabile. Le massime piene si verificano pure in marzo: però non sono molto superiori a quelle del febbraio, e in aprile diminuiscono rapidamente, cosicché nel luglio si hanno le massime magre. Le acque provenienti dallo scioglimento delle nevi si smaltiscono prima, che non per la Gonsawka, e finiscono anche prima.

Dalle osservazioni e misure fatte risulta che la Netze superiore, nelle vicinanze della Küddow e sopracorrente alla sua foce, ha una portata media nella magra di mc. 8 per minuto secondo, ossia 4,26 litri per kmq. del bacino imbrifero corrispondente; la media annuale è di 19 mc. (3,0 litri per kmq.) e la portata media delle piene 39 mc. (litri 6 per kmq.).

Le condizioni di gelo sono diverse nei vari tratti della Netze. Nella parte superiore, sulla superficie tranquilla dei

numerosi laghi si forma facilmente e con rapidità una crosta di ghiaccio che nell'inverno rigidi sul lago di Pakosch raggiunge spesso lo spessore di un metro. A valle di Montwy il gelo viene ritardato dall'immissione nel fiume di acque salse provenienti dalle saline di Inowrazlaw e dalle acque reflue di fabbriche di prodotti chimici; nei punti però dove il letto attraversa terreni torbosi la formazione del ghiaccio è quasi nulla; il contrario ha luogo se il letto è ghiaioso, specialmente se la pendenza è piccola.

Nella pigra Netze le condizioni del gelo sono ancora meno favorevoli: si forma bensì una leggera crosta, ma un vero trasporto di ghiaccio non si verifica; la crosta d'ordinario è già quasi interamente sparita, quando sopraggiungono le piene della Netze superiore.

*

La Küddow. — Sebbene il bacino di questo affluente sia di un quarto circa più piccolo di quello della Netze superiore, ciò non ostante, per la sua orografia è la natura del suo suolo, le precipitazioni sciolano in modo assai più completo che non in quello, specialmente poi nella stagione calda; cosicchè la Netze, dopo di avere ricevuto il tributo della Küddow, da pigra che era, diventa rapida; l'azione di questo affluente è ben maggiormente sensibile che non quella della Netze superiore.

Il suo bacino ha un'estensione di 4744 kmq., dei quali, come si è visto precedentemente, 24.400 sono boscati.

La vallata ha una direzione approssimativa nord-sud e divide il bacino in due grandi parti, delle quali l'orientale è assai più monotona e uniforme della occidentale. La sua elevazione maggiore trovasi nell'estrema parte settentrionale, ed è di m. 239 sul livello del mare. Oltre a questa vallata ben marcata, se ne ha una seconda, pure caratteristica, solcata dal Pilowfiess e da altri corsi d'acqua minori; la sua larghezza è maggiore di quella dove corre la Küddow.

Alla foce di due dei suoi maggiori affluenti di destra, il Zarnefiess e il Pilowfiess, sfociano pure tre importanti corsi di sinistra, il Zierfiess e la Dobrinka in Landeck, la Glumia a Borkendorf. Nel primo punto il bacino imbrifero, che ha un'estensione di 1113 kmq., viene accresciuto di una superficie di 700 kmq. (630/10); nel secondo punto alla superficie (2581 kmq.) che ha la Dübbow, si aggiungono altri 1892 kmq. (730/10). Quest'aumento, diremo così, saltuario del bacino idrografico, è accompagnato da un corrispondente aumento di portata nel fiume principale, e ne seguono tre divisioni distinte del bacino totale: la superiore fino a Landeck, la mediana fino a Borkendorf, e l'inferiore da qui alla foce.

La Küddow ha origine da una sorgente presso Kasimirshof all'altitudine di m. 149 e da alcuni piccoli ruscelli che si riuniscono nel lago di Virchow (m. 141). Scorre in direzione quasi meridionale ed ha una lunghezza di 146,7 km.; in linea retta però non si hanno che 94 km., per cui lo sviluppo del fiume è del 61,20/10. Queste sinuosità sono presso a poco le stesse tanto nel corso inferiore (78,40/10), quanto nel superiore (73,60/10), sebbene questi abbia una lunghezza (km. 67,7) quasi doppia di quello (33 km.); mentre nel tratto intermedio lungo 46 km. lo sviluppo non è che di 27,80/10, ossia la distanza in linea retta di km. 36.

In tutto il suo percorso la Küddow non attraversa in nessun punto strati rocciosi, ma invece masse poco coerenti dell'epoca quaternaria. La sua pendenza è di 0,830/100 e si ripartisce nei vari tronchi come appresso:

	Lunghezza km.	Caduta m.	Pend. media 0/100
Tronco superiore . . .	67,7	43,0	0,63
» medio . . .	46,0	45,0	0,97
» inferiore . . .	33,0	12,6	0,38
	146,7	100,6	0,69

La sezione dell'alveo è di 3 m. circa in principio; ma già dopo il lago di Vilm sale a 25 m., per discendere subito poco appresso a 10,3 e 12,5 m. Nel seguito varia, crescendo fino a 30 m. presso Landeck, a 40 m. in sotto e da 40 a 50 m. nell'ultimo tronco.

Gli affluenti principali della Küddow sono: nel tronco superiore, sulla sinistra, il Dolgentfiess, il Zahnfiess (con un bacino di kmq. 499,6; magra mc. 2 per minuto secondo; le massime piene 15 mc.), il Zierfiess (kmq. 291,9, magra mc. 1, massima piena 20 mc.) e la Dobrinka (kmq. 144, portata media 1,5 mc.). Sulla destra: il Nisedopfiess, l'Altmühlfiess e il Zarne (kmq. 188,1, la magra ordinaria è di mc. 0,8, mentre le piene ascendono a mc. 25 per minuto secondo). Nel tronco medio e sulla sinistra: il Radawnitz, il Pechfiess la Pankawnitz e la Glumia (kmq. 540, portata media 2 mc., massime piene 27 mc.); a destra: il Mühlbach (magra 0,5 mc.), il Plietnitzfiess (kmq. 289,8, portata media 1,5 mc., massima 15 mc.), la Rohra (portata 0,8 mc. e 1,5 mc.) e il Pilowfiess (kmq. 1351,7); sulla sinistra il Doberitzfiess che è un affluente importante, avente una portata di mc. 3 nelle magre e di mc. 35 nelle piene, superiore cioè a quella del suo recipiente, nel quale la portata media delle magre è di mc. 2,5, la massima delle piene di 23 mc.

Finalmente nel tronco inferiore la Küddow riceve dalla destra l'Hammerfiess

Il volere enumerare tutti i laghi del bacino della Küddow sarebbe troppo lungo. Dalla carta (Tav. IV) si possono vedere le posizioni loro; il numero è di 146. La superficie totale da essi occupata è di 118 kmq, ossia 2,50/10 dell'estensione totale. La loro profondità varia da m. 5 a 10 m. Alcuni hanno però profondità maggiori; così, per esempio, 38 m. il lago di Böhin.

La portata della Küddow è specialmente considerevole nell'inverno; nei mesi da gennaio ad aprile si verificano le massime piene, specialmente in febbraio e marzo per lo squagliamento delle nevi. Nei mesi da giugno a ottobre invece la portata è minima. Ciò nonostante la portata estiva è maggiore di quella corrispondente della Netze superiore.

La portata media alla foce è nelle magre di mc. 21; nelle acque ordinarie di 35 mc. e nelle piene di 65 mc. A queste cifre corrispondono i coefficienti litri 4,44; 7,4 e 14 litri per kmq. di superficie del suo bacino. È evidente che un affluente di questa importanza deve aumentare considerevolmente la portata del recipiente nel quale sbocca, e questo si manifesta in grado elevato nell'epoca delle magre o di acque basse, perchè allora fanno difetto le acque della Netze superiore, mentre abbondano quelle delle sorgenti sotterranee ed altre.

Le acque della Küddow vengono utilizzate in servizio dell'industria mediante 8 derivazioni nel tronco superiore per dar forza motrice a molini di sega o di macinatura.

Presso Tarnow si dispone di 375 cavalli-vapore.

Sugli affluenti della Küddow esistono 61 derivazioni d'acqua per forza motrice.

*

La Drage. — Il bacino della Drage è solamente due terzi circa di quello della Küddow, ossia 3198 kmq., ma ciononostante è ricco d'acqua, e il suo tributo alla Netze è notevole e assai sensibile, specialmente nelle epoche ordinarie e di magra. Abbiamo già visto che circa un decimo del bacino è coperto di boschi, la metà riserbato alla coltura. La massima elevazione del suo terreno (m. 225) si trova all'estremità settentrionale verso il bacino della Persante.

L'origine della Drage non è facile a stabilire; però viene d'ordinario considerata come l'emissario dell'ultimo lago di una serie di 5 all'estremo limite settentrionale del suo bacino; la sua altitudine è di m. 144. Il percorso è di 195 km. e la pendenza di 0,680/100. La distanza però in linea retta è di 92 km., sicchè lo sviluppo del fiume risulta di 111,90/10.

Esso può dividersi in tre tronchi: il superiore, lungo 84 km. dall'origine fino alla confluenza del Stüdnitzfiess; il medio, di 77,5 km. dalla confluenza dello Stüdnitzfiess a Steinbusch; e finalmente l'inferiore o terzo tronco che termina alla foce nella Netze ed ha una lunghezza di km. 33,5. Quest'ultimo tronco è perfettamente distinto da quello che lo precede perchè è navigabile, e il limite trovasi appunto dove cessa la sua navigabilità; nelle vicinanze riceve il Plötzenfiess, il più importante degli affluenti di sinistra; e poco sotto il Mehrenthin, che è il maggiore tributario di destra.

Nel tronco superiore, ossia sopraccorrente alla foce del Stüdnitzfließ, la Drage non riceve che piccoli corsi d'acqua; al disotto, e fino alla foce del Plötzenfließ, tutti gli affluenti di sinistra discendono dalle colline in una disposizione radiale. Però, mentre nella Küddow gli affluenti hanno una grande importanza, qui non esercitano influenza notevole: tanto che fino all'imboccatura del Körnitzfließ, sebbene il bacino scostante abbia già un'estensione uguale alla metà quasi della superficie totale, non riceve corso d'acqua di qualche importanza, e non s'ingrossa che gradatamente e con piccole quantità. Tutto al contrario è il caso della Küddow, nella quale gli aumenti hanno luogo improvvisamente. Dei molti affluenti meritano menzione soli i tre seguenti: il Körnitzfließ, il Plötzenfließ e il Fließ di Mehrenthin.

Il primo sulla sinistra ha un bacino imbrifero di 273,2 kmq. ed una portata media di 2 mc. per minuto secondo, ossia 7,3 litri per kmq. di bacino, le massime piene hanno fino a 8 mc. (0,03 per kmq.).

Il Plötzenfließ viene pure dalla sinistra ed ha un bacino di 440 kmq.; però il suo regime è regolare in causa dei molti laghi che attraversa e della permeabilità del suolo; porta d'ordinario 3 mc. circa (6,8 litri per kmq.); nelle massime piene 13 mc. (0,03 mc. per kmq.).

Finalmente il terzo degli affluenti accennati sbocca dalla destra ed ha una superficie di bacino imbrifero di 555,6 kmq.; il suo regime è però calmo e regolare, non vi si verificano quasi mai delle piene nel vero senso della parola; i grandi laghi che attraversa, agiscono come moderatori e la permeabilità del suo suolo ritiene una buona parte delle precipitazioni; la sua portata media è di mc. 4,5, al che corrisponde un coefficiente di litri 8,4 per kmq.

Il bacino della Drage poi è ricchissimo di laghi e laghetti, i quali per la maggior parte non hanno forma stretta e allungata come quelli di cui ci siamo occupati in altri bacini, ma sono disposti in gruppi irregolari o come una collana di perle. Attualmente il loro numero è di 64, ma in origine dovette essere assai maggiore.

La superficie complessiva degli specchi d'acqua è di chilometri quadrati 92,59, e se si tien conto anche di quelli piccolissimi che hanno una superficie di 6 a 7 kmq., in complesso si ha un'area di 3,1 0/10 di quella del bacino totale. I maggiori laghi sono quelli di Dratzig con uno specchio d'acqua di 18,9 kmq.; di Lübbe (kmq. 14,85) e di Vansow (kmq. 7,76).

È caratteristico nei tronchi superiore e medio della Drage l'attraversamento di numerosi laghi nel suo percorso, alcuni dei quali di lunghezza notevole. Così, per esempio, il tronco superiore passa per 6 laghi con una lunghezza complessiva di 22,4 km.

Dall'origine fino alla foce del Körnitzfließ il bacino imbrifero ha una superficie di 1536,5 kmq.; da questa foce fino a quella del Plötzenfließ kmq. 185,3.

*

La caduta totale del fiume dalle sorgenti alla foce è di m. 114,8; e siccome la lunghezza è di 195 km. ne risulta una pendenza media di 0,59 0/100.

L'alveo ha una larghezza media variabile da 10 a 20 metri circa e in alcune parti arriva fino a 30 e 40 m. eccezionalmente.

La portata media delle magre è di 15,2 mc. (4,8 litri per kmq.); la media ordinaria 22,6 mc. (7,1 litri per kmq.); la media delle piene 41 mc. (0,013 mc. per kmq.).

L'utilizzazione delle acque per forza motrice in servizio dell'industria ha luogo mediante 3 derivazioni nella Drage e 49 nei suoi affluenti.

Il bacino della Drage è il più ricco di acque e perciò il suo tributo nella Netze è considerevole; aggiungasi che nel tronco inferiore e in quello medio raramente o pochissimo gela, per cui anche nella stagione invernale alimenta la Netze; e siccome le sue acque sono piuttosto calde influiscono anche sui ghiacci della Netze, accelerandone lo scioglimento. La crosta che si forma sottocorrente della foce della Drage non raggiunge che raramente i m. 0,50 di spessore, e però qualche tempo prima che incominci a disgelare si manifesta un canale

nel mezzo del fiume che le acque della Drage allargano gradatamente sempre più.

La Netze, dopo di avere ricevuto le medesime, ha una portata media di magra uguale a 54 mc. (3,4 litri per kmq.); la portata ordinaria media annuale è di 92 mc. (5,8 litri per kmq.); e quella delle piene ordinarie 177 mc. (0,011 mc. per kmq.). Le massime piene possono raggiungere 215 mc. per minuto secondo, ossia mc. 0,017 per kmq.

*

La Netze inferiore. — È l'ultima parte del bacino della Netze e comprende tutto il terreno che scola nell'asta del fiume dalla foce della Küddow fino alla sua immissione nella Warta presso Zantoch; sulla sponda sinistra il bacino forma una striscia strettissima colla linea di spartiacque quasi parallela al corso del fiume. La superficie è di 2932 kmq., di cui un terzo circa (34,9 0/10) boscata; 41,9 0/10 coltivata. La direzione della Netze è da est ad ovest, ma poco a valle della confluenza colla Küddow piega bruscamente a sud e continua in questa direzione fino presso Czarnikaw, dove fa un altro gomito brusco per poi continuare nella primitiva direzione da est ad ovest.

Gli affluenti di questo tronco sono di pochissima importanza e possono raggrupparsi in quattro divisioni: nella prima quelli di destra dalla foce della Küddow a Czarnikaw, il Fließ di Stöwen che nella sua parte alta chiamasi Krampiza; il Fließ di Lemnitz riunito mediante canale nella bassura col Ziegelfließ; il Mühlenfließ di Schönlanke e l'Hammerfließ.

Nella seconda divisione si comprendono i corsi minori sulla destra fra Follstein e la foce della Drage: il Molitfließ e il Mühlenfließ di Selchow.

La terza divisione comprende gli affluenti, sempre sulla destra, fra A.-Karbe e Zantoch e la quarta quelli dal lato destro del fiume principale dalla foce della Küddow a quella della Warta.

I corsi d'acqua della terza divisione avrebbero potuto e dovuto immettersi in un canale artificiale di guardia, Petrikanal; ma non è mai stato completamente finito, fu eseguito solo per tratti. I principali corsi minori sono il Prielangfließ, il Zanzfließ, il Kloppfließ e il Krebsfließ.

Nella quarta divisione si trovano numerosi laghi i cui emissari sciolano tutti nella Netze; i principali di essi sono il Mühlenfließ di Gulez, il Mialfließ, il Mühlenfließ di Neuteich, l'Hammerfließ, che nel 1789 fu reso fluitabile, il Lubiatfließ, pure fluitabile dal 1790 e che si riunisce col Mühlenfließ di Trebitsch. Oggidi però non si usano più per la fluitazione. Il Mühlenfließ di Guscht viene convogliato nella Netze per mezzo dei canali di Milchwerder e Pils.

Le massime piene del fiume hanno luogo nei mesi invernali; ma più specialmente in febbraio, marzo e aprile, e le portate sono già state indicate più sopra.

*

Siccome il bacino da ambo i lati della Netze poco s'estende e l'altitudine è relativamente grande, gli affluenti hanno un percorso breve e una pendenza considerevole, la quale viene utilizzata come forza motrice per molini. Nella bassura generalmente i corsi d'acqua sono sistemati e talvolta sostituiti da canali. L'asta principale dalla foce della Küddow fino alla confluenza con la Warta ha una lunghezza di km. 119,9 ed una pendenza media di 0,235 0/100 di cui 0,27 0/100 nel corso superiore fino alla Drage e 0,18 0/100 sottocorrente alla medesima.

Abbiamo già accennato che il corso della Netze superiormente alla Küddow è assai lento e dopo l'immissione di questa cambia talmente di carattere che la Netze dovrebbe considerarsi come il prolungamento della Küddow; alla foce della Drage si verifica lo stesso fatto nuovamente, e le materie trasportate aumentano, mentre la pendenza della vallata diminuisce; perciò il fiume ha dovuto allargarsi, ne seguirono numerosi depositi e conseguentemente vari bracci; con lavori di sistemazione si è però riuscito a togliergli questi inconvenienti creandogli un alveo regolare e unico.

I lavori di sistemazione si ultimaron nel 1896 e la lunghezza del fiume da 143,1 km. che era primitivamente, venne

ridotta a km. 119,9. Cosicchè mentre prima lo sviluppo del fiume era del 50,6 0/10 essendo di 95 km. la distanza in linea retta fra l'origine del tronco e la sua foce, ora è diventato del 26,2 0/10.

La larghezza del suo alveo vivo varia da 40 a 50 m. e in alcuni punti eccezionalmente raggiunge i 70 e fino i 90 m. La larghezza della vallata poi è in media di 3 km. ed aumenta a km. 4,5 dopo la foce della Küddow; ma presso Driesen viene divisa in due parti da un rialzamento mediano. Più sotto però, e si può dire per la maggiore estensione, la valle è soggetta alle inondazioni delle massime piene. Dopo Filehne, il terreno inondato si trova dal lato destro del fiume e in due punti, presso Gerrin e Kreuz, si restringe fino ad avere km. 0,5 di larghezza, il resto è insommergiabile.

(Continua)

Ing. GAETANO CRUGNOLA.

NOTIZIE

Lana di pietra calcarea. — Dall'industriale americano C. C. Hall è stata recentemente inventata una lana di pietra calcarea, che fu brevettata nella maggior parte degli Stati. I primi campioni sono teste giunti in Inghilterra ed hanno suscitato nel campo industriale un'ammirazione ben meritata.

Questa lana è uno dei peggiori conduttori del calore che finora si conoscano; ha la morbidezza del pelo del cammello e mantiene il calore al pari di questo; è incombustibile come l'amianto, si può tessere come stoffa da vestiario, e non è danneggiata dall'acqua. Può quindi essere utilizzata a fare i sipari da teatro; può essere utilissima come materiale di riparo per le condotte d'acqua, pei tubi d'aria e di vapore; essa dovrebbe pure potersi adoperare per rendere incombustibile il rivestimento delle condutture elettriche.

Hall attribuisce ad un caso la sua invenzione. Egli faceva esperimenti con pietre che si adoperavano per la preparazione del ferro e dell'acciaio, quando gli capitò fra le mani una pietra calcarea che, invece di tramutarsi in calce viva, prese l'apparenza di lava bianchissima. Hall sottopose questa lava a diversi bagni e lozioni chimiche, finchè ottenne fibre molto sottili e flessibili. Dicesi che esista in America una immensa quantità di pietra calcarea.

(Rivista di Artiglieria e Genio).

Risultato del Concorso del Municipio di Parigi per apparecchi fumivori. — Tecnici e legislatori si sono da lungo tempo preoccupati del problema della fumivoria nei focolari, e numerosi processi furono ideati per risolverlo, senza che ancora siasi conseguito un risultato soddisfacente.

Anche il Municipio di Parigi si occupò della questione nell'interesse dell'igiene e delle industrie cittadine, e stabilì nel 1894 di aprire un concorso fra gli inventori di sistemi fumivori, stanziando in bilancio una somma di lire 17 000 da distribuirsi in tre premi di lire 10 000, 5000 e 2000 agli inventori dei sistemi giudicati migliori.

La Commissione tecnica incaricata dell'esame dei sistemi presentati ha compiuto il suo lavoro, ed il Relatore signor Hirsch, ingegnere-capo di ponti e strade, ha presentato la sua Relazione, di cui troviamo le conclusioni nel *Genie Civil*.

Risulta da quella Relazione che gli apparecchi presentati furono 110; ma la Commissione con un primo esame preliminare ridusse a 10 il numero degli apparecchi da sperimentarsi; e solo otto fra i rispettivi inventori accettarono le condizioni dell'esperienza, scopo della quale doveva essere di riconoscere se le disposizioni proposte rispondevano ad un tempo alla condizione di non dare fumo incomodo con i combustibili ordinari ed a quella di soddisfare alle esigenze economiche ed industriali. Bisognava perciò nelle esperienze tener conto dell'intensità del fumo prodotto, del rendimento in vapore del carbone bruciato e del modo di funzionare dell'apparecchio.

Gli apparecchi da esaminare vennero applicati successivamente alle medesime caldaie, e queste durante le prove furono alimentate sempre col medesimo combustibile.

Le caldaie prescelte furono quelle esistenti nell'officina elevatoria comunale di Javel, consistenti in tre generatori di tipo semitubolare, e destinate ad alimentare due macchine indipendenti.

Le dimensioni principali di tali caldaie sono le seguenti:

Corpi cilindrici, diametro esterno	m.	1,378
» lunghezza esterna	»	3,500
Bollitori, diametro esterno	»	0,772
» lunghezza esterna	»	5,309
Tubi del fumo	n°	50
» diametro interno	mm.	74
» » esterno	»	80
Superficie totale di riscaldamento	mq.	62

Capacità totale	mc.	8,20
Graticola, lunghezza	m.	1,185
» larghezza	»	1,300
Registro	m.	0,74 × 0,60
Sezione del canale del fumo	mq.	0,93
Camino di muratura, altezza	m.	30
» sezione circolare alla base	mq.	1,208
» » alla sommità	»	0,385

Come combustibile impiegaronsi mattonelle di Anzin, di qualità ordinaria, contenenti in media 8,17 per cento di ceneri, e 17,84 di materie volatili.

Con ogni apparecchio si fecero quattro esperienze: cioè due ad andamento lento per la produzione del vapore necessario al funzionamento di una sola macchina, l'una con fuochista designato dall'inventore ed altra simile con fuochista designato dalla Commissione; e due ad andamento vivo per la produzione del vapore necessario al funzionamento simultaneo delle due macchine, e coi medesimi fuochisti di prima.

Il volume e la densità del fumo erano giudicati per osservazione diretta e registrati sopra un diagramma, distinguendo cinque gradi, cioè: fumo nullo, debole, medio, nero, opaco. Le ordinate del diagramma rappresentavano i tempi, le ascisse le quantità di fumo.

I migliori risultati si ottennero cogli apparecchi portanti i numeri 24 e 85.

Il numero 24, inventato dal signor Donneley, consiste in una griglia in forma di cassone verticale piatto, traversato orizzontalmente dalla corrente d'aria; il carbone si carica dall'alto e la pulizia si fa dal basso; le pareti sono formate da tubi a circolazione d'acqua.

Nel numero 85 il carbone scende da una tramoglia ed è spinto sulla griglia da palette azionate meccanicamente; il movimento di progressione viene completato dall'alzata alternativa di una parte delle sbarre inclinate della griglia, ciò che facilita anche il nettamento.

In quanto ai soli risultati numerici, il numero 24 avrebbe una decisa superiorità sul numero 85, tanto per la quantità di fumo (0,028 contro 0,071), quanto per la utilizzazione del combustibile (1,048 contro 0,993). Ma il numero 85 ha qualità d'importanza pratica che mancano al numero 24. Esso infatti si è meglio comportato durante l'andamento vivo ed è d'impianto al confronto poco costoso, poco ingombrante, semplice, rustico, facile da condurre e presenta inoltre molto maggiore sicurezza.

La Commissione ha considerato i due apparecchi come equivalenti, ed ha assegnato ad entrambi due secondi premi, non avendo creduto che nessuno dei due potesse meritare il primo.

Furono inoltre variamente premiati:

il numero 19 (sistema Hawley et C.), consistente in due griglie sovrapposte, la superiore formata di tubi a circolazione d'acqua e ricevente il carbone fresco che brucia a fiamma rovesciata; la inferiore ricevente ciò che cade dalla prima, le due correnti gassose riunendosi fra le due griglie;

il numero 26 (sistema Dulac), consistente in una griglia fortemente inclinata, con sbarre orizzontali, a ripiani, vuote, a circolazione; apparecchio di caricamento con rovesciamento a mano;

il numero 47 (sistema Hustin), consistente in una griglia sormontata da un'arcata che la divide in avanti focolare e focolare; con caricamento e distillazione nell'avanti-focolare, e dove il combustibile distillato è spinto sul focolare e di qui sul retro-focolare; l'arrivo dell'aria sia sul focolare che sul retro-focolare essendo regolato da registro;

il numero 74 (sistema Orvis), con iniezione d'aria nella camera di combustione mediante getti di vapore, regolata per mezzo di cateratte.

In conclusione le esperienze comparative dimostrarono che col combustibile adoperato, la griglia ordinaria a sbarre ha sempre dato molto fumo, malgrado tutta l'abilità e la buona volontà del fuochista.

La fumivoria e l'economia non vanno, del resto, necessariamente di concerto. Può avvenire che il fumo più denso non trascini che una quantità quasi insignificante di carbone, la fuligine avendo un potere colorante intensissimo. In genere, gli apparecchi che risultarono i più fumivori non apparvero i più economici, anche non considerando che la combustione senza fumo richiede una spesa supplementare derivante dall'impianto e conservazione degli apparecchi speciali.

L'impiego del coke del gas risolverebbe in modo completo la questione, ma l'adozione generale del coke, anche là dove fosse possibile, ne farebbe salire il prezzo ad un limite troppo elevato.

Gli apparecchi fumivori non procurando economia, sarà pur necessario l'intervento dell'Autorità governativa o municipale per farli adottare.

La Relazione del signor Hirsch conclude constatando che il Concorso non ha risolto in modo definitivo il difficile problema della fumivoria, ma che per contro può aver servito a dissipare molte illusioni. Lo studio storico della questione mostra che se la soluzione è parsa molto facile da principio, a misura che la si è esaminata più da vicino, è apparsa irta di difficoltà. Il processo perfetto di combustione che soddisfa ad un tempo a tutte le esigenze dell'igiene pubblica e dell'industria resta ancora da trovarsi.

(Giornale del Genio Civile).



Torino. Tip.-Lit. Camilla e Bertolero di N. Bertolero, editore

□ fino a 100 m. □ 100 - 300 m. ▨ 300 - 500 m. ▩ 500 - 1000 m. ■ sopra 1000 m.

CARTA IDROGRAFICA DELLA GERMANIA SETTENTRIONALE.

Scala da 1 a 5500.000.



- I. Bacino dell'Oder alle sorgenti.
- II. » dell'Alto Oder Superiore.
- III. » » Inferiore.
- IV. » dell'Oder Medio Superiore.
- V. » » Inferiore.
- VI. » dell'Alta Warthe.
- VII. » della Warthe Media.
- VIII. » » Inferiore.
- IX. » dell'Obra.
- X. » dell'Oder Inferiore.

Torino. Tip-Lit. Camilla e Bertolero di N. Bertolero, editore.

CARTA IDROGRAFICA SCHEMATICA DEL BACINO DELL'ODER.

Scala da 1 a 1500 000.

A Aula del primo Parlamento Italiano con 353 stalli, ora dichiarata Monumento Nazionale.

B Aula provvisoria costruita nel 1861.

a) Scala in legno di accesso alle tribune del pubblico.

b) " " " " riservate ai Senatori ed al Corpo dei Diplomatici.

c) Sala per cassettoni privati per i Deputati.

d) Disimpegno delle tribune al piano superiore.

Scala di 1 a 200.

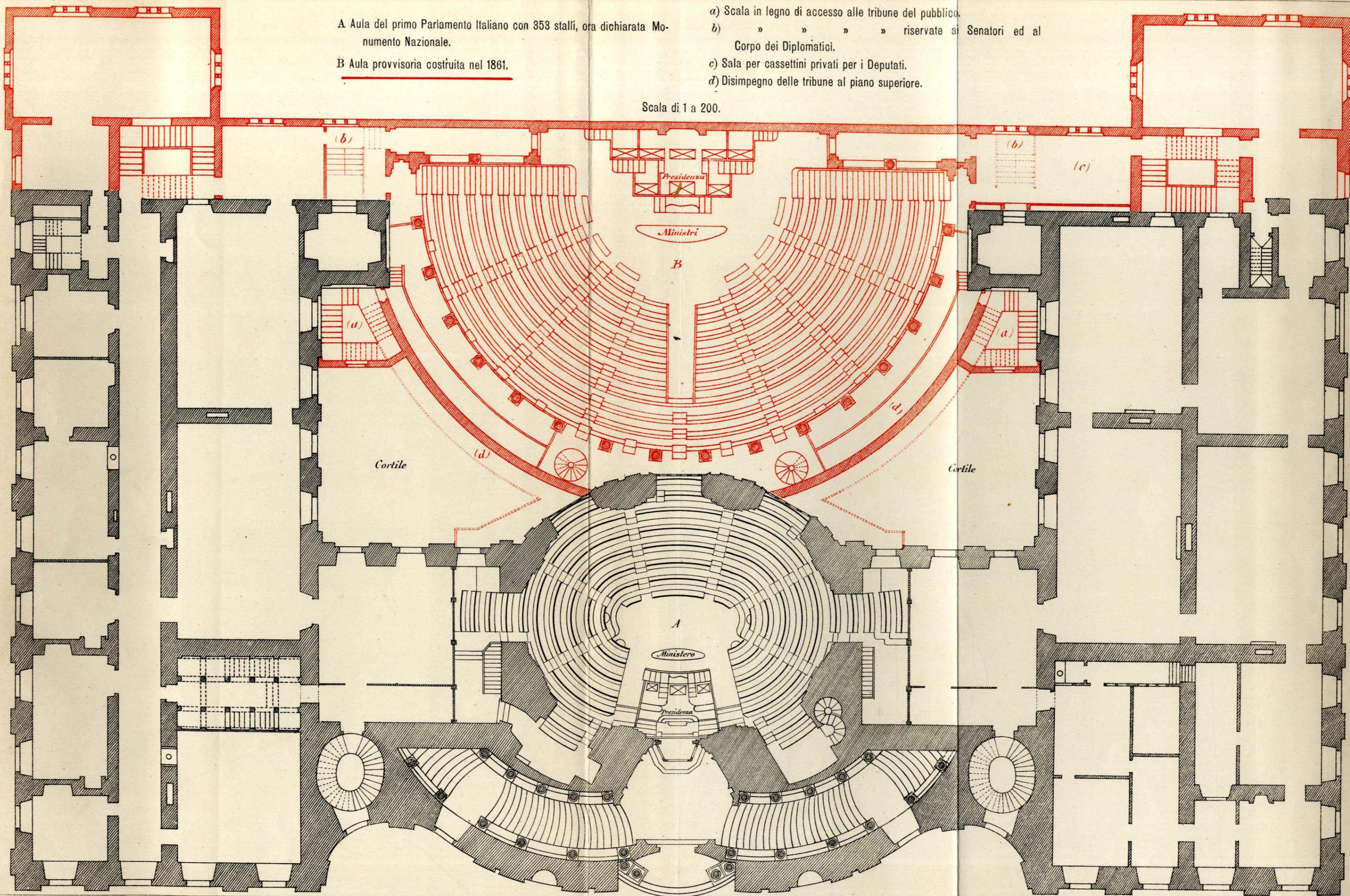


Fig. 1. — Sezione longitudinale dell'Aula e prospetto della parete di fondo.

Scala di 1 a 175.

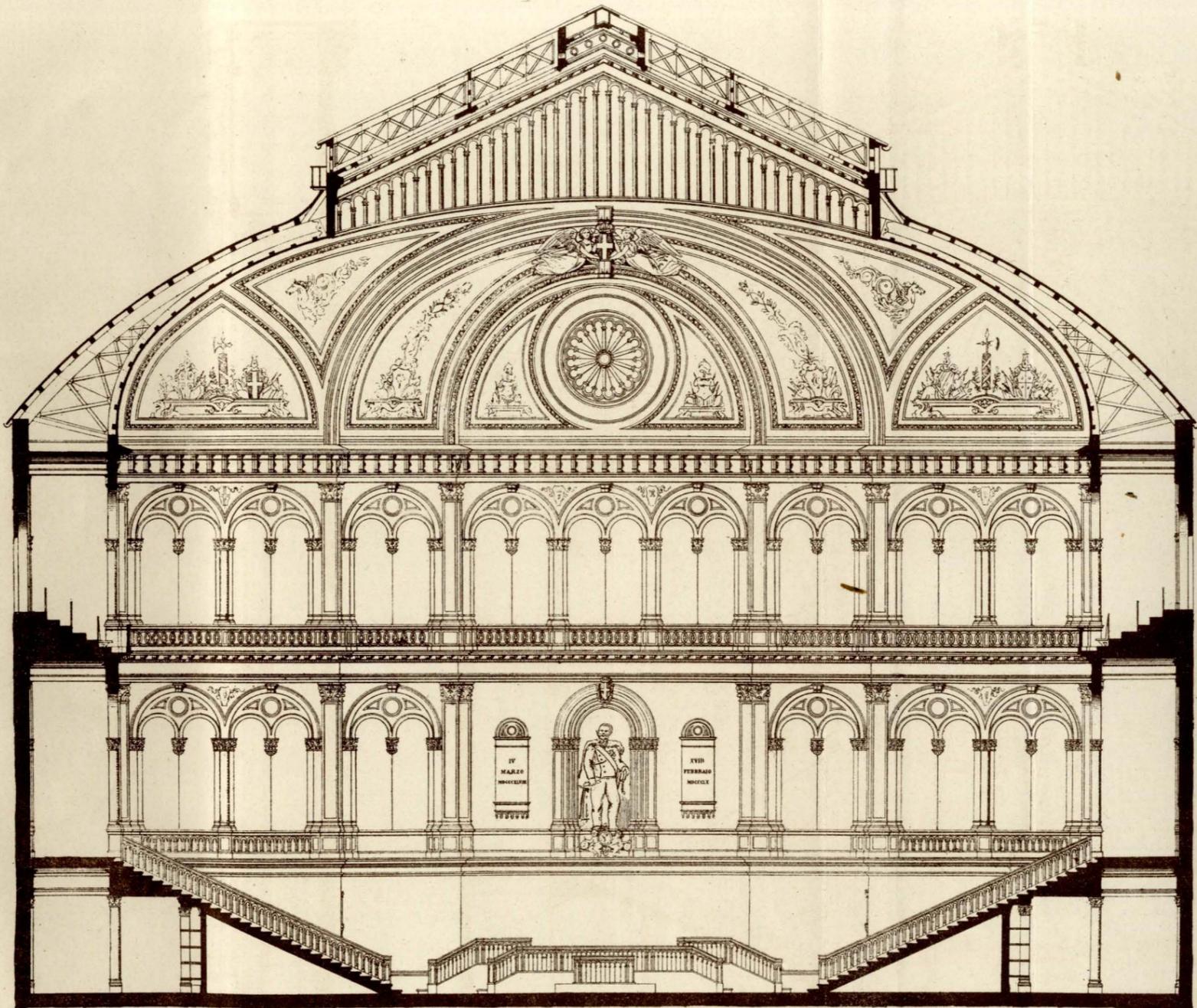
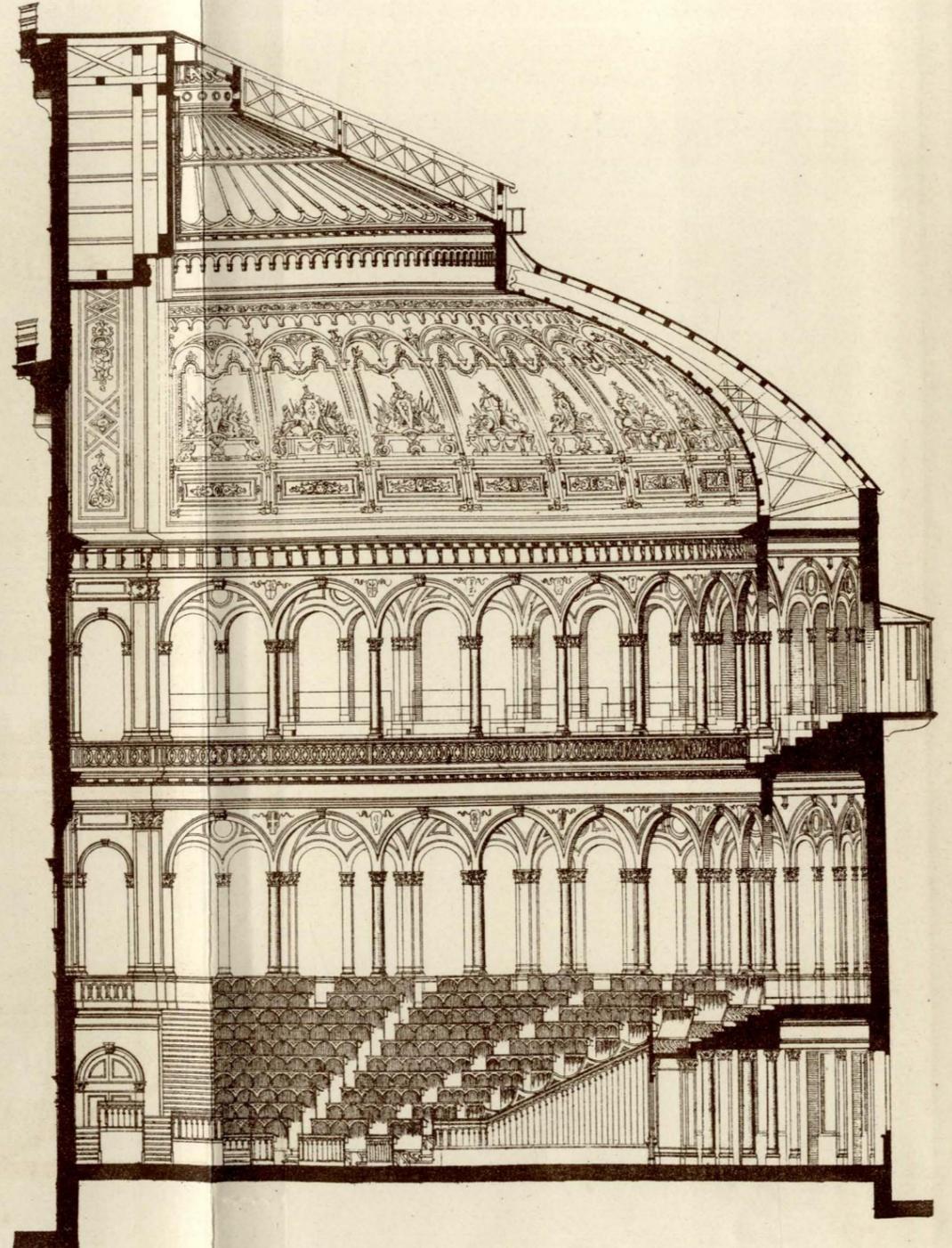


Fig. 2. — Sezione trasversale sull'asse dell'Aula.



Scala di 0 5 10 15 20 25 30 metri