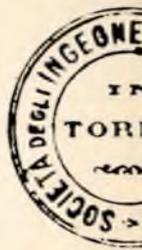


## L'INGEGNERIA CIVILE

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.*

## ARCHITETTURA CIVILE

RICORDI DELLE FASI CUI ANDO' SOGGETTA  
LA GRANDE AULA PARLAMENTARE  
DELLA CAMERA DEI DEPUTATI IN TORINO

*(Veggansi le Tavole VII e VIII)*

Quando Re Carlo Alberto concesse lo Statuto ai popoli del Piemonte, della Liguria, della Savoia e della Sardegna, fu scelto il Palazzo Carignano a sede della Camera elettiva e si tennero le pubbliche sedute nella grande aula di forma ellittica, posta al primo piano di quel Palazzo.

Le opere che in allora occorsero per adattare quel Palazzo al novello scopo, furono dirette dall'architetto Sada ed eseguite secondo un progetto da lui redatto.

Essendosi dappoi manifestate gravi lesioni nei muri e nella volta della grande aula che ne minacciavano la stabilità, una Commissione, presieduta dal generale Menabrea, diede incarico all'ing. Amedeo Peyron di provvedervi, il che egli fece col circuire la grande aula con robusti cerchioni in ferro, e l'operazione fu diretta in modo che le fessure scomparvero intieramente, i muri si riunirono, e la Commissione, riconosciutane la efficacia, approvò e collaudò i lavori, e d'allora in poi l'ing. Peyron fu assunto all'ufficio di architetto della Camera e vi rimase fino a che la sede del Governo fu da Torino portata a Firenze.

Avvenuta nel frattempo la cessione della Savoia e di Nizza alla Francia e le annessioni alla Casa di Savoia della Lombardia e dei Ducati, divenne necessario di modificare la primitiva disposizione degli stalli della grande aula, portandoli al numero di 353, oltre ai seggi occorrenti per la Presidenza.

Furono a questo riguardo fatte proposte dall'ing. Spurgazzi e da altri, ma il Governo preferì la disposizione proposta dall'ing. Peyron, quale risulta dalla Tavola VII. Tale disposizione sussiste tuttora e fu conservata a memoria dei primi fasti d'Italia nel regime costituzionale.

Finalmente, in seguito alle annessioni delle Provincie Meridionali e dell'Umbria, il Governo, avendo riconosciuta la impossibilità di portare in quell'aula a 470 il numero degli stalli, oltre a quel numero di seggi dovuti alla Presidenza, deliberò di conservare l'antica aula nello stato in cui si trovava e di costruirne una nuova.

Varie furono le proposte ed i progetti presentati al riguardo, fra cui quelli degli architetti Panizza, Antonelli, Giuseppe Bollati e Ferri.

Siccome però tali progetti o richiedevano il trasporto della Camera dei Deputati in altri edifici pubblici di Torino che si giudicavano meno appropriati allo scopo, o esigevano un tempo troppo lungo per la loro attuazione, così il conte di Cavour preferì di accettare la proposta dell'ing. Peyron, di costruire cioè un edificio provvisorio nel cortile stesso del Palazzo Carignano, riservando ad epoca opportuna di costruire verso piazza Carlo Alberto un nuovo corpo di fabbrica, che, annettendosi al Palazzo esistente, contenesse la nuova aula stabile.

Le condizioni pertanto alle quali volevasi informata la costruzione dell'edificio provvisorio, si riassumono come segue:

1° Che quantunque provvisorio, fosse tuttavia l'edificio costruito con quel decoro che rispondesse all'alto scopo cui era destinato;

2° Che tale edificio si coordinasse alle sale del Palazzo esistente, in modo che la loro destinazione e le esigenze del servizio non ne fossero alterate;

3° Che lo spazio da occuparsi nel cortile fosse limitato così da non impedire la costruzione, verso piazza Carlo Alberto, dell'edificio stabile, che col tempo doveva surrogare l'aula provvisoria;

4° Che finalmente la costruzione provvisoria fosse compiuta nel termine di tre mesi.

Il progetto presentato dall'ing. Peyron e le verbali spiegazioni date avendo dimostrato come si intendeva di ottemperare alle condizioni imposte, venne immediatamente accolto ed approvato, e fu pure, stante la brevità del tempo, accettata la proposta di eseguire l'opera ad economia.

I disegni in allora presentati trovansi compendiatamente nelle due Tavole VII e VIII, consistenti in due piani ed in due sezioni dell'aula posta in correlazione alle sale del Palazzo esistente, e corrispondono pienamente a ciò che fu eseguito.

Siccome questo edificio fu distrutto quando, per il trasporto della capitale e per iniziativa della Città di Torino, cessato il bisogno di una grande aula parlamentare, si addivenne alla costruzione di un edificio stabile secondo i disegni dell'architetto Giuseppe Bollati in unione al commendatore Ferri, così sembrerebbe conveniente che ai disegni suddetti si unissero anche quelli più particolareggiati, dai quali apparisse il modo con cui i lavori furono eseguiti e più specialmente come fu risolto il problema delicatissimo della stabilità.

Ma ciò non è al presente possibile, poichè tutti i disegni che servirono all'esecuzione dell'aula provvisoria, venivano richiesti ed inviati senza eccezioni a Roma, ove servirono di norma allo studio in Montecitorio dell'aula provvisoria, che, per forma, dimensioni e modalità nei più minuti particolari, riproduce quelli dell'aula provvisoria di Torino.

E quei particolari rimasero ai costruttori senza che più fossero restituiti.

A rimediare in parte a questa mancanza, si indicherà qui tuttavia il concetto che presiedette alla formazione del progetto e dell'esecuzione di quell'edificio in Torino.

Per la vastità dell'opera, ristrettezza dello spazio e brevità del tempo, era certamente grave la responsabilità di chi si era assunto l'incarico della sua esecuzione.

Per meglio assicurarne la riuscita, si credette conveniente di dividere il lavoro dell'ossatura da quello della sua ornamentazione, dell'arredamento e da tutte le altre opere accessorie, e ciò allo scopo di poter lavorare contemporaneamente in cantieri diversi, talchè gli uni non incagliassero il lavoro degli altri.

Era questo un sistema che la ragione indicava e la necessità imponeva, ma al certo era tale da rendere più diffi-

cile il compito dell'Ufficio dirigente, e più estesa e delicata la sorveglianza. Il risultato però fu coronato da felice successo.

L'ossatura essendo la parte sostanziale dell'opera a cui conveniva dare subito principio, ed in pari tempo essendo la parte da cui dipendeva la stabilità dell'edificio, fu quindi oggetto dei primi studi e delle maggiori cure, e nel breve termine di poco più di una settimana i materiali si trovarono a pie' d'opera ed i disegni nelle mani del costruttore.

L'arrivo fortunoso di due bastimenti nel porto di Genova, di cui l'uno era carico di legnami provenienti dalla Stiria, e l'altro di grossi ferri cilindrici provenienti dall'Inghilterra, diede il modo di scegliere i migliori pezzi che facevano al caso.

Le travi scelte erano di larice perfettamente diritte e squadrate, con sezioni non minori di m. 0,70 di lato, e le barre erano cilindriche, di m. 0,10 e più di diametro.

Le tavole di larice ed il ferro più piccolo avevano le migliori dimensioni adatte all'uopo.

Approfittando della natura e qualità dei materiali acquistati, si fece di legname tutta la ossatura della parete esterna che chiude l'edificio sia verso il cortile, sia verso la piazza Carlo Alberto.

Le antenne erano d'un sol pezzo per tutta l'altezza dell'edificio, collegate tra loro sia in fondazione, riposando sopra apposita intelaiatura, sia a livello del cornicione col mezzo di una intelaiatura che le teneva in sesto, sia finalmente da traverse che avevano altresì per scopo di dare appoggio alla impalcatura occorrente, e ciò oltre alle necessarie crociere.

L'ossatura della parete interna che corre in giro parallelamente a quella esterna è doveva racchiudere nello spazio interposto i diversi ordini di gallerie, fu invece costrutta in parte in ferro ed in parte in legname.

Erano in ferro tutte le antenne che dovevano servire di anima alle colonne decorative e di sostegno dei soffitti ed impalcati delle gallerie.

Era pure di ferro l'armatura degli archi ed i collegamenti orizzontali atti a tenere le antenne in sesto, e furono in legname tutte le altre parti sia di rinforzo, che decorative.

Ambedue le ossature furono rivestite da ambe le faccie di tavole in legno. Le centine della volta erano formate di due archi, di cui l'uno veniva ad appoggiarsi sulla testa delle antenne in ferro della parete interna, disposto a forma di puntello all'altro arco, che si appoggia sulla testa delle antenne in legno della parete interna, riuniti amendue da un traliccio.

La linea di intradosso dell'uno seguiva la curva sferica interna della volta, e quella di estradosso dell'altro arco seguiva la curva della copertura esterna. La testa di ogni centina si incastrava nel tamburo del lucernario.

Non potendosi far assegnamento sulla ossatura della parete verso piazza Carlo Alberto per sostenere la spinta delle centine, si procurò di far sì che il centro di gravità della centina cadesse il più possibilmente tra i due fulcri del loro appoggio all'imposta.

Di più, le centine esterne, che avevano il beneficio di avere un contrasto nei muri del Palazzo, si fecero divergere per modo da elidere le eventuali spinte delle altre, ed in un colle antenne della parete e dell'armatura dell'arco sovrapposto alla Presidenza vallesero a sostenere il non indifferente peso del lucernario.

Datosi quindi principio ai lavori dell'ossatura, si provvide tosto a quelli della decorazione architettonica, della parete interna ed a tutti i lavori per l'arredamento, riscaldamento, ventilazione ed apparati del servizio interno di telegrafia per ognuno dei Deputati.

Pressochè tutti i disegni furono eseguiti in scala naturale,

ed in essi non solo erano indicate le modalità del lavoro, ma ancora il sistema con cui doveva eseguirsi, onde a suo tempo potesse essere collocato a sito in modo celere, stabile e preciso.

Epperò l'Ufficio fu diviso in due sezioni, di cui l'una si applicava esclusivamente alla formazione dei disegni di decorazione architettonica, e ad essa fu preposto l'architetto Paolo Comotto; l'altro si occupava della direzione e vigilanza di tutti i lavori in genere; cosicchè, oltre alla formazione dei disegni per l'ossatura e lavori accessori, si occupò altresì non solo della vigilanza per l'esecuzione dell'ossatura e dei lavori accessori, ma ancora di quella che riguardava il collocamento a sito dei lavori architettonici, ed a questa sezione fu preposto l'ing. Alessandro Albert.

L'ossatura fu eseguita dal signor Carrera, conosciuto come abile carpentiere. Le colonne, i capitelli, le basi ed insomma tutte le pareti architettoniche in rilievo furono affidate al cav. Moncalvo, e sotto la sua responsabilità fece eseguire i lavori da falegname e da tappezziere per i seggi dei Deputati e gli altri mobili occorrenti per la Presidenza, per il Ministero e per le tribune speciali, distribuendo il lavoro a vari falegnami della città e provincia.

La pittura, gli affreschi, i fregi di ornamentazione sulle tele, che erano da applicarsi alle pareti, gli stemmi, ecc., furono eseguiti dal pittore Serena; gli apparecchi del telegrafo interno, per uso dei Deputati, furono provvisti dal signor Roy di Ginevra; i condotti della ventilazione e del calorifero, dal signor Zanna di Torino; i lavori in stucco, dal signor Loro pure di Torino, e ciò oltre al lavoro di molti altri per stemmi, iscrizioni, tinteggiature, riquadrature e simili, che sarebbe ora malagevole indicare.

Ciò che è dovere il dire si è che non solo il personale dell'Ufficio, ma tutti gli esecutori gareggiarono, senza eccezioni, di patriottismo, di zelo, di attività, di precisione, per modo che, compiuta l'ossatura, ogni parte stata eseguita nei vari laboratori ed officine della città e territorio, venne a collocarsi nel sito designato così esattamente, che la costruzione dell'edificio apparve come fatta di un sol getto senza bisogno di ritocchi. Talechè al 18 febbraio 1861, epoca in cui il Re aveva indetta l'apertura delle nuove Camere, ogni cosa si trovò in pronto.

La spesa complessiva di tutti i lavori di costruzione, decorazione ed andamento dell'aula provvisoria ascese a L. 500,000.

Ing. M. P.

## QUESTIONI ECONOMICHE

### POSSIBILITÀ E CONVENIENZA DI STUDIARE CON FORMULE MATEMATICHE TALUNE QUESTIONI DI ESERCIZIO FERROVIARIO.

Nota dell'Ing. ADOLFO ROSSI  
Regio Ispettore superiore delle Strade Ferrate

(Continuazione e fine)

#### V. — QUANTITÀ DI CARRI PER MERCI.

Faremo ora cenno di altra questione, la quale pure, ove si avessero a disposizione i necessari elementi statistici, sembrerebbe poter essere chiarita mediante ricerche del genere di quelle accennate.

Allorchè si tratta di stabilire confronti tra le dotazioni di carri per merci dei diversi esercizi d'una stessa rete, e se le condizioni non variano in modo straordinario nell'intervallo,

si può ricorrere alla considerazione della percorrenza media annuale di un carro.

A tale criterio si sono ispirate le disposizioni dell'art. 9 del progetto di Convenzione 22 aprile 1874, presentato alla Camera dei Deputati nelle tornate del 2 maggio e del 10 dicembre 1874, per l'appalto dell'esercizio delle strade ferrate dell'Italia Centrale e Meridionale; quelle dell'art. 23 dei Capitolati annessi ai progetti di Convenzioni, presentati alla Camera il 22 novembre 1877, per l'appalto dell'esercizio delle reti Adriatica e Mediterranea; e quelle, infine, dell'articolo 19 dei vigenti Capitolati per l'esercizio delle reti Mediterranea ed Adriatica (art. 15 del Capitolato per la Sicula).

Ma quando le condizioni mutino radicalmente, o si tratti di confronti fra varie reti, quel criterio può diventare insufficiente.

Non è naturalmente possibile tradurre in formula tutte le molteplici cause influenti sulla quantità dei carri necessari al servizio d'una data rete per un determinato traffico, ma si può tener conto almeno delle principali, mentre di quelle che si trascurano non bisogna poi esagerare l'importanza relativa tra rete e rete, a meno di volere anche qui, come per ciò che riguarda la spesa d'esercizio e la quantità del personale, negare la possibilità di concetti direttivi d'assieme nell'amministrazione di una grande azienda di strade ferrate. Siano pertanto:

$L$  la lunghezza esercitata per servizio merci;

$t$  il numero delle tonnellate trasportate in un anno;

$d$  la percorrenza media di una tonnellata;

$T'$  la percorrenza complessiva annuale delle merci in senso inverso alle correnti di carri vuoti;

$T''$  la percorrenza complessiva annuale delle merci nel senso delle correnti di carri vuoti;

$$i = \frac{T' - T''}{T' + T''} = \frac{T' - T''}{td}$$

il coefficiente d'infruttosità dei carri;

$n'$  la quantità corrispondente alla percorrenza in un anno dei carri proprii fuori della rete;

$n''$  la quantità corrispondente alla percorrenza in un anno dei carri altrui sulla rete.

Ogni tonnellata terrà impegnata una frazione di carro durante un tempo, che dipenderà da quello necessario alle operazioni di stazione e dalla durata del viaggio della merce e del ritorno a vuoto; ma la utilizzazione del materiale sarà tanto maggiore quanto più intenso sarà il traffico.

Questa intensità si potrà misurare col rapporto  $\frac{td}{L}$ , sebbene, sotto certi riguardi, sarebbe forse più esatto considerarla come proporzionale al numero delle tonnellate affluenti in media in un anno a ciascuna stazione.

La quantità  $N$  dei carri, di cui la rete dovrà essere dotata, supponendo uniformi la portata dei medesimi e la natura del carico, si potrà esprimere con la formula:

$$N = \alpha t [\beta + (1 + i) d] \left( \frac{L}{td} \right)^\gamma + n' - n'' \quad (24)$$

essendo  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  tre costanti, di cui la prima e l'ultima inferiori all'unità.

Se si danno alle diverse variabili  $N$ ,  $L$ ,  $t$ ,  $d$ ,  $i$ ,  $n'$  ed  $n''$  i valori, che esse hanno per un certo numero, maggiore di tre, di reti ferroviarie, si potranno determinare i valori medii dei tre parametri  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ , e stabilire quindi una espressione della quantità di carri in funzione dei principali elementi del traffico, basata su ciò che mediamente accade sulle reti considerate.

Il valore di  $\beta$  sarà influenzato, non dal solo modo di esercitare, ma anche dalle condizioni degli impianti e dalle disposizioni vigenti per la consegna ed il ritiro delle merci; quelli invece di  $\alpha$  e di  $\gamma$  dovrebbero rispecchiare più specialmente gli effetti, sia delle altre circostanze materiali influenti sulla utilizzazione dei carri, non valutate dalla teoria, sia della organizzazione dei vari servizi e del modo in cui essi sono coordinati allo scopo d'una buona conservazione e d'un buon uso del materiale.

Però le statistiche non offrono uno dei dati essenziali che figurano nella formula, cioè quel coefficiente  $i$  di infruttosità dei carri, mentre, per quanto ci consta, solo nelle Relazioni annuali della Società Neerlandese per l'esercizio di ferrovie dello Stato trovasi un prospetto delle quantità di viaggiatori e di tonnellate di merci trasportate da stazione a stazione nei due sensi per ciascuna linea della rete. Nè parimenti le statistiche danno modo di ricavare, con qualche esattezza, i valori di  $n'$  e di  $n''$ .

Possiamo tuttavia tentare, a chiarimento delle idee, una traduzione numerica delle cose esposte con simboli algebrici, assegnando valori grossolanamente approssimati ad  $i$ ,  $n'$  ed  $n''$  per alcune ferrovie tedesche, la cui statistica, compilata dall'Ufficio Imperiale di Berlino, è probabilmente quella più ricca di utili notizie, riguardanti un complesso di 45965 chilometri di ferrovia (non considerando che quelli a binario normale), ripartiti fra 85 Amministrazioni. Assumeremo, cioè, come valore di  $i$  quello del rapporto fra la percorrenza dei carri a vuoto e la percorrenza sotto carico, e calcoleremo  $n'$  ed  $n''$  col dividere, rispettivamente, la percorrenza dei carri proprii fuori rete e la percorrenza dei carri altrui sulla rete pel percorso medio annuale d'un carro in genere: il tutto dopo avere, cogli elementi statistici riferiti ad asse, ridotto il materiale delle diverse reti alla stessa portata media di quello delle ferrovie Prussiane assunto come tipo, in modo da poter operare, non sui valori reali di  $N$ ,  $n'$  ed  $n''$ , che non sarebbero tra loro paragonabili, ma su valori ridotti, corrispondenti a quella omogeneità che è presupposta dalla formula (24).

Non potremmo dedurre altrettanto dalle statistiche delle reti italiane, pel modo in cui in esse giuocano le percorrenze corrispondenti ai trasporti in servizio, della cui quantità, d'altronde, le statistiche stesse non tengono conto.

Nel prospetto che segue sono raccolti i dati relativi ai carri in dotazione ed alla quantità e percorrenza delle merci trasportate, nell'esercizio 1896-97, per le cinque maggiori reti Tedesche.

R E T I	Lunghezza media esercitata per merci $L$	Quantità in dotazione		Tonnellate trasportate in un anno sulla rete da carri proprii ed altrui $t$	Percorso medio di una tonnellata $d$	Tonn. chilom. annue per km. $td:L$
		di carri	di assi			
	km.	numero	numero	numero	km.	numero
Prussiana dello Stato . . (1896-97)	27433	234609	476962	178536743	112.60	732811
Bavarese dello Stato . . . »	5247	20087	40486	15485538	138.70	409346
Sassone dello Stato . . . »	2530	24853	50157	21542950	66.85	569248
Virtembergese dello Stato . . »	1695	6727	14116	7100914	83.91	351508
Imperiale d'Alsazia e Lorena . . »	1759	14079	28375	18738032	80.96	862550

La statistica fornisce pure la portata media ed il percorso medio annuale per asse, ottenuto dividendo la percorrenza totale degli assi proprii sulla rete e fuori rete pel numero degli assi in dotazione. Il valore di  $i$ , approssimato come abbiamo detto, si ha subito facendo il rapporto fra le percorrenze complessive sulla rete di assi, comunque proprii od

altrui, registrate nelle stastitiche distintamente per assi a vuoto e per assi carichi. Dalle percorrenze degli assi proprii fuori rete e degli assi altrui sulla rete è poi facile ricavare le percorrenze delle tonnellate di portata, per dedurne, all'incirca, nel modo accennato, i valori ridotti di  $n'$  ed  $n''$ .  
E così abbiamo composto quest'altro prospetto:

R E T I	Portata media per asse	Percorso medio annuale d'un asse	Coefficiente d' infruttuosità dei carri $i$	Quantità ridotta di carri		
				in dotazione $N$	proprii fuori rete $n'$	altrui sulla rete $n''$
				numero	numero	numero
	tonn.	km.				
Prussiana dello Stato . . . . .	5.82	16653	0.459	234609	40116	30671
Bavarese dello Stato . . . . .	5.44	16739	0.448	18614	5197	10518
Sassone dello Stato . . . . .	5.07	12064	0.667	21492	7617	8226
Virtemberghese dello Stato . . . . .	5.35	14298	0.386	6383	2510	4112
Imperiale d'Alsazia e Lorena . . . . .	5.48	14670	0.554	13142	10011	13738

Non è il caso di pensare all'applicazione del metodo dei minimi quadrati all'equazione (24), lasciando incogniti tutti e tre i parametri  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ . L'applicazione diventa facile, se si calcola in altro modo il valore di  $\beta$ , cosicchè rimangano a determinarsi solamente  $\alpha$  e  $\gamma$ .

Ora, il valore di  $\beta$  si deduce facilmente dalle due equazioni che si ottengono applicando la (24) a due delle reti considerate, purchè si assegni, per un momento, un valore approssimato a  $\gamma$ .

A tal uopo osserviamo, che la statistica tedesca dà il rapporto tra il carico medio degli assi (compreso il ritorno a vuoto) e la portata, nelle seguenti cifre:

Prussiana dello Stato . . . . .	45.36 %
Bavarese dello Stato . . . . .	45.22 »
Sassone dello Stato . . . . .	45.56 »
Virtemberghese dello Stato . . . . .	44.11 »
Imperiale d'Alsazia e Lorena . . . . .	51.82 »

Tra le cinque reti, ha massima intensità di traffico merci la Imperiale d'Alsazia e Lorena, minima la Virtemberghese (862550 tonnellate-chilometro annue per chilometro sulla prima, 351508 sulla seconda), ed è pressochè eguale su ambedue la percorrenza media di una tonnellata (rispettivamente chilometri 80.96 ed 83.91). Con una certa attendibilità potremo porre:

$$\left(\frac{862550}{351508}\right) \gamma = \frac{51.82}{44.11}$$

da cui:

$$\gamma = 0.179.$$

Assumeremo quindi, a titolo di prima supposizione ed in cifra tonda:

$$\gamma = 0.20.$$

Sostituendo allora i valori delle variabili relativi alle due reti Bavarese e Sassone, sulla prima delle quali è massima, sull'altra minima, la percorrenza media di una tonnellata, ed adottando provvisoriamente il valore ora indicato per  $\gamma$ , si ottengono due equazioni, tra  $\alpha$  e  $\beta$ , dalle quali si deduce immediatamente:

$$\beta = 106.37,$$

od in cifra tonda:

$$\beta = 100.$$

Ciò posto, la (24) fornirà:

$$\log(N - n' + n'') = \log \alpha + \log t + \log [100 + (1 + i) d] + \gamma \log \frac{L}{t d},$$

che è lineare rispetto a  $\gamma$  e  $\log \alpha$ , e si presta quindi alla diretta applicazione del metodo dei minimi quadrati per la determinazione dei valori medii di queste due quantità.

Fatti i calcoli si trova:

$$\log \alpha = 4.0852668, \text{ da cui: } \alpha = 0.00012169333; \\ \gamma = 0.2450203.$$

Cosicchè si potrà ritenere che l'espressione media della dotazione di carri delle cinque reti tedesche considerate sia la seguente:

$$N = 0.00012169333 t [100 + (1 + i) d] \left(\frac{L}{t d}\right)^{0.2450203} + n' - n'' \quad (25)$$

Applicata alle ferrovie che hanno fornito gli elementi per determinarne i parametri, questa dà i seguenti risultati:

R E T I	Quantità di carri		Differenza fra le colonne 2 e 3			
	effettiva ridotta	calcolata con la formula (25)	in più		in meno	
			assoluta	per 100	assoluta	per 100
1	2	3	4	5	6	7
	numero	numero	numero		numero	
Prussiana dello Stato . . . . .	234609	219381	15228	6.5	—	—
Bavarese dello Stato . . . . .	18614	18582	32	0.2	—	—
Sassone dello Stato . . . . .	21492	20948	544	2.5	—	—
Virtemberghese dello Stato . . . . .	6383	6576	—	—	193	3.0
Imperiale d'Alsazia e Lorena . . . . .	13142	14359	—	—	1217	9.3

La differenza in meno, abbastanza sensibile, tra la quantità effettiva ridotta e la calcolata per la rete Imperiale d'Alsazia e Lorena, può trovare in parte la sua spiegazione

nel fatto della forte prevalenza sulla rete medesima del movimento in servizio diretto e di transito (il 76.30 per 100 del totale nel 1896-97), che deve presumibilmente rendere

per essa troppo alto il valore assegnato a  $\gamma$ . Va pure notato che su quella rete il movimento delle merci è più uniformemente ripartito fra i dodici mesi dell'anno che non sulla Prussiana dello Stato, risultando nel 1896-97, rispettivamente per le due reti, 1.07 ed 1.24 i valori del rapporto fra

il traffico del mese di maggior lavoro (ottobre) e quello medio mensile. Dalla stessa statistica tedesca abbiamo poi desunti i seguenti dati relativi ad altre cinque reti, le quali, per estensione, vengono immediatamente dopo quelle considerate nei calcoli che precedono:

R E T I	Lunghezza media esercitata per merci L km.	Quantità in dotazione		Tonnellate trasportate in un anno sulla rete da carri propri ed altrui <i>t</i> numero	Percorso medio d'una tonn. <i>d</i> km.	Tonn.-chilom. annue per km. <i>t d : L</i> numero
		di carri numero	di assi numero			
Badese dello Stato . . . . .	1548	11065	22491	10963288	75.10	531918
Assiana Lodovicea . . . . .	755	3926	7866	6551304	40.59	352016
Assiana Alta . . . . .	229	518	1036	538717	32.08	75562
Meclenburghese Fed. Franc.	1018	2387	4837	2003129	54.21	106703
Oldenburghese dello Stato . .	462	1332	2664	1877177	58.52	238031

Le due prime hanno una intensità di traffico merci che sta nei limiti tra i quali sono compresi gli elementi sperimentali su cui è basata la formula (25); le altre tre hanno movimento meno intenso.

Se anche qui raccogliamo le cifre della portata media e del percorso medio per asse, e determiniamo, con la scorta

delle notizie della statistica sulla percorrenza totale annua degli assi dentro e fuori della rete, il coefficiente d'infruttuosità del materiale e le quantità, ridotte al tipo medio delle ferrovie Prussiane dello Stato, dei carri da considerarsi come permanentemente scambiati in servizio cumulativo, possiamo mettere assieme queste altre cifre:

R E T I	Portata media per asse tonn.	Percorso medio annuale d'un asse km.	Coefficiente d'infruttuosità dei carri <i>i</i>	Quantità ridotta di carri		
				in dotazione <i>N</i> numero	proprii fuori rete <i>n'</i> numero	altrui sulla rete <i>n''</i> numero
Badese dello Stato . . . . .	5.95	14845	0.550	11310	4283	5741
Assiana Lodovicea . . . . .	6.10	11968	0.333	4055	2659	3856
Assiana Alta . . . . .	5.49	10756	0.440	481	311	133
Meclenburghese Fed. Franc.	5.75	10475	0.569	2351	1111	847
Oldenburghese dello Stato . .	5.30	13163	0.413	1193	937	1316

Noteremo per incidenza, come alle minori percorrenze medie annuali per asse, realizzate su queste reti in confronto a quelle dapprima prese in esame, faccia riscontro un più breve percorso medio della tonnellata di merce, e come il legame fra le due quantità appaia anzi più evidente, se invece dei valori di  $d$  si considerano quelli di  $(1+i)d$ , non

presentando al riguardo qualche più sentita irregolarità che le tre reti Oldenburghese, Meclenburghese ed Imperiale d'Alsazia e Lorena, presumibilmente per effetto di condizioni speciali del loro traffico. Se ora della formula (25) si fa applicazione alle cinque nuove reti, non entrate nella sua determinazione, si ottengono questi risultati:

R E T I	Quantità di carri		Differenza fra le colonne 2 e 3			
	effettiva ridotta 1 numero	calcolata con la formula (25) 3 numero	in più		in meno	
			assoluta 4 numer.	per 100 5	assoluta 6 numero	per 100 7
Badese dello Stato . . . . .	11310	9956	1354	11.9	—	—
Assiana Lodovicea . . . . .	4055	4178	—	—	123	3.0
Assiana Alta . . . . .	481	789	—	—	308	64.0
Meclenburghese Fed. Franc.	2351	2908	—	—	557	23.7
Oldenburghese dello Stato . .	1193	1631	—	—	438	36.7

Di qui apparisce, che, mentre per le ferrovie Badesi ed Assiana Lodovicea l'approssimazione non è molto lontana da quella ottenuta per le ferrovie che hanno fornito gli elementi di calcolo della formula, questa accenna invece a dare quantità teoriche troppo forti per intensità di traffico inferiori, ciò che potrebbe dipendere in parte da un valore troppo alto dell'esponente  $\gamma$ , derivato dalla ipotesi fatta, che la migliore utilizzazione dei carri sulle reti di maggiore movimento dipenda più dalla importanza di questo che non dalla natura dei trasporti.

Ci guarderemo però bene dal dare troppo peso a queste od altre considerazioni intorno alle cifre esposte, tanto più che il metodo, di cui abbiamo dovuto accontentarci, per la determinazione dei valori di  $n'$  ed  $n''$ , può essere stato causa di errori abbastanza sensibili, specialmente per reti sulle

quali sia elevato il rapporto fra i trasporti in servizio cumulativo e quelli in servizio interno, non essendo delle percorrenze medie annuali per asse che occorrerebbe fare uso, ma bensì delle percorrenze proprie di quelle categorie di materiale, che sono volute, rispettivamente, dalla natura delle merci d'importazione, di transito e di esportazione.

D'altronde, per giudicare dei risultati che la formula dà per reti rimaste estranee alla sua calcolazione, bisognerebbe aver presenti le principali circostanze non valutate, che pongono le varie ferrovie in condizioni diverse rispetto alla utilizzabilità del materiale, e tener pur conto delle ragioni non esclusivamente attinenti al traffico ordinario, cui possono essere ispirate talune Amministrazioni nell'armarsi di mezzi di trasporto.

Questo non significa che certe notizie, delle quali difet-

tano le statistiche, non vi si possan far comparire, e che tutto sia stato detto sulla utilizzazione delle carrozze e dei carri, allorquando il Congresso internazionale delle ferrovie, nella Quarta Sessione (Pietroburgo, 1892), occupandosi dell'argomento, traeva, da una molto sommaria discussione, queste conclusioni: « Les renseignements statistiques qui » font l'objet de la question XXIII-B ne permettent pas de » déterminer des coefficients moyens d'utilisation. Celle-ci » dépend des conditions d'établissement et d'exploitation

» des réseaux, et notamment du nombre des trains, des » moyens de camionnage, de la nature et de l'intensité variable du trafic suivant les époques, etc. ».

Abbiamo però ancora voluto fare un tentativo di applicazione della formula (25) ai successivi esercizi di una stessa rete, per un periodo abbastanza lungo.

Nel prospetto che segue, sono raccolte le occorrenti notizie, relative alle ferrovie Prussiane dello Stato, per tutto il dodicennio dal 1885-86 al 1896-97.

ESERCIZI	Lunghezza media esercitata per merci L km.	Quantità in dotazione		Tonnellate trasportate in un anno sulla rete da carri propri ed altrui t numero	Percorso medio d'una tonnellata d km.	Tonn.-chilom. annue per chilometro t d : L numero
		di carri numero	di assi numero			
1885-86	20992	164957	336057	97601283	122.15	567939
1886-87	21470	166658	339382	104011642	119.65	579654
1887-88	22288	169393	344872	113384609	118.45	602596
1888-89	22876	174041	354279	127431650	115.18	641624
1889-90	23533	182937	372225	136169651	116.44	673787
1890-91	24603	193336	393026	138244585	116.75	656020
1891-92	24965	201631	409576	146438399	114.73	672982
1892-93	25349	207417	421430	147655388	114.41	666404
1893-94	25679	211989	431087	154043844	115.02	689985
1894-95	26056	217675	442913	159972672	111.84	686659
1895-96	26900	225150	457963	163658442	116.64	709659
1896-97	27433	234609	476962	178536743	112.60	732811

Con questi dati, e con gli altri contenuti nella statistica imperiale tedesca, è facile calcolare, nello stesso modo seguito per due gruppi di cinque reti, ciascuno dei quali venne

precedentemente considerato per un solo esercizio, i sottoindicati elementi, riducendo i carri al tipo medio del 1896-97:

ESERCIZI	Portata media per asse tonn.	Percorso medio annuale d'un asse km.	Coefficiente d'infruttuosità dei carri i 0.559	Quantità ridotta di carri		
				in dotazione N numero	propri fuori rete n' numero	altrui sulla rete n'' numero
1885-86	4.87	15311	0.559	138318	23217	19893
1886-87	4.89	15810	0.558	140261	23084	19940
1887-88	4.90	16590	0.548	142821	22845	19752
1888-89	4.91	17412	0.551	147016	22776	20476
1889-90	4.93	17632	0.535	155092	23379	22431
1890-91	5.09	17217	0.525	169074	26395	23519
1891-92	5.30	16659	0.523	183463	28503	26147
1892-93	5.48	15913	0.509	195184	30901	27403
1893-94	5.56	16291	0.501	202571	33850	28975
1894-95	5.65	16124	0.495	211497	36344	28374
1895-96	5.72	16721	0.475	221393	38523	28723
1896-97	5.82	16653	0.459	234609	40116	30671

Facendo allora l'applicazione della formula (25), si ottengono queste cifre:

ESERCIZI	Quantità di carri		Differenza fra le colonne 2 e 3			
	effettiva ridotta 1 numero	calcolata con la formula (25) 3 numero	in più		in meno	
			assoluta 4 numero	per 100 5	assoluta 6 numero	per 100 7
1885-86	138318	137520	798	0.6	—	—
1886-87	140261	144505	—	—	4244	3.0
1887-88	142821	153040	—	—	10219	7.2
1888-89	147016	165452	—	—	18436	12.5
1889-90	155092	173307	—	—	18215	11.7
1890-91	169074	178573	—	—	9499	5.6
1891-92	183463	185106	—	—	1643	0.9
1892-93	195184	186806	8378	4.3	—	—
1893-94	202571	194489	8082	3.9	—	—
1894-95	211497	201179	10318	4.8	—	—
1895-96	221393	209429	11964	5.4	—	—
1896-97	234609	219381	15228	6.5	—	—

Le fasi, attraverso le quali apparirebbe successivamente passata la quantità dei carri di fronte ai bisogni del traffico, supponendo al riguardo normale la condizione media, nel 1896-97, delle cinque reti assunte a base della formula, sarebbero abbastanza in armonia con quanto suggerirebbe la semplice considerazione del percorso medio annuale di un asse, tanto più ove si abbia presente il progressivo incremento nella portata; e troverebbero anche riscontro nei valori man mano assunti dal rapporto fra il carico medio d'un asse (compresi i ritorni a vuoto) e la portata medesima: valori che sono così segnalati dalla statistica:

nel 1885-86	48.67 %	nel 1891-92	46.98 %
» 1886-87	48.47 »	» 1892-93	46.72 »
» 1887-88	48.98 »	» 1893-94	46.40 »
» 1888-89	49.29 »	» 1894-95	46.02 »
» 1889-90	49.29 »	» 1895-96	45.45 »
» 1890-91	47.74 »	» 1896-97	45.36 »

Si noti, che nel dodicennio le condizioni della rete sono sensibilmente variate, essendosi ai 20918 chilometri in esercizio alla fine del 1885-86 aggiunti nell'intervallo altri 6745, di cui 5289 per apertura di nuove linee e 1456 per incorporazione di ferrovie riscattate.

Non bisogna naturalmente dimenticare, che tutte le ferrovie tedesche presentano un notevole grado di uniformità per ciò che concerne ordinamenti, condizioni dei trasporti, e simili, e che i risultati ricavabili dalla formula (25) per ferrovie fuori dei confini dell'Impero dovrebbero, a tale riguardo, essere convenientemente interpretati, avendo anche presenti le osservazioni già fatte a proposito delle cifre ottenute applicando la formula stessa a cinque reti rimaste estranee al calcolo dei parametri.

#### VI. — CONCLUSIONE.

Frattanto, dai brevi cenni fatti sembra scaturire abbastanza la possibilità di applicare gli stessi metodi di induzione, che la matematica offre alle scienze sperimentali, in ricerche sull'esercizio ferroviario; tentando le quali, meglio appaiono i requisiti, che dovrebbe presentare una vera statistica industriale, per rispondere alle esigenze, di cui già si occupava la Commissione parlamentare d'inchiesta sull'esercizio delle ferrovie italiane, nella sua Relazione in data 28 marzo 1881.

Nè i lunghi e penosi calcoli, richiesti dall'impiego del principio dei minimi quadrati, dovrebbero far rinunziare alle sue preziose risorse, giacchè, per poco si abbia occasione di farne uso, pur disponendo di mezzi affatto insufficienti, riesce facile persuadersi della verità di quanto scriveva il Liagre (*Calcul des probabilités*, pag. 378): « Ici, » comme en toutes choses, les premiers pas sont les plus » pénibles: il faut avoir la force, ou plutôt le courage, de » les faire, et tel calcul, qui paraît effrayant dans les com- » mencements, se simplifie à mesure qu'on le pratique, et » enfin ne devient plus qu'un jeu ».

Roma, luglio 1898.

## IDRAULICA PRATICA

### L'ODER E IL SUO BACINO IDROGRAFICO

(Veggansi le Tavole III e IV)

(Continuazione)

#### L'ALTA WARTA.

Abbiamo già accennato che la Warta è non solo l'affluente principale e più importante dell'Oder, ma che per estensione di bacino ed importanza non gli è inferiore. Il suo bacino idrografico, e conseguentemente anche il corso del fiume, si divide in tre parti ben distinte: l'alta Warta (v. Tav. IV),

(VI), la Warta media (VII) e l'inferiore (VIII). L'alta Warta si trova per la maggior sua estensione nel territorio russo, e perciò non si è potuta studiare come l'Oder e non fu possibile avere nemmeno elementi particolareggiati per darne una descrizione conveniente; è d'uopo quindi sorvolare su questa parte del bacino dell'Oder e limitarsi a notizie generali.

Per questa stessa ragione, sebbene l'alto corso della Warta termini alla confluenza del Ner, lo prolunghiamo fino al confine fra l'Impero russo e il regno di Prussia, ossia fino alla foce della Prosna.

Il bacino così delimitato ha una superficie di 15524 kmq., dei quali 1324 kmq. in territorio prussiano, e 14200 in territorio russo. Di esso poi 3109,4 kmq. (ossia il 20 0/0) sono occupati da boschi, di cui 2772,3 kmq. appartengono alla Russia; 8928,4 (ossia il 57,6 0/0) è terreno aratorio, e per soli 786,3 in territorio prussiano; finalmente i prati occupano una superficie di 953,3 kmq. (ossia il 6,1 0/0), e quasi per intera (875,4 kmq.) appartenente alla Russia.

Per rispetto al corso del fiume, l'area del bacino si divide come segue: a destra 9508,2 kmq. e a sinistra 6015,8 kmq. Il fiume poi può pure dividersi in tre grandi tratte: la prima dalle origini fino a Kamion con una lunghezza di 175 km.; la seconda da Kamion alla foce del Ner, con un percorso di 139 km.; e la terza da quest'ultima punta fino alla foce della Prosna, per una lunghezza di 97,3 km. Cosicché il percorso totale della Warta nel bacino che stiamo esaminando è di 410 chilometri.

Se noi paragoniamo le lunghezze suddette con quelle in linea retta fra gli stessi punti, avremo un'idea esatta dell'andamento più o meno tortuoso del fiume, e quindi del suo sviluppo. Tali distanze sono rispettivamente di 90 km., 107 km. e 73 km.; per cui gli sviluppi del fiume sono 94,4, 29,8 e 33,3 0/0. Il terreno è generalmente in collina; l'altitudine però non è molta, e sebbene nella parte superiore non discenda al disotto di 200 m. sul livello del mare, non supera però i 400 m., e solo nella estrema punta in vicinanza alla sorgente del fiume si ha un'altitudine di m. 482.

Nella seconda parte va sempre più avvicinandosi alla pianura, e non vi sono che leggere ondulazioni; l'altitudine generale è di 300 m. a sud-est e va discendendo verso nord fino a 200 m. e fino a 150 m. verso nord-ovest. Finalmente nella terza parte dal Ner alla Prosna l'altitudine ordinaria varia da 100 a 150 m.; solo in vicinanza agli spartiacque si hanno delle colline, la cui elevazione arriva a 174 e 283 m.

Altrove abbiamo accennato alla esistenza preistorica di un fiume principale che dalla Vistola media andava all'Oder e di là alla foce dell'Elba; ora la terza divisione della Warta deve appunto considerarsi come l'antico alveo di questo fiume principale, del quale le divisioni prima e seconda della Warta non sarebbero state che un affluente. L'alveo suddetto comincerebbe dallo spartiacque che separa o piuttosto congiunge (tanto è piccola la differenza di livello) il corso inferiore del Ner con la Bzura che scola nella Vistola in vicinanza di Lenka; anzi attualmente un canale riunisce appunto questi due fiumi per mezzo di due rispettivi affluenti.

La Warta nasce a 400 m. sul livello del mare, secondo alcuni; secondo altri a m. 350, presso Kromolow. Questa differenza di altitudine proviene da ciò, che oltre al rio che viene riguardato come il capo d'acqua della Warta, vi è un altro ruscello, ricco pure d'acqua, e che ha origine presso Skarshiz, e viene dagli abitanti del sito denominato anche Warta. Il livello delle acque medie alla foce della Prosna è di 74 m., per cui la caduta totale risulta di 279 m. a 329 m., secondo che si considera l'una o l'altra sorgente, ed essendo di 410 km. la lunghezza del fiume, la sua pendenza sarebbe compresa fra 0,7 e 0,8 0/00. Queste cifre bastano già per caratterizzare la Warta in questo suo bacino: è un fiume di pianura.

Corre dapprima in direzione nord-ovest, poi fa un gomito e volge ad oriente, con tendenza sempre più verso nord-est, finchè a Garnek assume la direzione di nord, che mantiene fino alla confluenza dell'Orshehowek sottocorrente a Pławno. Qui piega bruscamente verso nord-ovest-ovest, e, dopo un lungo percorso, fa un largo semicerchio assumendo la direzione nord-est, colla quale arriva a Kamion, ch'è l'estremità della prima tratta.

Da Kamion in sotto e fino alla confluenza con la Widawka, la Warta mantiene la sua direzione verso settentrione; poi piega alquanto a nord-ovest per riprendere in seguito a un dipresso l'antica direzione, colla quale arriva fino alla foce del Ner. Qui la valle si allarga fino a 7 km., e da ambo i lati si elevano delle alture fino a 60 e 70 m. sul fondo della valle. Poco a poco il fiume gira formando un gomito fra Dobrowo e Kolo ed assumendo la direzione spiegata di ovest che, salvo le molte tortuosità del suo percorso, mantiene fino alla confluenza del Grabiljabach: dopo la quale piega verso sud-ovest e va a ricevere la Prosna.

Dalla Prosna fino a Konin e anche più sopra, il fiume era stato reso navigabile col far abbattere tutte le dighe di derivazioni per molini e simili che vi si trovavano, e ciò verso la fine del secolo passato. Dopo il 1806, la maggior parte dei molini furono ristabiliti e la navigazione di nuovo resa impossibile; senonchè negli ultimi decenni vennero di nuovo allontanati, e così ora nella Warta, dalla foce della Prosna fino a Konin vi navigano legni con pescante di m. 0,6 nelle acque medie e fino a un metro quando l'acqua è più abbondante. Da Konin a Kolo la navigazione è più difficile; sopraccorrente a Kolo poi cessa affatto, sebbene l'acqua e la pendenza permetterebbero di navigare fino quasi a Kamion, ma l'alveo è ingombrato da costruzioni. Continua invece la fluitazione, la quale si estende fino a Dshialoschin sopraccorrente a Kamion. Nelle epoche di piena, una zattera di legname grosso richiede due mesi di tempo per percorrere la tratta suddetta, e le piccole zattere un mese. Quando la portata del fiume è in magra, necessitano tre mesi.

*Affluenti della Warta.* — Nel corso superiore la Warta per lunghissimo tratto non riceve dalla destra affluenti che valgano la pena di essere menzionati: qualche ruscello e nient'altro. Solo presso Garnek accoglie la Werzica e presso Plauno la Prshyrowka sopraccorrente e l'Orshechoweck sottocorrente: anzi il primo ha le sue sorgenti così vicine alla Piliza appartenente al bacino della Vistola, che nel 1775 si concepì il progetto di riunire la Warta e la Vistola per mezzo dei menzionati affluenti con un canale.

In questa tratta la Warta scorre così lenta e suddivisa in vari rami che trascina nella sua direzione verso nord la foce degli affluenti che vi immettono. Continuando sempre sulla destra non s'incontra che la Radomka. Sulla sinistra invece sfociano nella Warta numerosi affluenti: la Boshista, la Kamentsehka, l'Uputna e la Tschernjawa. Poi per un lunghissimo tratto nessun corso di qualche entità. Finalmente a km. 132 dall'origine s'incontra la Liswarta, che è il primo e il solo affluente importante della prima tratta della Warta fino a Kamion. La Liswarta ha un bacino imbrifero di 1519,5 kmq. e una lunghezza di 87 km.; questa grande estensione fa sì che raccoglie la maggior parte degli scoli, il che spiega la deficienza di affluenti diretti nella Warta. La Liswarta ha origine nel territorio prussiano dalla riunione di vari rii; riceve poi molti corsi d'acqua, i principali dei quali sono il Scherlentfluss, il Lomnitzer-Wasser, l'Oxa e la Korzynka.

Nella seconda divisione della Warta, e cioè da Kamion alla foce del Ner, s'incontrano, astrazione fatta dei corsi minori, sulla destra: il maggiore dei suoi affluenti, la Widawka, con un bacino assai esteso ed un percorso lungo, e numerosi affluenti, fra i quali importanti sono la Sossonja sulla sinistra, e la Rakuscha, la Pilsja, la Chrshonstawa e la Grabja sulla destra: il bacino di quest'ultimo confina con quello del Ner. La Widawka è così ricca di acque, specialmente in primavera, che permette la fluitazione in zattere su grande scala. Dopo questo affluente s'incontra la Sadkowka e finalmente il Ner.

Dalla sinistra invece la Warta accoglie l'Oleschnitza che si dirama in numerosi corsi minori; poi la Seglina, e sebbene si avvicini moltissimo alla linea di spartiacque, pur tuttavia riceve vari altri affluenti di ordine inferiore; e fra questi la Teleschina che corre per molti chilometri parallelamente col fiume principale verso nord, in parte utilizzando pure alvei abbandonati dalla Warta; la sua foce trovasi sottocorrente a quella del Ner, ma però appartiene per posizione topografica al corso della Warta in esame.

Il tratto successivo o terza divisione della Warta comincia

col Ner, affluente importante che alla sua volta ha moltissimi affluenti ed un bacino esteso; il suo corso inferiore si trova nella grande vallata Warschau-Berlino, e lo spartiacque fra la Vistola e l'Oder è così poco elevato, che il Ner a 8 chilometri dalla linea spartiacque non ha che 2 m. di differenza di livello fra le sue acque medie e il culmine; e dall'altra parte fra la Bzura a 3 km. la differenza di livello è ancora minore, non essendo che di m. 0,50: cosicché le piene dei due fiumi si riuniscono e distruggono temporaneamente il confine. Questo ha dato luogo alla credenza popolare che nelle piene le acque della Vistola si versino nel bacino dell'Oder, mentre in effetto il livello della Vistola all'imboccatura della Bzura è assai più basso. Esiste un canale di congiunzione fra i due affluenti, ma non è navigabile.

Dopo il Ner, sempre sulla destra, troviamo la Komieli, di breve percorso, ma ricca d'acqua; la Wierzica, qual ramo secondario del fiume principale; il Krompinbach e il canale di Morshislawsky, emissario di una serie di laghi fra Goslawize e Slessin, costruito a scopo di prosciugamento; poi alcuni rii insignificanti, e finalmente gli affluenti Grabiljabach (697,1 kmq. l'area del bacino, 23 km. la lunghezza) e la Wreschnitza (354,7 kmq.)

Sulla sinistra si hanno: la Kelbaska, che ha un bacino abbastanza esteso ed un percorso lungo e sfocia sottocorrente a Kolo; il Tapezbach, la Pawa e la Tscharna-Struga che sfocia presso Friedrichsfeld nella Warta.

La superficie di bacino scolante nella Warta dalla destra fra le bocche del Grabiljabach e della Prosna è di 74,6 kmq., dalla sinistra di 64,2 kmq.

Oltre a numerosi stagni e bacini per immagazzinare l'acqua destinata per forza motrice, s'incontrano nella parte inferiore i laghi di Slessin, Mikorschin, Pontnow, Goslawize, Lichen e Glodowo; poi quello di Powidz, attraversato nel senso dell'asse maggiore dal confine prussiano-russo. Questo costituisce l'ultimo anello di una catena di laghi, i quali scolano dall'altra parte nella Netze; ed il suo emissario è appunto il Grabiljabach.

#### LA WARTA MEDIA.

Il corso della Warta media in realtà comincia alla foce del Ner, come già si è detto; ma per opportunità di descrizione l'abbiamo spostato fino alla foce della Prosna; e da questo punto si estende fino alla confluenza della Welna, il cui bacino considereremo pure come facente parte di quello della Warta media. Invece il bacino del canale dell'Obra studieremo a parte, sebbene il canale stesso immetta le sue acque nella Warta a km. 82,7 dall'origine del tronco.

Così delimitato, il bacino viene ad avere una forma molto allungata, una buona parte del quale appartiene alla Prosna, che è il suo principale affluente.

La sua superficie risulta di 11199,4 kmq.; dei quali 6470,3 kmq. alla sinistra del fiume; 4729,1 kmq. alla destra; e siccome gli affluenti suoi principali non sono che quattro, la Prosna, la Lutynia, lo Schrodaer-Wasser e la Welna, così astraendo dalle aree dei rispettivi bacini, il resto (2415,8 kmq.) si ripartisce per kmq. 969,5 alla sinistra del fiume e 1446,3 kmq. alla destra.

Di questa superficie totale una piccola parte solamente (il 15,6 0/0) è rivestita di boschi; e precisamente si hanno le quantità seguenti:

Terreno aratorio	7358,9 kmq.	ossia il 65,7 0/0
Prati . . . . .	763,6	» » 6,8 »
Boschi . . . . .	1742,1	» » 15,6 »
Pascoli . . . . .	741,3	» » 6,6 »

Una parte di questo bacino (2798,3 kmq.) appartiene alla Russia, specialmente nel bacino della Prosna.

La Warta dopo la confluenza della Prosna corre in direzione ovest fino a Czeszewo, dove fa un gomito sentito, e si volge a sud per breve tratto, poichè dopo pochi chilometri riprende la direzione di ovest, che mantiene fino a Schrimm. Nel breve tratto dove ha direzione meridionale riceve la Lutynia sulla sinistra, a 15 chilometri dall'origine; questo affluente prende origine a Koryznica all'altitudine di m. 143; ha un bacino imbrifero di kmq. 606 ed un percorso di 57 km. con una pendenza media di 1,32 0/00.

Dopo altri km. 28,8, la Warta riceve dalla destra lo Schrodaer Wasse (631,6 kmq. e 40 km. di percorso), che a sua volta viene alimentato da numerosi affluenti minori. Prima di arrivare a Schrimm s'incontrano sulla sinistra i torrentelli Xionser Graben, Grenzgraben e Fliessgraben, le cui bocche sono vicinissime fra loro.

La Warta, dopo di avere ricevuto i torrentelli menzionati, piega bruscamente verso nord e segue questa direzione fino a Hohensee, dove fa un nuovo gomito, per andare ad ovest a ricevere un canale di scolo che viene da sinistra e sfocia presso Baranowo; dopo di che riprende la sua direzione primitiva che, salvo poche ondulazioni, mantiene fino a pochi chilometri (da 12 a 15) prima di raggiungere la foce della Welna, e verso la quale poi si dirige con direzione nord-ovest.

Passato Baranowo, riceve il canale dell'Obra a km. 38,9 dalla bocca dello Schrodaer Wasser. Indi non si incontrano più che pochi affluenti di minima importanza: sulla destra il Koppelbach con un bacino imbrifero di kmq. 400; poi la Cybina e subito appresso la Gluwna, ambedue sottocorrente alla città di Posen. Sulla sinistra: il Wirinkabach presso Lenczyce; il Ziegeleigraben presso Lubau; e il Bogdankabach presso Posen. Dalla foce del canale dell'Obra a quella della Welna si hanno km. 59,7. La lunghezza totale della Warta fra la Prosna e la Welna viene così ad essere di 142,4 km.; e siccome la distanza in linea retta è di 80,1 km., lo sviluppo risulta di 77,8 0/0. Questo enorme sviluppo, dipendente dall'andamento tortuoso del fiume, è assai maggiore nel corso superiore, ossia fra la Prosna e l'imboccatura del canale dell'Obra, dove è del 54,9 0/0, mentre nell'asta inferiore discende a 34,8 0/0.

La caduta totale della Warta è di m. 26,34, cosicchè la pendenza media risulta di 0,185 0/00. La differenza fra quella del corso superiore e dell'inferiore è piccola; infatti le rispettive cadute, distanze e pendenze sono:

Corso superiore .	14,87 m.	82,7 km.	0,180 0/00
Corso inferiore .	11,47 »	59,7 »	0,192 »
	26,34 m.	142,4 km.	0,185 0/00

Però, sebbene fra i due corsi non vi sia quasi differenza di pendenza, pur tuttavia, se si considerano dei tratti minori, si trovano pendenze di 0,146, 0,201, 0,272 e 0,362 0/00 nel tratto inferiore, mentre nel superiore le cifre si mantengono vicine alla media.

Le superficie scolanti nella Warta, astrazione fatta di quelle indicate parlando dei vari affluenti, sono:

	Sulla destra	Sulla sinistra
fra la Prosna e la Lutynia	25,6 kmq.	50 kmq.
fra la Lutynia e lo Schrodaerwasser . . . . .	81,8 »	130,4 »
fra lo Schrodaerwasser e il canale dell'Obra . . . . .	166,9 »	365,9 »
fra il canale dell'Obra e la Welna . . . . .	772 »	423,2 »

Nel tratto fra la Prosna e il canale dell'Obra la Warta scorre nella valle principale Warschau-Berlino, già più volte menzionata; poi si crea un alveo particolare rompendo la pianura Francoforte-Posen.

Il letto del fiume ed anche le sponde nel corso superiore sono generalmente di natura sabbiosa; nell'inferiore invece l'alveo si trova scavato quasi in tutta la sua lunghezza interamente nelle argille e nelle marne.

Nel bacino della parte superiore del corso della Warta non si hanno che i due serbatoi d'acqua qui appresso: il lago di Powidz già menzionato, il quale per metà si trova nel territorio russo, e il lago di Drzonek presso Schrimm, nel bacino dell'alta Warta.

Nel bacino della parte inferiore, oltre a numerosi piccoli stagni, si trovano: la catena dei sei laghi da Santomischel a Skrzyunki in direzione nord-ovest, il cui emissario è il Koppelbach; i piccoli laghetti attraversati dalla Cybina, in numero di quattro, e quello attraversato dalla Gluwna; la catena di laghi fra Pudewitz e Murowana-Goslin in numero di

cinque, coll'emissario Gluwna, e altri minori scolanti nel torrente Goslin; finalmente il lago di Lendniza, dove origina la Gluwna, il più elevato (110 m. sul livello del mare), e quello più meridionale della catena di laghi di Kletzkoer che appartiene al bacino della Welna.

Benchè la Warta sia navigabile in questa parte, pure non viene molto utilizzata, poichè non ha uscita, inquantochè sopra corrente alla Prosna, abbiamo visto che le condizioni di navigabilità sono assai difficili ed offrono solamente una possibilità quando la portata del fiume è considerevole. La fluitazione in zattere invece viene di preferenza esercitata. Derivazioni d'acqua per scopi agricoli non ve ne sono; qualcheduna per uso industriale e una in Posen per alimentare la città; questa però viene ora smessa, essendosi provveduto con una conduttura di acqua sorgente.

Il regime della Warta è chiaramente quello di un fiume di pianura, perciò fra la Warta media e l'inferiore la differenza è insensibile, e quello che diremo per l'una si applica anche all'altra, salvo quelle differenze a cui accenneremo a suo luogo. La portata è massima in primavera per effetto dello scioglimento delle nevi; e sebbene gli affluenti apportino il loro contributo nel fiume principale, pure l'ordine col quale si dispongono le colme è tale, che l'influenza tra le due Warte non sarebbe visibile. Tuttavia ai vari idrometri si osservano delle differenze, ma esse provengono esclusivamente dalla diversità delle sezioni nelle varie tratte dell'alveo; e ciò risulta in modo sensibilissimo dal confronto fra la stretta di Obornik, presso la confluenza della Welna, e le grandiose sezioni dell'asta inferiore.

Nel ciclo annuale delle varie piene troviamo nella Warta un regime analogo a quello dell'Oder; le massime altezze si raggiungono d'ordinario nel marzo, ed è precisamente in questo mese che le maggiori piene (1660 mc. per minuto secondo) dovute allo scioglimento delle nevi si smaltiscono. A questo massimo si arriva gradatamente a partire dall'ottobre, in qualche punto già fino dal settembre, ma la differenza è minima, di un metro cubo appena. La decrescenza delle piene estive, per rispetto a quelle dell'inverno, è assai sensibile, il che dimostra come il regime di scolo della Warta sia dipendente dalle condizioni meteorologiche iemali, in modo particolare poi dall'accumularsi di depositi di nevi in varie parti del bacino, il cui scioglimento più lento allunga la durata delle piene, le quali raggiungono un massimo per rispetto alla stagione estiva, anche perchè in quei mesi alle acque provenienti dalle nevi vi si aggiungono delle precipitazioni sotto forma di forti piogge torrenziali.

Le piene ordinarie hanno una portata media di 450 mc. per minuto secondo. Un'altra circostanza che influisce sulle piene estive, è quella della diversità delle altezze udometriche nelle varie parti del bacino; così mentre in quello della Warta al massimo la media raggiunge 500 mm., nel bacino dell'alta Warta e in quello della Prosna arriva fino a 700 mm. E' evidente che la portata del fiume principale viene notevolmente accresciuta; però l'influenza di questi due contributi va sempre più indebolendosi lungo l'asta del recipiente; ma non rare volte delle piene di questa natura interrompono nell'asta inferiore le magre di giugno e di agosto; non sono però tali da produrre degli straripamenti, tuttavia nelle bassure cagionano danni ai frutti pendenti a cagione della loro lunga durata.

E' naturale che per lo smaltimento delle grandi piene le sezioni dell'alveo esercitano una notevole influenza, la quale riesce ancora maggiore quando si verifichi trasporto di ghiacci nei momenti delle massime piene. Sopra corrente a Schrimm e sottocorrente a Schwerin (nel corso inferiore), l'alveo ha sezioni sufficienti; ma nel tronco intermedio, specialmente da Rogalinek a Aufstau, le sponde si avvicinano e la corrente ne risente un rigurgito sensibile.

Circa l'influenza esercitata dai vari affluenti, diremo che la Prosna è quella che apporta il massimo contributo; le sue piene arrivano però nel fiume alcuni giorni dopo quelle dell'alta Warta. La Lutynia e gli altri piccoli affluenti colle loro acque sopperiscono alla deficienza della magra nella Warta; e quindi per la navigazione esercita un effetto benefico, tanto più che le loro piene sono già passate, quando sopraggiunge

quella del fiume principale. L' identico fenomeno si verifica pure per la Welna.

\*

*La Prosna.* — Questo è l'affluente più importante della Warta media, sia per estensione di bacino, sia per portata d'acqua e lunghezza di percorso. Infatti, la superficie del suo bacino è di 4894,8 kmq., di cui 2096,5 kmq. nel territorio prussiano, il rimanente (2798,3) in quello russo. Anche qui i boschi non occupano una grande estensione, circa il quinto appena (18,1 0/0), e più precisamente si hanno:

Terreno aratorio	kmq.	3002,3,	ossia il	61,3	0/0
Boschi	. . .	» 886,9	» »	18,1	»
Prati	. . .	» 346,5	» »	7,1	»
Pascoli	. . .	» 390,9	» »	18,0	»

La natura del suo suolo è composta quasi interamente di terreni diluviali; però lo spessore del deposito è esiguo, cosicchè il sottosuolo esercita grandissima influenza sulla formazione della rete idrografica; ciò che non si verifica per la alta Warta e per la Warta media, dove i depositi diluviali hanno tale altezza, che le irregolarità del sottosuolo non influiscono sulla formazione delle valli alla superficie.

La Prosna nasce ad occidente di Wollentschin, all'altitudine di m. 254, e sfocia nella Warta dopo un percorso di 229 km., all'altitudine di 71 m. sul livello delle acque medie; ne risulta una pendenza media di 0,8 0/00. Fatta astrazione di una piccola tratta all'origine, nel rimanente questo affluente costituisce il confine fra i due Stati Russia e Prussia; solo presso Kalisch il territorio russo penetra alquanto al di qua della Prosna. Ciò nullameno il fiume non ha rispettato questo confine e varia assai il suo corso, spingendosi ora interamente in Russia, ora in Prussia.

All'origine riceve numerosi piccoli rivi e ruscelli, specialmente dalla sinistra; poi assume una direzione nord-ovest, che va sempre più accentuando verso ovest fino a Kostau, dove descrive un gomito e prende la direzione nord, che, fatta astrazione di diverse sinuosità anche molto lunghe, mantiene fino a Kalisch; qui piega a nord-ovest e va a raggiungere la Warta. I suoi affluenti sono numerosi; i principali sono i seguenti:

Dalla destra: l'Ostrowska, la Lushiza, la Trojanowska e la Swendrja; dalla sinistra: la Pratwa, il Niesobbach, il Zalesiegraben, il Mühlbach, l'Olobok (461 kmq.), Trschemnagraben, il Mühlgraben di Tursko, la Struga e il Nergraben.

La distanza in linea retta fra l'origine e la foce è di 144 km.; cosicchè lo sviluppo del fiume risulta del 59 0/0; queste tortuosità sono però massime nel corso superiore, ossia dalla sorgente fino alla confluenza col Niesobbach e nel medio, da quest'ultimo punto a Kalisch, dove comportano rispettivamente 69,6 e 68,6 0/0, mentre nel corso inferiore lo sviluppo maggiore è di solo 25 0/0.

La caduta totale è di 181,5 m., per cui la pendenza media viene ad essere dell'1 0/00, ripartita come segue:

	caduta	lunghezza	pendenza
Corso superiore	m. 103,5	km. 66,3	1,56 0/00
» medio	» 48,5	» 61,9	0,78 »
» inferiore	» 29,5	» 53,6	0,55 »

La larghezza del suo alveo ad acque magre varia fra 8 e 12 m. nel corso superiore, fra 12 e 20 m. nel corso medio, e fra 20 e 30 nell'inferiore; l'altezza delle ripe sul livello di magra ordinaria è di m. 1,5 a 2 circa nel corso superiore, di 2 a 3 nel medio e di 3 nell'inferiore, ad eccezione del tratto fra Boguslaw e Robakow, dove varia fra 4 e 5 m.

Questo affluente è quello che sulla Warta esercita la massima influenza; nelle piene la sua colma arriva sempre nel recipiente alcuni giorni prima che non vi giunga la colma della Warta alta; e ciò ad onta che i due bacini siano non solo adiacenti, ma si trovino in condizioni di scolo identiche; cosicchè le stesse cause producono in ambedue la piena contemporaneamente; ma l'una percorre uno sviluppo maggiore, prima di arrivare alla confluenza della Prosna, pel gomito che descrive; l'altra, invece, ha un percorso ben più breve; aggiungasi poi che la superficie del bacino della Warta si allarga lateralmente ad essa, mentre quello della Prosna è piuttosto

stretto. La portata media annuale può ritenersi da 8 a 9 mc., quella delle massime piene da 500 a 600 mc.

L'utilizzazione delle acque della Prosna è resa difficile dalle condizioni politiche; inquantochè il fiume varia di frequente il suo andamento, e siccome è stato determinato come linea di confine, vari molini prussiani si sono trovati, in causa di tali variazioni, in territorio russo; e per la ricostruzione dei medesimi le pratiche amministrative colla Russia sono così lunghe e intralciate, che molti proprietari hanno abbandonato i loro molini. Sul territorio prussiano le derivazioni esistenti per molini e simili sono 46, di cui 40 sugli affluenti della Prosna.

*La Welna.* — La Welna è, dopo la Prosna, l'affluente più importante della Warta media; però la sua influenza sul recipiente non è sensibile che nella Warta inferiore, in quanto che la Warta media termina per l'appunto alla imboccatura della Welna. Il suo bacino ha la forma approssimativa di un rombo poco obliquo ed una superficie di 2651,2 kmq., dei quali soli 283,1, ossia 10,7 0/0 sono coperti di boschi; il resto è per la massima parte (1862,8 kmq.) coltivato; 199,2 kmq. sono prati e 283,1 kmq. pascoli.

Ha origine dal lago di Wierzbicanver, ad oriente di Gnesen, all'altitudine di 98 metri e sfocia nella Warta all'altezza di m. 44,66, per cui la sua pendenza media risulta di 0,45 0/00; però il suo corso, la cui lunghezza è di 116,9 km., si può dividere in tre parti; la superiore (km. 34,9) è quella che ha la pendenza minore (0,44 0/00); l'ultima od inferiore ha la pendenza massima (0,75 0/00). Nel tratto superiore il fiume ha direzione quasi sempre verso settentrione ed attraversa una serie di piccoli laghi fino a quello di Tonowo, alla cui estremità comincia il corso medio. Questo va fino al lago di Rogasen con direzione occidentale, ed ha una lunghezza di km. 47,4. Finalmente il terzo si dirige a sud-ovest e termina nella Warta, dopo un percorso di km. 34,6. Il primo tratto ha diversi affluenti, dei quali alcuni sboccano nei vari laghi che attraversa la Welna; due di essi poi, lo Strzyzewoer-Bach, presso l'origine, e il Koldromber-Bach, verso la fine, mostrano il fenomeno di avere un corso parallelo al recipiente, ma in direzione contraria.

Affluenti del secondo tratto sono il Podlescher-Bach, il Gruntowitz, la Wielba e il Gollantsch (232,9 kmq.), che attraversa una serie di piccoli laghi formanti una catena continua, tutti sulla destra.

Nel terzo ed ultimo tratto della Welna immettono gli affluenti Potulitzer-Fliess (215,2 kmq.) dalla destra, la piccola Welna (686,6 kmq.) dalla sinistra presso Rogasen, la cui lunghezza (77 km.) è di poco inferiore a quella della stessa Welna; ha una pendenza di 0,62 0/00, ossia maggiore di quella del suo recipiente, ed attraversa nel suo percorso una serie di piccoli laghi. Essa è il più importante degli affluenti. Sulla destra incontriamo ancora il Jankendorfer-Fliess e poi la Flinta, che ha un'importanza ben maggiore, essendo di kmq. 327,9 il suo bacino imbrifero.

I numerosi laghi che si trovano nel bacino della Welna devono in gran parte considerarsi piuttosto come allargamenti del fiume; infatti nessuno di essi ha uno specchio d'acqua maggiore di 3 a 4 kmq.; quello di Tonowo ha 4,1 kmq.

La lunghezza della Welna in linea retta è di 63 km., mentre lo sviluppo suo è di 116,9 km., ossia dell'85,6 0/0. Il che rivela la poca o nessuna tortuosità del fiume. La larghezza dell'alveo varia nel corso superiore da 2 a 4 m., e nell'inferiore da 4,5 a 6 m. Le piene si elevano da 1 a 2 m. al di sopra della media ordinaria. La portata ordinaria minima è di mc. 2,2, quella media di 10,4, e, finalmente, le piene straordinarie raggiungono la portata di 90,2 mc.

La Welna dall'origine e fino alla prossimità di Rogasen, ossia per una lunghezza di 70 km., è stata sistemata secondo un piano uniforme, e così il suo percorso fu considerevolmente accorciato e l'altezza delle piene abbassata. Arginature però non ne esistono; la sistemazione è stata interamente eseguita con escavazione o approfondimento dell'alveo, e venne applicata anche ad alcuni affluenti della Welna. Per l'utilizzazione delle sue acque esistono 10 dighe di derivazione, delle quali 2 nel tratto medio ed 8 in quello inferiore.

## LA WARTA INFERIORE.

La Warta inferiore è l'ultimo tronco di questo grandioso affluente dell'Oder che stiamo esaminando, e si estende appunto dalla foce della Welna presso Obornik, fino alla sua confluenza col fiume principale. Noi abbiamo già ripetutamente accennato alla diversa direzione che dovettero avere in altri tempi i corsi d'acqua in questa regione, rivelata dall'orografia attuale, e cioè che in epoca antediluviana la vallata principale proveniente in direzione di Warschau, percorrendo la valle della Warta in quel tratto che essa corre da est ad ovest, giunta alla foce dell'Obra, continuava nella bassura di questa, fino a raggiungere l'Oder per poi entrare nella valle della Sprea. Un'altra vallata principale, nella quale si riuniva lo scolo di tutta una regione, era quella della Netze che si protendeva nella Warta fra Zantoch e Küstrin e continuava poi nella valle dell'Oder. Queste due grandi vallate principali nel cui fondo scorreva e scorre tutt'ora un corso d'acqua notevole erano, nell'epoca antediluviana, indipendenti; egli fu solo in tempi posteriori, che per una deviazione del fiume dal suo primitivo corso, si formò un nuovo alveo a valle della foce dell'Obra prolungandosi fino ad Obornik e di là poi fino a raggiungere quello della Netze, costituendo così il tratto attuale di unione fra la Warta inferiore e quella media.

L'estensione del bacino che noi consideriamo come appartenente alla Warta inferiore è di kmq. 21 876, nei quali non comprendiamo il bacino dell'Obra, del quale abbiamo fatto una divisione a parte e che descriveremo in un paragrafo speciale, sebbene, anzi appunto perchè l'Obra costituisce uno dei due più importanti affluenti della Warta nel tratto in esame. Un altro influente importante è la Netze, il cui bacino è di kmq. 17 241 ed è così importante che merita di essere descritto come una sottodivisione del bacino principale, cosicchè detraendolo dalla superficie sopradetta, quella si ridurrebbe a soli kmq. 4635.

Limitato così il bacino imbrifero della Warta inferiore si riduce ad una striscia stretta da ambo i lati del fiume principale che si estende da Obornik a Küstrin, con una larghezza media di 20 km. sulla sinistra e di 13 km. sulla destra. Esso confina col bacino della Netze al nord e con quello dell'Obra al sud. Dopo la confluenza della Netze, la parte mediana del bacino viene occupata dalla bassura della Warta, al mezzogiorno della quale si eleva l'altipiano di Sternberg.

La foce dell'Obra divide il fiume in due tratte naturali, delle quali la prima ha un bacino idrografico di kmq. 2643, la seconda di kmq. 1992. Di queste superficie appartengono al lato sinistro kmq. 1706,4 nella prima tratta e kmq. 936,6 nella seconda; al lato destro kmq. 708,9 nella prima tratta e kmq. 1283,1 nella seconda.

Di tutto il bacino, non compreso quello della Netze, circa un terzo è boscato, e più propriamente 32,5 0/10 della superficie totale, ossia 1504,2 kmq. La rimanente superficie viene per 49,7 0/10 (ossia 2304,6 kmq.) coltivata; per 10,2 0/10 (473,4 kmq.) tenuta a prati e per 3,7 0/10 (ossia 127 kmq.) a pascolo.

Il fiume descrive da Obornik a Birnbaum un arco di cerchio molto piano, aperto verso mezzogiorno con direzione occidentale dominante, che mantiene fino alla foce dell'Obra. La vallata, che da principio è stretta, va allargandosi gradatamente poco sopra Birnbaum e si abbassa talmente, che tutto il tratto fino a Schwerin si è dovuto arginare per difenderlo dalle esondazioni del fiume.

Gli affluenti che si incontrano da Obornik fino alla foce della Obra sono: sulla destra lo Stobnicafliess (con un bacino di 227,8 kmq.) e il torrente Smolnica; sulla sinistra, oltre ad alcuni piccoli rivoli e fossi, il Samicafliess (228,7 kmq.), la Zama (426,5 kmq.) e l'Osczinica (300,7 kmq.). La superficie scolante è di 48,4 kmq. fra Obornik e il primo affluente; di 72,7 fra il Samicafliess e lo Stobnicafliess; di 36,4 fra questi e Zama, e di 488,2 fra Zama e Osczinica; finalmente di 813,7 kmq. da quest'ultimo all'imboccatura dell'Obra, che si trova a 116,6 km. dall'origine del tronco in esame.

A valle dell'Obra e fino alla foce della Netze non troviamo più influenti; la superficie scolante nella Warta è di kmq. 115,2, di cui 40 kmq. a sinistra; e 75,2 a destra.

Dopo la confluenza della Netze la Warta riceve di nuovo

parecchi affluenti provenienti dall'altipiano di Sternberg, essi però non sboccano direttamente nel recipiente, ma nei canali di prosciugamento o in quello di guardia attorno alla bassura, e per mezzo del fiume Ledling vengono convogliati nelle vicinanze di Küstrin. Essi sono l'Altensorgerfliess, il Mühlentfliess di Hammer, i Fliess di Rauden, di Mauskow e di Lenz. Il primo di essi è l'emissario del lago di Bestien, corre verso nord, piega poi ad occidente e sbocca nel canale di Brenkenhoff. Il secondo ha origine nell'altipiano di Gleissen, attraversa i laghi di Königswald, e va ad unirsi col canale già menzionato di Brenkenhoff.

Agli affluenti nominati si devono aggiungere il Ledling e il canale di Postum; veramente quest'ultimo non è che una porzione del canale di guardia, a cominciare cioè dal punto dove ha avuto luogo l'immissione del Postumfliess presso Kriescht, si congiunge nelle vicinanze di Sonnenburg col corso d'acqua Ledling e vanno uniti a sfociare nella Warta poco a monte di Küstrin. In questo fiume secondario immette pure il Lenzeffliess, che è l'emissario dei laghi di Drossen e viene alimentato da altri rivi minori.

Sulla destra della Warta troviamo l'affluente Kladow presso Landsberg. Ha origine dal lago di Karzig e scorre per una stretta valle, che si allarga diverse volte dando luogo a piccoli laghetti; riceve vari affluenti di terzo ordine dei quali i principali sono il canale di Kladow, il Grävelfliess e il Silberfliess sulla sinistra; il Mühlentfliess di Marwitz sulla destra; e immette con pendenza notevole nella Warta. Il suo bacino imbrifero è di 362,5 kmq. Anticamente il corso d'acqua serviva alla fluitazione, e perciò era stato sistemato per una lunghezza di 25 chilom. Altri corsi minori sulla destra sono il Fliess di Vietz, il canale di Massow che è il più importante canale di prosciugamento della bassura della Warta sulla destra; corre per lungo tratto (fino a Schnellewart) parallelo al corso principale del fiume, poi entra nella Warta antica, che nelle vicinanze di Warnick abbandona il terreno del consorzio e va a sfociare nella Warta a monte del ponte per la strada carrozzabile presso Küstrin.

Fra Wepritz e Fichtwerder la Warta contorna con un larghissimo arco la bassura, la quale scola nei due canali Sommerdammgraben e Wallgraben; in questi immette pure la Klemente, che è un antico corso d'acqua attraversante la bassura; vanno poi uniti a sboccare nel canale di Massow.

All'origine del tronco che stiamo descrivendo esistono varie paludi ma nessun lago, ad eccezione di quello piccolissimo di Retschin, il cui emissario scola nella Warta sopra corrente a Wronke; invece fra Neubrücke e Birnbaum si hanno dai due lati del fiume principale numerosi laghi, ed anche di qualche estensione; essi si trovano però così bassi che nelle epoche di straripamenti vengono occupati dalle acque esondanti. Alcuni però sono più lontani dalla Warta e fuori del confine delle inondazioni, il loro specchio trovasi ad altitudini maggiori, così il lago di Chrzypsko a 45 m.; quello di Mylin a 47 m. ed altri ancora a 70 e 95 metri.

Nel secondo tratto della Warta inferiore, si ha il lago di Karzig abbastanza grande e situato nello spartiacque fra la Warta e la Mietzel, sicchè oltre al Kladow, che scola nella Warta, il bacino d'acqua ha un altro emissario verso il gruppo dei laghi Soldin; esisteva pure un lago presso Küstrin, ma fu disseccato. Dal lato sinistro i maggiori laghi sono quelli di Königswalde; si hanno ancora specchi d'acqua minori, di Anken, Libbenz, Kreinig, Bestien, ecc.

Nella prima metà del tronco superiore la valle viene rinchiusa da colline ripide, ed è così stretta che il fiume non ha potuto divagare che insensibilmente; cosicchè nella sistemazione non è mai stato necessario di eseguire dei drizzagni, il fiume ha conservato la sua posizione naturale. A partire da Wronke però, ossia sotto corrente all'influente Smolnica, comincia a fare alcuni serpeggiamenti, specialmente presso Neubrücke, e si può ritenere che da Obornik fin qui, l'andamento planimetrico è favorevole; lo è meno nel rimanente; da Birnbaum fino alla foce dell'Obra il fiume faceva in origine molte risvolte tortuose, le quali però furono soppresse o diminuite mediante drizzagni. Divisioni in bracci secondari, sono rare in questo tratto. La valle però da Birnbaum fino a Schwerin è difesa per la maggior parte da arginature, le

quali soppressero le correnti laterali, che primitivamente si formavano ad ogni straripamento.

Al disotto della foce dell'Obra le condizioni primitive sono state modificate artificialmente e lo stato attuale si può dire che ha origine dall'arginamento della bassura della Warta fra Zantoch e Küstrin, con cui si è impedito il formarsi dei numerosi bracci secondari, nei quali dapprima la Warta si spartiva e ciò dall'Obra in sotto, ma in proporzioni straordinarie dopo Landsberg. Fra Borkow e Zantoch esistevano parecchi corsi d'acqua minori laterali. Tutta la sistemazione avvenuta ha regolarizzate le acque; per verità il braccio più importante aveva anche prima dell'arginamento la stessa posizione; solamente da Schnellewart in sotto è stato sostituito da canali artificiali, che poi sono diventati l'alveo principale, mentre l'antico è rimasto come fosso di scolo o di prosciugamento della bassura destra; e così la Warta è stata incanalata e munita di argini, la maggior parte insommergibili. Con ciò il suo percorso fu in questo tratto considerevolmente raccorciato.

La lunghezza totale del fiume è di 208 km.; e in linea retta di soli km. 147,8; ne risulta uno sviluppo del 40,70%. Se noi lo suddividiamo fra le due tratte in cui abbiamo ripartito il fiume e cioè fra Obornik e la foce dell'Obra e fra questo e la foce nell'Oder, avremo:

	Lunghezza		Sviluppo
	del fiume	in linea retta	per cento
Per la prima tratta	116,6	88,8	31,3
Per la seconda tratta	91,4	57,1	60,1
	208,0	147,8	40,7

La pendenza del letto da Obornik in sotto è assai minore di quella del corso inferiore della Warta media; e va degradando mano mano che si avvicina alla foce. La pendenza della linea delle piene raggiunge in Obornik il suo massimo; da qui diminuisce lentamente fino a Birnbaum e poco più sotto; sopra corrente a Schwerin invece la diminuzione si fa rapida e poi il livello raggiunto si mantiene inferiormente.

La pendenza media di tutto il tronco è di 0,162 0/00; e si ripartisce come segue:

	Lunghezza km.	Caduta m.	Pendenza media
Nella prima tratta	116,6	20,32	0,174
Nella seconda tratta	91,4	13,32	0,146
	208,0	33,64	0,162

L'Oder all'imboccatura influisce su tutto il regime della Warta inferiore nell'ultima parte dell'asta, obbligando a rigurgitare tanto le portate minime, quanto le medie e le piene, e il rigurgito arriva fino a Vietz, sicché annualmente tutta la bassura fino a questo paese, viene messa sotto acqua.

L'utilizzazione delle acque della Warta ha luogo su grande scala solamente per parte della fabbrica della farina di patate nel sobborgo di Küstrin, essa ne deriva da 6 a 10 mila metri cubi giornalmente, che poi restituisce al fiume dopo di averla pulita mediante bacini filtranti.

\*

Nello studio del regime del fiume la divisione fatta di Warta media e inferiore non ha ragione di essere, poichè le fluttuazioni annuali su tutto il fiume sono in complesso le medesime. Abbiamo detto che il suo carattere è quello di un fiume di pianura; nella Warta inferiore questo carattere è ancora più appariscente e giustificato.

Le massime piene si verificano nel marzo; e in ciò la Warta concorda coll'Oder, questo massimo viene raggiunto gradatamente a cominciare dall'ottobre. La massima magra annuale, che di solito si verifica in settembre, presso Landsberg e Schnellewart manifestasi già nell'agosto; a Küstrin ritarda fino nell'ottobre; la differenza però nei tre mesi fra l'un pelo e l'altro è di un solo centimetro. La diminuzione delle portate estive per rispetto a quelle invernali è considerevole, anche se si considerano solamente i soli mesi di aprile e maggio, e ciò sebbene il maggio sia per l'appunto il mese che abbia la mas-

sima altezza nella stagione estiva. Questa circostanza spiega il fatto che il regime della Warta dipende specialmente dalle condizioni meteorologiche dell'inverno. Nell'estate poi l'altezza media udometrica nel bacino della Warta media è superiore a quello corrispondente della Warta inferiore; infatti nell'uno è di 700 mm., nell'altro di 500 mm. Questa differenza non è considerevole, ma ciò nonostante influisce sul regime estivo, ed avviene altresì che nell'alta Warta e nella Prosna si hanno piene estive, che si fanno sentire in grado assai diminuito nella Warta inferiore, e interrompono così le magre estive nel giugno e più spesso nell'agosto, la cui altezza media di piena è perciò alquanto più elevata che non negli altri due mesi; sempre però inferiore a quella invernale. Queste piene non producono di solito grandi inondazioni, ma allagano i terreni vicini al fiume e per la loro durata vi distruggono i frutti pendenti.

Per le piene primaverili le diversità di sezione del fiume esercitano una grande influenza sugli effetti, in special modo se vi si aggiunge il disgelo. Sopra corrente a Schrimm e sotto corrente a Schwerin, le piene trovano degli ampi bacini di inondazione dove possono espandersi, mentre nel tratto interposto l'alveo e la valle si restringono, sicché avviene un aumento di altezza nel fiume. In molti luoghi dove si verificano straripamenti le acque soggiornano lungamente sui terreni inondati, cosicché producono, è vero, un abbassamento della piena, ma ritardano lo smaltimento della medesima; per cui al sopraggiungere di una successiva, non presentano più lo spazio necessario per accogliere le acque di esondazione. Questo si verifica in grado massimo al disotto di Schnellewart dove il terreno è incompletamente difeso da arginature e per la sua giacitura bassa è esposto a inondazioni di lunga durata e intense; le condizioni vengono qui anche peggiorate dal rigurgito prodotto dall'Oder e del quale già abbiamo parlato. Gli effetti di questo rigurgito consistono nella diminuzione della pendenza della Warta e nel ritardamento dello scolo; mentre raramente si verifica un ripiegamento della corrente. Questo fenomeno è maggiore in estate quando l'Oder è in piena e la Warta in magra o media portata, cioè a dire quando la differenza fra le portate dei due fiumi è considerevole; col diminuire di questa differenza diminuiscono pure l'intensità e l'estensione del rigurgito.

L'Obra porta di solito le sue piene nel fiume principale prima che si verifichino quelle della Warta, perciò non avviene quasi mai coincidenza fra le due portate, e questo è benefico; inoltre, le acque dell'Obra per la loro provenienza, sono sempre più calde di quelle del recipiente, per la qualcosa contribuiscono allo scioglimento del ghiaccio. Le piene primaverili poi, che non sono da disprezzare, possono espandersi in vicinanza della foce e scolare nell'alveo vecchio abbandonato, perciò non esercitano grande influenza sul regime del fiume. L'insieme però di questa azione con quella degli affluenti superiori, per quanto ciascuna sia piccola considerata singolarmente, pur tuttavia in unione è così grande, che la portata del fiume da 30 mc. per minuto secondo sottocorrente alla Prosna, raggiunge i 60 mc. nelle vicinanze della foce della Netze e prima della medesima.

Siccome poi la portata della Netze è quasi uguale (mc. 46) a quella della Warta, ne aumenta considerevolmente il volume d'acqua. Ciononostante l'azione dominante è dovuta alle piene della Warta, le quali d'ordinario già in Posen sono (450 mc. per minuto secondo) di due volte e mezza superiori a quelle della Netze (mc. 177); e nelle massime piene fino da 6 a 8 volte maggiori. La pendenza della Netze nelle vicinanze della foce è inferiore a quella della Warta, per cui risente il rigurgito in modo considerevole e nocivo, e ciò si verifica più sovente che non abbia luogo il contrario, il rigurgito cioè della Warta per effetto della piena nella Netze. Generalmente le piene della Netze precedono quelle della Warta e provocano il disgelo nell'ultima parte dell'asta del fiume, dove le inondazioni vengono quindi avviate dalle acque della Netze, ma prima ancora che queste si smaltiscano intieramente, sopraggiunge la piena della Warta, la quale allora impedisce per lungo tempo lo sbocco della Netze, tenendone in collo le acque.

Sottocorrente a Zantoch, quasi tutti gli affluenti della

Warta sono stati tagliati artificialmente e, insieme colle acque di pioggia e di prosciugamento, vengono, mediante canali di scolo, condotti a smaltirsi nelle vicinanze di Küstrin.

La magra massima presso Landsberg è di 82,50 mc. per minuto secondo; e però da molte misure si è calcolato che la media delle magre dà un coefficiente di litri 2,1 per chilometro quadrato del bacino considerato; per la portata ordinaria, di litri 4,7 per kmq. e finalmente, per le massime piene un coefficiente di litri 7,4 per kmq. Per giudicare dell'azione della Netze sulla Warta si fecero delle misure col mulinello idrometrico e si trovò che la portata della Warta a monte della Netze era di 63,22 mc. e a valle di 108,86; cosicchè il contributo della Netze sarebbe di 45,64 mc. per minuto secondo.

Secondo antichi dati le massime piene conosciute darebbero per la Warta 1770 mc. in Posen; da 1690 a 1781 mc. in Obornik; 2200 mc. a Birnbaum, e 1900 mc. presso Schwerin. Per verità queste cifre sembrano alquanto esagerate. Alla foce la Warta avrebbe 1660 mc. circa.

Per giudicare dell'importanza degli affluenti, riportiamo ancora i dati seguenti:

Designazione degli affluenti	Portata di massima piena mc. p. minuto secondo	Presso	Estensione del bacino corrispondente
Struga	37 mc.	Graboszewo	339 kmq.
Wreschnitza	31 »	Gozdowo	280 »
Lutynia	23 »	Wilkowya	230 »
Id.	52 »	Podlesie	573 »
Schrodathies	22 »	Foce della Moskawa	216 »
Koppelbach	24 »	Czapury	400 »
Cybina	21 »	Posen	213 »
Samica	13 »	Chrustowo	215 »
Zama	1,27 »	Samter	400 »

(Continua)

Ing. G. CRUGNOLA.

## RESISTENZA DEI MATERIALI

### EFFETTI DEL VENTO SULLE CONDUTTURE ELETTRICHE.

Quanto diciamo si può applicare a tutte le linee aeree a catenaria, sospese liberamente nell'aria ed esposte all'azione dei venti, ma più in particolar modo vogliamo riferirci alle condutture elettriche che sono in pratica le più importanti.

L'azione del vento, variabile, com'è naturale, da località a località, produce in queste linee sollecitazioni addizionali che non bisogna trascurare per la stabilità del filo. In fatto, però, se ne tien conto solo parzialmente e chi calcola una linea aerea suole limitarsi ad ammettere un aumento di tensione nella catenaria, senza preoccuparsi d'altro. Non sempre questo è sufficiente.

1. — Supponiamo una linea aerea a catenaria AB investita dal vento in direzione orizzontale e perpendicolare al piano della curva.

Ritenendo uniforme la pressione del vento, potremo ammettere che la catenaria si disponga in equilibrio ancora in un piano nella posizione A<sub>1</sub>C<sub>1</sub>, essendo ciascun suo elemento sollecitato da due forze; dal proprio peso *p* e dalla spinta orizzontale *s*.

La risultante di *p* e di *s* coinciderà con A<sub>1</sub>C<sub>1</sub>.

In questo caso l'azione del vento è assai semplice; essa si riduce ad un aumento apparente del peso della linea, che si può facilmente determinare.

Siano:

*d* il diametro del filo;

*γ* la sua densità;

*k*<sub>1</sub> il coefficiente di pressione superficiale del vento.

Avremo per unità di lunghezza:

$$\text{il peso } p = \gamma \frac{\pi}{4} d^2;$$

$$\text{la spinta } s = k_1 d.$$

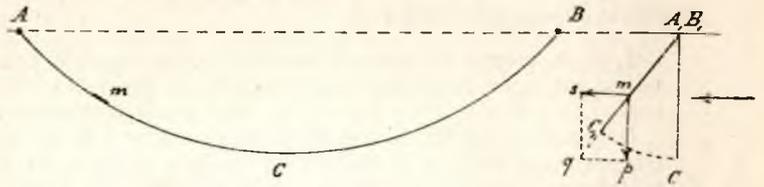


Fig. 48.

Ponendo  $\gamma \frac{\pi}{4} = k_2$  si ottiene per la risultante *q*:

$$q = \sqrt{p^2 + s^2} = \sqrt{k_2^2 d^4 + k_1^2 d^3}$$

ossia:

$$q = d \sqrt{k_2^2 d^2 + k_1^2} \quad (1)$$

e quindi il rapporto:

$$\gamma = \frac{q}{p} = \frac{\sqrt{k_2^2 d^2 + k_1^2}}{k_2 d} = \sqrt{1 + \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^2} \frac{1}{d^2} \quad (2)$$

Questa formola ci dà senz'altro un risultato importante:

L'aumento apparente di peso prodotto dal vento è una funzione del diametro; esso è tanto più forte quanto più piccolo è il diametro della linea.

Ne consegue che a parità di pressione aerea i fili sottili sono più pericolosamente cimentati dal vento.

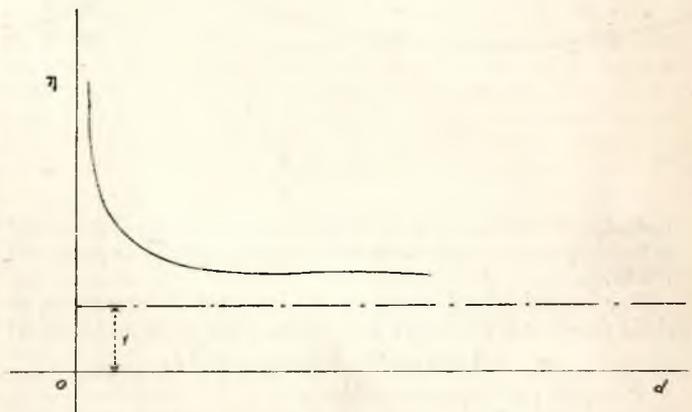


Fig. 49.

La legge data dalla (2) è rappresentata da una quartica il cui ramo positivo è indicato nella figura 49. Questa curva ci mostra ancora che per piccoli diametri l'aumento di peso cresce assai rapidamente.

Facciamo un esempio.

La linea aerea sia costituita di rame nudo; densità gr. 8.9 per cm<sup>3</sup> e quindi:

$$k_2 = 7.$$

La pressione del vento sopra superficie cilindriche può essere al massimo uguale a  $5 \frac{2}{10}$  gr. per cm<sup>2</sup>; trattandosi di semplici confronti, facciamo per semplicità:

$$k_1 = 7.$$

Dalla (2) si ha:

Diametri in cm.	Rapporti $\gamma$
1.0	1.41
0.9	1.49
0.8	1.60
0.7	1.75
0.6	1.94
0.5	2.24
0.4	2.69
0.3	3.48
0.2	5.1
0.1	10. —

Per 4 mm. di diametro il peso apparente è diventato quindi dieci volte maggiore del reale.

2. — Al cessare del vento la catenaria si rimette nella primitiva posizione di equilibrio compiendo una serie di oscillazioni intorno alla retta che unisce i due punti d'appoggio.

Questo moto oscillante laterale delle catenarie è frequentissimo anche durante il soffiare del vento e dipende dalle variazioni della pressione aerea. Anche qui abbiamo sollecitazioni addizionali per la linea; però, contrariamente a quanto può sembrare, la tensione della catenaria non varia in modo apprezzabile.

Il Résal (1) e il Léauté (2), studiando il movimento oscillatorio di una curva funicolare assoggettata a restare in un piano, hanno conchiuso che, se l'oscillazione laterale è prodotta da una semplice spinta, essa non ha alcuna influenza sulla tensione. E' difficile che in pratica siano verificate le condizioni teoriche; tuttavia è da presumersi che le variazioni della tensione siano estremamente piccole.

Non è così dello sforzo particolare di torsione che il moto oscillante produce ai due punti d'attacco.

Questa sollecitazione, di cui per lo più non si tien conto, è forse la più interessante nei suoi effetti; non tanto per l'entità dello sforzo, quanto piuttosto per il succedersi continuo delle piccole reazioni elastiche agli appoggi in senso opposto.

Quando il piano della catenaria è spostato dell'angolo  $\alpha$

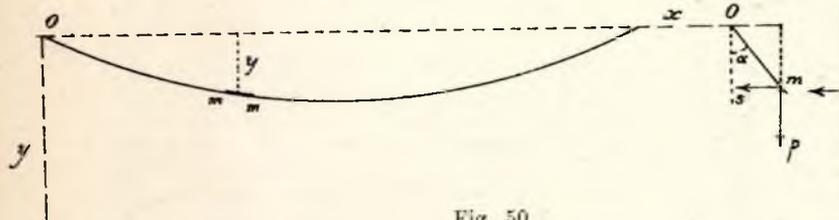


Fig. 50.

dalla sua posizione normale di equilibrio, a creare il momento torcente possono concorrere tanto il peso, quanto la pressione aerea.

Per la posizione della figura 50, se  $dl$  è l'elemento  $m m'$  della funicolare coi valori precedenti, il suo momento risulta:

$$dM = (s \cos \alpha + p \sin \alpha) y dl.$$

Ponendo per approssimazione:

$$dx = dl,$$

si ha:

$$M = (s \cos \alpha + p \sin \alpha) \int y dx. \quad (3)$$

E poichè l'integrale rappresenta l'area del segmento di catenaria, si conchiude:

Per una data posizione della curva il momento torcente è proporzionale all'area compresa tra la curva e la linea degli appoggi.

Se l'angolo  $\alpha$  è tale da avere:

$$\tan \alpha = \frac{p}{s} \quad (4)$$

il momento torcente è massimo ed uguale a:

$$M_{\text{mass.}} = \sqrt{p^2 + s^2} \cdot A, \quad (5)$$

dove  $A$  è l'area della curva. Considerata questa come segmento parabolico di saetta  $f$  e di corda  $l$ , si ha:

$$A = \frac{2}{3} f \cdot l,$$

e quindi:

$$M_{\text{mass.}} = \frac{2}{3} f \cdot l \sqrt{p^2 + s^2}. \quad (6)$$

(1) *Comptes-Rendus*, t. LXXV, p. 1010.

(2) *Comptes-Rendus*, febr. 1880.

Per diminuire questo momento si può ridurre  $l$  o  $f$ ; ma nel primo caso si viene ad aumentare il numero degli appoggi; nel secondo si accresce la tensione e di conseguenza il peso della linea. Il rimedio sembra quindi difficile. Tuttavia, se la sezione lo consente, è sempre bene tendere le funicolari sotto piccole frecce, giacchè ai punti d'appoggio, dove si verifica pure la massima tensione, potrebbe riuscire dannoso uno sforzo addizionale di torsione.

È indubitato che molte rotture di fili si verificano ai punti di attacco.

3. — Se la linea, per necessità di servizio (come nelle condutture aeree di tramvie), è tesa con saette piccolissime, i momenti di torsione riescono trascurabili; ma allora la linea non potendo oscillare, si mette in vibrazione.

È assai difficile poter stabilire l'influenza di tali vibrazioni sulla durata di una linea; è certo che il continuo giuoco di tensioni in una corda vibrante deve, a poco a poco, deprimere la resistenza molecolare della stessa, in relazione all'ampiezza ed al numero delle vibrazioni.

L'ampiezza, che è funzione della causa perturbatrice, dipende essenzialmente dall'azione del vento, e non si può ridurre che adoperando smorzatori appropriati, non sempre applicabili; il numero delle vibrazioni è invece legato alle costanti della corda. Se  $T$  è la sua tensione,  $r$  il raggio,  $l$  la portata,  $\delta$  la densità, il numero delle vibrazioni è dato da:

$$n = \frac{1}{rl} \sqrt{\frac{T}{\pi \delta}}.$$

Come si vede, per diminuire  $n$  bisognerebbe o aumentare il diametro e la portata o diminuire la tensione. Qualunque di questi rimedi porterebbe di certo inconvenienti maggiori.

Ma l'azione del vento non è solo limitata agli effetti derivanti dalla pressione; altri fenomeni non meno notevoli sono dovuti alle correnti aeree.

Assai spesso i venti trascinano seco a grande velocità vere ondate di polveri silicee, le quali, investendo le condutture metalliche, producono un effetto inevitabile di lima, un'abrasione continua di materiale. In regioni esposte ai venti questi effetti disastrosi sono visibili dopo breve tempo; così una conduttura isolata, tesa lungo la riva del mare, dopo pochi mesi fu trovata coll'involucro isolante completamente lacerato.

Si osserva pure che nei luoghi più battuti dalle correnti, le azioni chimiche sui fili nudi di rame e ferro sono assai più energiche, specialmente le ossidazioni; e questo fatto è di un'importanza capitale per le linee aeree di tramvie. Qui infatti l'ossidazione è a mano a mano levata dal trolley di servizio e la corrosione si rinnova continuamente sopra superficie pulite, con grave danno della linea.

Altrove si è pure osservato che dopo un certo tempo le condutture metalliche esposte ai venti di mare, diventavano completamente friabili, avendo perduta qualunque tenacità.

Non sempre è possibile rimediare a questi inconvenienti: tuttavia è bene tenerne conto specialmente nel progettare linee nuove in località particolari; talvolta si potrà evitare di esporre la linea all'azione delle correnti aeree, tal'altra si avrà mezzo di attenuarla; in ogni caso sarà sempre un elemento utile per fissare il coefficiente di ammortamento d'una conduttura.

12 luglio 1898.

Ing. G. B. FOLCO.

## NOTIZIE

**Il Concorso per un progetto di nuova fognatura della Città di Vercelli.** — La Cassa di Risparmio di Vercelli ha destinato due premi, uno di lire 4000 e l'altro di lire 1000 agli autori dei due progetti di fognatura per quella città, che in ordine di merito saranno giudicati migliori sotto il criterio dell'igiene, della esecuzione tecnica e del costo dell'opera.

Il tempo utile per la presentazione dei progetti scade col 31 dicembre 1898.

La planimetria della città, i profili delle vie e gli altri documenti

necessari si possono avere in copia litografata dalla Direzione della Cassa di Risparmio; le informazioni sullo stato e natura della fognatura attuale si possono avere direttamente dall'Ufficio tecnico municipale. E' lasciata ai concorrenti piena libertà di utilizzare tutta o parte della tombinatura esistente, ovvero di ricorrere ad una canalizzazione completamente nuova.

Sventuratamente la città non è ancora fornita di acqua potabile sotto pressione, e l'acqua di lavatura vorrebbe derivarsi dal Naviglio d'Ivrea a più che sei chilometri di distanza, ma quivi avendosi prevalenza di soli metri otto, sarà necessario portare la presa anche più a monte per avere la pressione necessaria.

G. S.

**Proposte di esperimenti di trazione elettrica per le ferrovie italiane.** — L'Amministrazione della Rete Adriatica presentò un progetto completo, col concorso della Casa Ganz di Budapest, per un'applicazione in grande scala della trazione elettrica con stazione generatrice centrale e distribuzione con conduttura aerea alle linee che da Lecco si dirigono lungo il Lago di Como verso la Valtellina, e cioè sulla linea Lecco-Colico Sondrio, della lunghezza di 79 km. e pendenza massima del 14 per mille, con numerose gallerie, e sulla diramazione Colico-Chiavenna, che mette capo al punto d'innesto di due grandi valichi alpini, lo Spluga ed il Bernina, giornalmente percorsi dalle Messaggerie Federali Svizzere.

Quest'ultimo tratto di linea ferroviaria è di soli 26 km. di lunghezza con poche e brevi gallerie, ma vi si riscontrano molte pendenze che arrivano sino al 20 per mille.

La trazione elettrica dovrà disimpegnare l'intero servizio viaggiatori e merci di dette linee.

La velocità massima prevista è rispettivamente di 60 km. all'ora per i treni viaggiatori e di 30 km. all'ora per i treni-merci.

Il tragitto Lecco-Sondrio dovrà pertanto essere compiuto in un'ora e 45 minuti dai treni diretti e in 2 ore e 30 minuti dai treni-omnibus.

La stazione generatrice centrale verrà impiantata presso Morbegno, ove vi ha una rapida dell'Adda, utilizzando la quale si possono sviluppare oltre a 3000 cavalli di forza.

La corrente trifase costi generata, a 15 000 volt, verrà mandata a dei trasformatori fissi distribuiti in diverse stazioni secondarie stabilite in punti convenienti lungo i due tronchi di linea suaccennati.

Dai trasformatori si irradierà con potenziale ridotto alla linea di servizio, la quale sarà costituita da un doppio filo aereo sostenuto da pali in legno, disposti lungo il binario di corsa.

La Società Adriatica propose pure un esperimento di trazione elettrica alla linea Bologna-San Felice sul Panaro, impiegandovi però vetture automotrici con accumulatori elettrici. Gli accumulatori saranno quelli del nuovo tipo inventato dal nostro tenente colonnello Pescetto e fabbricati dalla Società Cruto in Alpignano, dei quali si fecero recentemente importanti esperienze con un buon esito sulle tramvie di Roma.

Ogni automobile, capace di 60 persone, porterà una batteria di accumulatori che gli permetterà di compiere senza ricarica il viaggio di andata e ritorno (84 km.).

Dette vetture saranno a due carrelli e peseranno a carico completo circa 40 tonn.

La Società per le Ferrovie del Mediterraneo ha pur essa proposto due esperimenti di trazione elettrica, l'uno con conduttura lungo la linea e l'altro con carrozze automobili mediante accumulatori elettrici.

Il primo esperimento si effettuerà sulla linea Roma-Frascati, col concorso ed in servizio cumulativo con la Società delle Tramvie Romane. Questa costruirà a proprie spese una nuova linea di tramvia elettrica, che allacciandosi in Piazza Termini colle linee urbane già esistenti, e sortendo dalla città per Porta Maggiore, andrà a raccordarsi colla linea ferroviaria per Ciampino e Frascati, presso il bivio Mandrione, a circa 4 km. dall'attuale stazione di Roma-Termini. Quindi le carrozze elettriche potranno partire dal centro di Roma, da piazza Venezia o da San Silvestro, e andare direttamente a Frascati.

I biglietti saranno dati direttamente nelle carrozze, come si pratica nelle tramvie, con risparmio di tempo e di noie per i viaggiatori, e si potrà fare una corsa ogni ora od anche ogni mezz'ora, secondo l'affluenza dei viaggiatori.

La corrente elettrica sarà continua ed a basso potenziale, come quella ora impiegata nelle tramvie urbane, e sarà fornita dalla Società anglo-romana di elettricità per la tratta vicino a Roma fin presso a Ciampino, e da un apposito impianto idro-elettrico per la tratta ulteriore fino a Frascati. La conduttura elettrica sarà fatta col sistema del filo aereo e del trolley da Roma fino al bivio Mandrione e col sistema detto della terza rotaia lungo la linea ferroviaria tra il bivio Mandrione e Frascati.

Il secondo esperimento di trazione elettrica proposto dalla Ferrovia Mediterranea si farà sulla tratta Milano-Monza, con grandi carrozze

automotrici ad accumulatori elettrici, montate su due carrelli girevoli. Ogni carrozza potrà contenere da 80 a 100 viaggiatori, e percorrerà la tratta da Milano a Monza, lunga 13 km., in 20 minuti. Si potrà fare una partenza ogni mezz'ora tanto da Milano che da Monza.

(*Monitore delle Strade Ferrate*).

**Il nuovo gas scoperto nell'aria atmosferica da W. Ramsay e M. Travers.** — Questi due sperimentatori, avendo avuto dalla gentilezza del dottore Hampson 750 centimetri cubi d'aria liquida, la fecero evaporare finché non ne rimasero che 10 centimetri cubi, raccolsero in un recipiente il gas proveniente da questo piccolo residuo, eliminarono l'ossigeno per mezzo del rame metallico, e l'azoto trattando con una mescolanza di calce pura e di magnesio in polvere e poi per azione di scintille elettriche in presenza di ossigeno e di soda caustica. Ottennero così centimetri cubi 26,2 di un gas che mostra debolmente lo spettro dell'argon e di più uno spettro caratteristico prima d'ora non mai osservato, il quale non lascierebbe dubbio sull'esistenza del nuovo gas, la cui densità è risultata di 22,5, essendo presa uguale a 16 quella dell'ossigeno. Come l'Argon e l'Elio il nuovo gas è monoatomico e rappresenta un corpo semplice. Gli scopritori propongono di chiamarlo *Krypton*, che vuol dire nascosto, ed il suo simbolo sarebbe Kr. Intanto si propongono di preparare dell'altro gas in maggiore quantità e di provare a separarlo dall'argon in modo più completo per mezzo della distillazione frazionata. Essi ritengono che Kayser e Friedländer, i quali hanno creduto osservare la riga D3 nell'argon dell'atmosfera, siano stati ingannati dalla grande prossimità della riga brillante del krypton con quella dell'elio, e che ammettendo come vera l'ipotesi del dott. Johnstone Stoney, secondo la quale esisterebbero nell'atmosfera dei gas più pesanti dell'ammoniaca, non sia in alcun modo improbabile che possa essere stato scoperto nell'aria un gas più leggero dell'azoto.

(*Il Nuovo Cimento*).

## NECROLOGIA

### L'architetto Carlo Garnier.

PARIGI 1826-1898.

Il 5 agosto è morto a Parigi Carlo Garnier, che vi era nato il 6 novembre del 1826 da modestissimi genitori.

Appena terminati gli studi primari, fu allievo di scultura nella Scuola speciale di disegno, dove conobbe tosto il Carpeaux, allora arrivato da Valenciennes. Entrato quindi all'Accademia di Belle Arti, vi fu allievo di Ippolito Lebas, e nel 1848 si conquistò il premio di Roma con un progetto di Conservatorio di arti e mestieri.

Nei suoi tre anni regolamentari di pensionato a Villa Medici, mandò a Parigi uno studio sul Foro di Traiano, uno sul Tempio di Vesta a Tivoli e uno sul tempio di Serapide a Pozzuoli, che gli valsero tosto la notorietà in Parigi. A compimento del suo allunato, fece nell'anno successivo un viaggio in Grecia insieme a Edmondo About, di dove mandò un ristauratore polieromo del Tempio di Giove panellenico a Egina che fu una vera rivelazione nel suo genere. Nell'anno stesso fece il viaggio in Turchia insieme a Teofilo Gautier. Negli anni successivi fu a Napoli dove, per consiglio del Duca di Luynes, rilevò tutte le vestigia dei Duchi di Angio; e i suoi disegni rimangono tuttora inediti in proprietà della famiglia di Luynes.

Quando nel 1861 si aprì il concorso per la costruzione della nuova Opera, il Garnier occupava il modesto ufficio di architetto stradale della città; colla prova in ischizzo fu ammesso con quattro competitori a fare il progetto definitivo; il suo progetto venne adottato all'unanimità, e tre anni dopo la facciata era già splendente dei suoi marmi a colore. Interrotti i lavori a causa della guerra, furono ripresi nel 1871, dopo tre altri anni furono ultimati, e nel 1875 il Presidente della Repubblica, il maresciallo Mac-Mahon, faceva la inaugurazione ufficiale di quel monumento che costò alla Francia 36 milioni e che tramanda alla posterità il nome di Carlo Garnier.

A torto od a ragione era ritenuto in Francia un architetto troppo dispendioso ed ebbe poche ordinazioni; tuttavia diede prove di multiforme ingegno con il Teatro di Montecarlo, il Casino da giuoco di Monaco, l'Osservatorio astronomico e la villa Bischoffsheim a Nizza, la casa del Circolo della Libreria sul Boulevard Saint-Germain e con la villa che fece per sé presso Mentone sulla strada della Cornice. Fu pure sua geniale creazione la serie delle case che formarono la Storia dell'abitazione umana alla Esposizione mondiale del 1878 in Parigi.

Nel 1864 fu nominato Cavaliere della Legion d'onore; poco dopo fu promosso Ufficiale. Successe nell'Accademia di Belle Arti al Baltard, architetto delle Halles Centrales e fu membro dell'Istituto. Fece parte del Consiglio delle costruzioni civili e dei lavori pubblici di Parigi, cariche nelle quali volle sempre dare gratuita l'opera sua. Guadagnò

molto denaro, ma ebbe sempre la sua borsa aperta a tutti e morì quasi nella povertà.

Fu il grande antagonista delle teorie del Viollet-le-Duc; ma le loro controversie dettate solo da profondità di sentimento contribuirono alla grandezza contemporanea della scuola di architettura in Francia.

La sua figura di un vecchio fiorentino, il suo spirito, il suo fine umorismo, la rapidità vertiginosa del suo eloquio erano popolari in tutta la Francia, e nella sua vita privata viene citato come esempio raro di bontà, di generosità e di grandezza d'animo.

Detto notevoli articoli di critica nella *Gazzetta delle arti belle* e nella *Rivista generale dell'architettura e dei lavori pubblici*. Scrisse un libro: *A travers les arts* che fu testimonianza della vastità del suo ingegno. Nella sua storia della costruzione dell'*Opéra* (1862-1875) tratta a fondo la dottrina dei teatri e dimostra che nel teatro moderno il pubblico è il solo che non vuole assistere allo spettacolo, ma vuole esso stesso fare la sua parte di pubblico nel migliore apparato possibile di messa in scena. Infatti lo scalone dell'*Opéra* risponde meravigliosamente a questo concetto e desiderio, e quando è animato dalla sua folla offre uno spettacolo non meno interessante e ricreativo degli *Ugo-notti*, del *Roberto* e del *Faust*. C. C.

## BIBLIOGRAFIA

### I.

Ing. PIETRO ALIBRANDI. — **Teoria dei movimenti di temperatura nelle condotte d'acqua.** — Memoria premiata con diploma d'onore nel concorso indetto dalla Società degli Ingegneri in Roma, per l'anno 1896. — Estr. dagli *Annali* della Società, op. in-8° di pagine 36. — Roma, 1898.

La importante e difficile questione delle variazioni di temperatura dell'acqua in una condotta sta da molti anni occupando l'ing. Alibrandi il quale va spiegando mezzi di calcolo ingegnosi e nulla vuole trascurare per avvicinarsi colle sue ricerche alla riproduzione del fenomeno fisico, per quanto di sua natura complesso e variabile da istante ad istante.

Egli è il primo a riconoscere che per la molteplicità delle circostanze da cui il fenomeno dipende, e per la variabilità di alcune di esse secondo leggi assai complesse, riesce assai malagevole sottoporre il problema ad un'analisi accurata. Pure l'egregio Autore ha finito col riuscire in modo più soddisfacente di quanto *a priori* potremmo argomentare.

In un primo studio, pubblicato alcuni anni or sono, l'Autore erasi limitato a stabilire con formole i valori *limiti* che può raggiungere la temperatura dell'acqua al termine di una data condotta nella ipotesi che la temperatura della superficie esterna si mantenesse costante per una durata indefinita, perchè una fase di regime stabile o di equilibrio potesse giungere a stabilirsi nella massa del terreno limitata esternamente dalla superficie naturale riscaldata dai raggi solari e limitata internamente dalla parete del tubo. Ma questo metodo se ha il vantaggio di semplificare le ricerche dal punto di vista analitico, e di dar formole più praticabili, ha per contro l'inconveniente di condurre talora, come nei casi di piccole portate con notevole lunghezza di percorso, a limiti di troppo superiori, nel caso del massimo, e troppo inferiori, nel caso del minimo, ai valori che effettivamente si verificano nei casi pratici.

Epperò l'ing. Alibrandi si propose in questo secondo suo studio di fare a meno dell'anzidetta ipotesi, ed introducendo la variabile il tempo volle risolvere un problema non solo di equilibrio statico, ma di movimento termico, tenendo conto cioè delle variazioni della temperatura superficiale, considerata come funzione del tempo. Successivamente, limitando le variazioni termiche superficiali a due sole oscillazioni la diurna, e l'annua, arriva a formole suscettibili di applicazioni pratiche.

Ed a titolo di illustrazione delle formole stesse, le applica dapprima al caso di una condotta ipotetica di 13 chilometri, fatta con tubi metallici del raggio esterno di 16 centimetri, posti a m. 0,84 sotto la superficie del suolo, con una portata di 58 litri al secondo, supponendo che la temperatura dell'acqua all'originè sia invariabilmente di 10 centigradi, che la temperatura massima assoluta del terreno in superficie arrivi a 40° e quella minima scenda a — 10°, ed abbiasi una estensione totale ragguagliata dell'oscillazione diurna di 20°. In base a questi dati l'A. determina la temperatura dell'acqua allo sbocco:

1° All'epoca della massima superficiale  $T = 12^{\circ},62$ ;

2° All'epoca della minima diurna superficiale immediatamente successiva, cioè 12 ore dopo il caso 1°  $T = 13^{\circ},34$ ;

3° All'epoca di minima assoluta superficiale, e 12 ore dopo:  $T = 9^{\circ},80$  e  $9^{\circ},08$  rispetti;

4° Le temperature massima e minima assolute  $T_{\max.} = 13^{\circ},39$  e  $T_{\min.} = 9^{\circ},03$ , le quali risultano verificarsi con un ritardo di 19 ore circa.

Invece, coll'ipotesi di una fase di regime costante o d'equilibrio colla temperatura massima e minima, si ottiene per questi due casi:

$T_{\max.} = 17^{\circ},29$  e  $T_{\min.} = 5^{\circ},14$  rispetti, per cui è interessante osservare che mentre più esattamente l'oscillazione totale della temperatura dell'acqua allo sbocco si compie entro  $4^{\circ},36$  soltanto, l'ipotesi suddetta la porterebbe oltre  $12^{\circ}$ .

Nè meno interessante è il confronto fra alcuni dati sperimentali ed i risultati delle formole teoriche. Mancano in generale i dati di osservazione. Tuttavia l'A. prende a considerare un tronco abbastanza uniforme di 19 chilometri della condotta dalle sorgenti San Venanzio a Macerata, sul quale furono fatte osservazioni termometriche accurate per parte del personale tecnico della Società italiana per condotte d'acqua. Nel tratto contemplato, la natura del terreno essendo argillosa, la profondità media della condotta di m. 2, il diametro interno dei tubi m. 0,175 e la portata effettiva di 19 litri al secondo, la temperatura della superficie del terreno essendosi riconosciuta oscillare nei diversi punti della tratta considerata da  $34^{\circ}$  a  $42^{\circ}$ , la temperatura dell'acqua osservata nei diversi punti della condotta risultò aumentare progressivamente nel tratto di 19 chilometri considerato da  $14^{\circ}$  a  $16^{\circ},50$ ; e la temperatura calcolata da  $13^{\circ},83$  a  $16^{\circ},30$  con differenza massima in alcuni punti intermedi non superiori a mezzo grado.

Rimane quindi confermato che l'egregio ing. Alibrandi ha perfettamente raggiunto la non facile soluzione del complicato problema che egli erasi da tempo proposto, una soluzione generale la quale risulti di più che sufficiente approssimazione per la pratica.

G. SACHERI.

### II.

Ing. CORRADO CAPOCCI. — **Progetto di una nuova via tra l'Occidente di Napoli e la Piazza S. Ferdinando.** — Op. in-4° di pag. 46 con 6 tavole. — Napoli, 1898.

Dopo di avere ricordati e brevemente riassunti moltissimi studi di architetti ed ingegneri negli ultimi cinquant'anni per risolvere il difficile problema di agevolare ed abbreviare il transito tra l'occidente e l'oriente di Napoli, i quali studi, sia che vengano limitati all'allargamento di Chiaia, sia che mirino alla costruzione di una via più diretta e completamente nuova, vanno tutti incontro a difficoltà quasi insormontabili dal lato altimetrico, ma soprattutto dal lato finanziario, l'ing. Corrado Capocci espone in modo molto particolareggiato il proprio progetto che consisterebbe nel prolungamento della via dei Mille attraverso i terreni della Società Generale Immobiliare, ed ai giardini Cellamare e Monteroduni, per seguire in tunnel lungo 140 metri sotto il colle delle Mortelle e sboccare nella via Nardones, che verrebbe portata dalla larghezza presente di 6 metri a quella di 18 metri.

Il prolungamento della via dei Mille ed il tunnel verrebbero limitati alla sola larghezza di 15 metri. Con tutto ciò il preventivo della spesa, comprese naturalmente le opere di allacciamento della nuova strada colle contrade circostanti, ammonterebbe a poco meno di 7 milioni, e tenuto conto di tutte le possibili attività dell'impresa, sia per nuove costruzioni sui margini, sia per il contributo dei proprietari maggiormente interessati, occorrerebbe pur sempre un sussidio a fondo perduto di ben 4 milioni.

G. S.

## R. UNIVERSITÀ DI PADOVA

ANNESSA ALLA SCUOLA DI APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI

### Elenco degli Ingegneri civili

proclamati nella sessione estiva dell'anno scolastico 1897-98.

1. Adami Albano, di Giuseppe, da Bastia (Padova).
2. Bari Arturo, di Lorenzo, da Trecenta (Rovigo).
3. Basevi Augusto, di Lazzaro, da Padova.
4. Bordigioni Angelo, di Vincenzo, da Castelfranco (Treviso).
5. Brasolin Attilio, di Luigi, da Villadose (Rovigo).
6. Caccia-Dominioni Pietro, del fu Paolo, da Milano.
7. Ceola Giuseppe, di Gio. Batt., da Sambonifacio (Verona).
8. Cipriani Gio. Maria, di Domenico, da Farra d'Alpago (Belluno).
9. Crevenna Giacomo, di Girolamo, da Milano.
10. Cristani Carlo, di Gio. Batt., da Verona.
11. Da Prato Gerardo, del fu Roberto, da Verona.
12. De Marchi Raffaello, di Sante, da Salizole (Verona).
13. De Martini Giulio, di Silvio, da Padova.
14. Feletti dottor Enrico, di Enrico, da Comacchio (Ferrara).
15. Gaggia Achille, di Bortolo, da Feltre (Belluno).
16. Garabello Alfonso, di Lorenzo, da Padova.
17. Gelmetti Gio. Batt., del fu Antonio, da Brentino (Verona).
18. Giongo Achille, di Francesco, da Bergamo.
19. Girardi Girolamo, di Giuseppe, da Fontanelle (Vicenza).
20. Gozzi Tullio, di Luigi, da Verona.
21. Jesi Attilio, di Emilio, da Venezia.
22. Mazza Antonio, di Ruggero, da Ferrara.
23. Taverna Giovanni, di Luigi, da Alessandria.
24. Togni Pietro, di Giovanni, da Brescia.
25. Voghera Ferruccio, di Benedetto, da Padova.
26. Zaccaria Antonio, di Giovanni, da Rovigo.
27. Zannini Ferruccio, di Andrea, da Castelnuovo Borianò (Rovigo).