

L'INGEGNERIA CIVILE

E LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Giornale di tutte le opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

COSTRUZIONI STRADALI

IL PONTE IN MURATURA SUL FIUME SELE (*)

NELLA PROVINCIA DI SALERNO

con arco di metri 55 di corda e metri 13.55 di saetta.

(Veggasi la tav. III).

« Le opere degli italiani debbono
 „ avere non solo la grandiosità e la
 „ eleganza delle forme, ma una vita
 „ secolare, e questa non può aversi
 „ che colla muratura, come lo ad-
 „ dimostrano i molti ponti romani che
 „ ancora esistono forti, sfidando il
 „ tempo divoratore ».

I.

La strada rotabile che da Salerno conduce al Cilento era interrotta, presso al Barizzo, dal fiume torrentizio il Sele; ed il passaggio, che si faceva con una specie di zattera di legno, oltremodo incomodo e spesso pericoloso era inoltre nelle stagioni invernali quasi sempre interrotto a motivo delle frequenti piene, alle quali il fiume è soggetto.

Di questo fatto la Provincia fu sempre preoccupata, e volendo una buona volta porre termine al serio inconveniente, dopo diversi progetti di varia costruzione, che per ragioni di economia, o di convenienza, o di mancata solidità, furono lasciati da parte, diede incarico al signor Fiocca, che già aveva costruito il ponte Annibale sul Volturno presso Capua, di progettare uno simile per il Sele. Fiocca tenne l'invito, e progettò per il Sele un ponte intieramente in muratura, dichiarando di assumere la direzione e la costruzione a tutto suo rischio e pericolo, ed obbligandosi, per la somma di sole L. 260,000, a dar completi in 20 mesi il ponte ed i rami di accesso.

Queste condizioni, favorevolissime per la Provincia, furono accettate; e Fiocca si mise all'opera.

Il Sele è un torrente di rapidissimo corso, instabile nel suo letto, e della portata ordinaria di m. c. 27.70. Quel torrente, nelle piene, porta con sé ghiaia grossa e minuta ed una quantità di alberi di alto fusto.

Rimpetto a queste speciali condizioni, l'autore del progetto dovette stabilire le dimensioni del ponte così da avere la massima luce di sbocco, col minimo ingombro della sezione del fiume: di qui la necessità di formare il ponte di una sola luce, e questa della massima ampiezza, non esitando un sol momento a stabilirne l'arco sulla corda di 55 metri, con una saetta di soli m. 13.55, pigliando l'imposta a 3 metri sotto l'acqua magra. Sempre in considerazione alla massima luce di sbocco, vi stabilì le strombature, all'altezza di m. 7.35 dall'imposta, larga ognuna m. 0.80 per ogni lato; e l'arco frontale, che le contorna, è un arco circolare, col sesto di m. 6.50 sulla stessa corda di m. 55, cioè la nona parte di questa. La larghezza del piano stradale, che si eleva di m. 12.85 sul pelo magro, è di metri 7.00, compresi i parapetti; sicchè alla origine, tenendo conto delle strombature,

(*) Queste notizie abbiamo desunte da una relazione a stampa dell'ingegnere Pasquale Sasso, che ebbe parte importante nella costruzione dell'opera, stataci gentilmente favorita dall'autore, e da una Memoria inserita negli *Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti* in Napoli, fascicolo 1° del 1877.

la larghezza della volta si riduce a metri 5.40. L'intera lunghezza del ponte, compresi i contrafforti alle spalle, è di m. 82.00, ed il suo asse longitudinale si unisce in contropendenza al vertice, con un declivio di 45 millimetri per metro.

Da ciò che brevemente si è detto in riguardo alle dimensioni generali adottate, risulta chiara l'importanza dell'opera, e crediamo sia ben fatto riferir qui il modo ed i varii temperamenti d'arte usati nella materiale struttura.

II.

E innanzi tutto, vediamo le dimensioni della volta: l'intradosso è una curva a cinque centri, e la grossezza che è di due metri in chiave, andando di grado in grado aumentando, diviene di m. 3.50 presso il punto di rotazione. Il graduale aumento di grossezza del masso della volta si ottenne, adottando per il suo estradosso una curva circolare del raggio di m. 67.50.

Con le suddette dimensioni alla cima ed ai fianchi, era sicuro il costruttore di non temere alcuno schiacciamento del materiale impiegato; i mattoni di Gaeta sono stati quelli adoperati anche per la struttura del volto ed il grado di resistenza appare dal quadro che riportiamo in fine dell'articolo. Soltanto in considerazione alla non precisa determinabilità dell'estensione del contatto presso il punto di rotazione, dove vigorosamente agisce la pressione, con saggio consiglio fu adoperata da quel punto in giù, la muratura di pietra calcarea, facendo scegliere con diligentissima cura, fra il materiale, quello che alle più grandi dimensioni univa le facce sufficientemente spianate. E sempre in vista della diminuzione di pressione ai fianchi, si fecero vuoti nell'interno i timpani del ponte, costruendoli con archi anulari, e adoperando per questi una muratura fatta con certa specie di tufo lacustre, che trovasi presso Pesto, del quale tufo il peso non va oltre i 1000 kil. per metro cubo.

Detto ciò, passiamo a quant'altro resta della materiale struttura, incominciando ordinatamente dalle fondazioni al decentramento dell'arco, e serbandoci in ultimo di dir qualcosa della parte economica dell'opera.

III.

Fondazioni. — Per saggi precedentemente fatti nelle sponde del fiume, la natura del suolo della sponda destra, fino alla profondità di metri 4.00 sotto il pelo delle acque magre, presentava uno strato di sabbia, sotto del quale uno di ghiaia, che, dopo la profondità di m. 1.50, finiva per cedere il posto ad un banco di argilla plastica di colore azzurro. Questo banco di argilla, alla profondità di m. 11.40, non era per anco finito.

Nella sponda sinistra, dopo un banco di sabbia dell'altezza di m. 3.34 sotto l'acqua magra, si rinvenne uno strato di terreno alluvionale, dell'altezza di m. 2.20; poscia, lo strato d'argilla plastica, come nella sponda destra, che fu scandagliato fino alla profondità di m. 12.00.

Conosciuta la natura del suolo sottostante, la fondazione delle spalle del ponte si stabilì con le consuete norme dettate per le fondazioni in acqua. Per eseguire la fondazione della spalla destra si circui lo spazio di m. 10×11 con paratia di legno quercia, formata da palanche di m. 5.00 di lunghezza, m. 0.34 di larghezza e m. 0.10 di spessore unite insieme con incanalature a linguetta, e fermate nelle filagne aventi la riquadratura di m. 0.35×0.10, poste a

m. 0.32 sul livello delle magre. Nell'interno si sono posti due altri ordini di filagne, uno come controfilagna, ossia allo stesso livello dell'esterno, e l'altro a m. 2.00 sotto il livello delle magre. L'aggottamento, iniziato con quattro trombe a mano a doppio effetto, ciascuna delle quali esauriva m. c. 12 d'acqua all'ora, si dovette proseguire con potenti trombe mosse dal vapore. Messo in asciutto il suolo, per la spalla destra, si approfondì lo scavo fino a m. 3.00 sotto l'acqua magra. Quivi si costruì una palificata con pali di legno quercia, della lunghezza di m. 4.00 e della quadratura di m. 0.27, messi alla distanza di m. 0.80, da asse ad asse; e tolto uno strato di mezzo metro di ghiaia, si riempirono i vuoti con calcestruzzo. Su questa platea di calcestruzzo fu poggiata la muratura in pietra calcarea, a corsi inclinati secondo i raggi della curva d'intradosso.

Per la spalla sinistra lo scavo, essendosi potuto protrarre fino alla profondità di m. 5.52 sotto il pelo delle magre, fu immediatamente stabilita, sul banco d'argilla, la platea di calcestruzzo della spessezza di un metro; e su questa la muratura calcarea, come per la spalla destra.

IV.

Malta. — La calce, che si trovava più vicina al luogo della costruzione, era quella di Battipaglia, villaggio poco distante da Eboli. Quella calce però, mista con sabbia, dava una malta resistente sì, ma tarda a solidificarsi; e siccome si aveva bisogno di malte eminentemente energiche, si dovette alla predetta calce di Battipaglia unire la pozzolana di Bacoli e quella del Vesuvio. Per la costruzione adunque delle spalle del ponte si è usata una malta, composta di calce pura di Battipaglia con pozzolana vulcanica, nelle proporzioni che trovansi segnate al n. 1 della tabella riportata in fine di questo articolo. Per la rimanente parte della volta si è impiegata la stessa malta, nella composizione della quale si è fatta entrare una conveniente quantità di calce di Teil, eminentemente idraulica.

Da esperimenti eseguiti in Francia dall'Ing. De Lustrac si rileva che la calce idraulica di Teil mischiata con quasi la metà del suo volume di sabbia, dopo 45 giorni non si schiaccia che sotto un peso di chg. 15.4 per cent. quad., e resiste alla trazione fino a chg. 2.24 per cent. quad.

Da esperienze direttamente fatte dal signor Sasso, ingegnere addetto all'opera, e che tanta parte ebbe in quella costruzione, risulta che la suddetta calce di Teil, mista alla pozzolana vulcanica di Bacoli e del Vesuvio, dopo 30 giorni del suo impiego, resiste alla compressione di chg. 6.87 per cent. quad. Pare adunque che aumenti di energia, quando si consideri che lo stesso risultato si è ottenuto in Francia con la medesima calce mista a sabbia quarzosa, ma solamente dopo due anni da che la stessa è stata adoperata nelle costruzioni.

V.

Armatura. — Per l'armatura, il sistema adottato fu quello a palate fisse che nel caso particolare era certamente il più solido ed economico fra i diversi sistemi. Per la costruzione delle grandi volte, bisogna aumentare quanto più si può il numero dei punti d'appoggio intermedi. È vero che il sistema delle armature fisse è pericoloso per le piene che possono sopraggiungere durante la costruzione, ed anche dopo compiuto il lavoro; ma bisogna avere l'accorgimento di costruire nella stagione propizia, e adoperare malte molto energiche per poter eseguire il decentramento al più presto possibile.

L'armatura di cui si tratta si componeva di undici palate, fermate ognuna (fig. 4) sopra sei paloni di fondazione della lunghezza di m. 8.00; sopra e sotto corrente, per ogni palata, un palo guardiano di simile lunghezza, sulle cui teste erano fermati i puntoni, a garanzia delle oscillazioni e di un possibile rovesciamento in caso di piena. — Il primo telaio di concatenamento fu stabilito a m. 1.94 sulle acque magre. Su i descritti paloni, per l'altezza di m. 3.92, veniva un primo sistema di colonne accoppiate, collegate in testa con un altro telaio di concatenamento: un secondo sistema di colonne, pure accoppiate, si elevava su quello ora detto per l'altezza

in centro di m. 4.64. Su queste colonne vennero collocate le sei centine di legno pioppo, le quali poi sostengono il manto di tavole. Fra le descritte palate nel secondo ordine si sono convenientemente disposti dei cavalletti per mantenere le centine a posto. Nei pulvinari, e fra le seconde e terze palate a destra e a sinistra, si posero degli altri puntoni, il cui ufficio era d'impedire, per quanto più fosse possibile, l'alzamento dell'armatura in centro, nel porsi mano all'opera.

La centina fu poi costruita con tredici centimetri di soprallamento in cima per compensare in parte l'abbassamento che si poteva verificare durante la costruzione ed il disarmo. Ecco le dimensioni dei principali pezzi componenti l'armatura:

Pali di fondazione	m. 0.25×0.30
Colonne del 1° e 2° ordine, diametro medio	» 0.26
Id. del binato	» 0.16
Telaio di concatenazione	{ correnti . . . » 0.19
	{ traversini . . . » 0.19
Puntoni	» 0.22
Cavalletti	» 0.22
Centine.	» 0.26×22

Per la costruzione dell'armatura sovradescritta si sono impiegati giorni 55; e si impiegarono metri cubi 187 di legno castagno, 23 metri cubi di legno quercia e metri cubi 51.5 di legno pioppo; inoltre occorsero 1700 chilogrammi di ferro per chiodi e chivarde di diverse dimensioni e 100 chg. di ferro in bande.

VI.

Materiale struttura della volta. — Per la materiale struttura della volta è da osservarsi, che essa è stata formata con tre strati paralleli alla linea d'intradosso, sovrapposti gli uni agli altri e concatenati nei piccoli spazii, che a posta si lasciavano fra mattone e mattone.

Con questo sistema si venne a ridurre la carica in chiave sulla centina a soli chg. 1500; che se la volta si fosse costruita per l'intera sua grossezza avrebbersi avuto in chiave una carica di 3500 chg. per m. q. e verso i fianchi questo carico sarebbe salito a chg. 7000. Si è del pari più facilmente eliminato l'effetto del soprallamento delle centine, caricandole con una quantità di mattoni del peso complessivo di chg. 3000 circa, peso che rappresentava appunto quello che la pratica ammette poter sopportare le armature di grande portata senza scomporsi.

Costruito il primo anello di fabbrica, non si osservò alcun ribassamento al centro dell'armatura. Comparve solo dopo il secondo strato: il calo, avvertatosi per due centimetri, restò costante fino al completamento della volta. Durante la sua costruzione, si è adoperata per le diverse zone, di cui era costituita, una malta diversamente energica, facendo uso della più debole pel primo strato, e terminando con la più tenace. Questo temperamento d'arte ha la sua ragione logica; perchè, dovendo la costruzione durare per più giorni, e dovendo il ponte essere disarmato nel più breve tempo possibile, se si fosse adoperata, nei diversi strati di cui era formato, la malta della stessa energia, mentre il primo si sarebbe trovato già solidificato, il secondo sarebbe stato prossimo, ed il terzo meno che prossimo a solidificarsi, al momento del completo disarmo.

Le proporzioni delle diverse materie, componenti le malte per le suddette operazioni, sono segnate ai n. 2, 3, 4 della ripetuta tabella annessa a questo articolo. Durante la costruzione della volta, che si è compiuta in 60 giorni, si è avuto la precauzione di inaffiare continuamente la muratura per impedire il rapido disseccamento della malta per il troppo caldo della stagione estiva in quella contrada.

VII.

Disarmo. — Ad evitare nella delicatissima operazione del disarmo ogni possibile sinistro, sono raccomandati diversi sistemi, e fra gli altri quello delle viti da collocarsi sotto le centine, o quello dei cilindri di sabbia da collocarsi sotto le colonne di sostegno. L'attuazione di codesti eccellenti metodi è però molto costosa, e non avendosi a

disposizione alcuno di codesti apparecchi, si finì per adottare lo stesso metodo precedentemente usato per il disarmo del ponte Annibale. Si ricorse cioè al sistema dei tagli, fra i pezzi verticali dell'armatura e le centine da quelli sostenute. Siffatti tagli, praticati colla sega e collo scalpello, erano di pochi millimetri d'ampiezza, e contemporaneamente eseguiti da sei carpentieri per ogni campata. — Dopo il primo taglio della profondità di 20 millimetri, usata ogni diligenza e precauzione, non si osservò alcun distacco fra la muratura ed il manto della forma.

Fatte altre incisioni ed ottenuto il completo distacco, si mise mano alla scomposizione dell'armatura, cominciando dal manto di tavole, poscia al taglio delle centine, ed a mano a mano fino al suo completo disfacimento. Una tale operazione, lentamente compiuta, fu cominciata dall'imposta, e proseguì gradatamente verso il centro.

Dopo cinque giorni, da che l'operazione del disarmo era cominciata, venne una piena, che elevò il pelo delle acque all'altezza di m. 2.30 sulle magre. Gli alberi che trasportava con sé, arrestatisi fra i pali guardiani, costituirono una diga, e per conseguenza uno stramazzo a valle del ponte. Questo fatto produsse una escavazione nel fondo ed un ribassamento nell'armatura. Allora si avverò un primo calo nella muratura del volto di 55 millim. Ribassatesi le acque e tolti i galleggianti, si ripigliò l'operazione del disarmo. Non appena fu eseguito il distacco delle centine nelle sezioni 1, 2, 3, 4 a sinistra, ed 8, 9, 10, 11 a destra (fig. 1 e 2), si avverò una seconda piena. Questa fu più terribile della prima, essendosi le acque elevate fino all'altezza di metri 3.25 sulle magre. Si ebbero gli stessi fatti come nella prima volta, ma con questo di più, che le palate di sinistra furono travolte dalla corrente. Questa seconda piena produsse un novello calo di 5 millimetri. Finalmente rimessesi le acque al loro livello naturale, si tolsero le campate centrali, ed il ponte abbandonato a se stesso, si rassettò per altri 115 millimetri.

Sicché tutto il calo, da che si mise mano al disarmo della volta fino alla dissoluzione dell'armatura e completamento dei parapetti, fu di 220 millimetri, che circa un mese dopo si era fermato a 34 centimetri.

L'abbassamento totale di 34 centim. è inferiore a quello verificatosi per altri ponti di portata minore, ed il risultato è tanto più favorevole inquantochè non sonosi verificati schiacciamenti dei mattoni in alcun punto del volto, nè aperture alle reni. Solamente alcune lesioni si sono mostrate durante e dopo il disarmo nella parte vuota dei timpani segnata nel punto *a* (fig. 2) ma si sono arrestate a centimetri 40 al disopra della curva estradossale dell'arco.

VIII.

Parte economica. — A completare le date notizie diremo brevemente delle condizioni economiche dell'opera, accennando le speciali circostanze nelle quali si trovò l'impresa per rispetto al luogo ed al clima. Al quale proposito è da notare, che il torrente Sele ingrossa frequentemente nell'inverno e nelle medie stagioni, sicché l'unico tempo opportuno, per lo sviluppo dei lavori, era l'estate. Ma la state in quella contrada è micidialissima, per l'aria malsana, che sviluppa febbri miasmatiche. Però, a causa di un precoce e piovosissimo inverno avutosi in quell'epoca, fu necessità affrontare il lavoro anche in quei mesi dell'anno, che per le ragioni dette non era prudenza di fare; e ciò fu tanto più necessario, in quanto che l'avvicinarsi della scadenza per la consegna metteva l'impresa fra l'uscio ed il muro.

Difatti, il contratto fu stipulato ai 20 novembre 1870, e solo nel mese di marzo dell'anno seguente si poté mettere mano ai lavori, che sono stati poi sospesi sul finire di luglio. In quel brevissimo tempo si costruirono le fondazioni delle spalle ed i contrafforti dietro di esse, fino all'altezza delle acque magre.

Nell'aprile 1872 furono ripresi i lavori, e questa volta fu forza proseguirli per tutta l'annata. Nei primi cinque mesi si completò l'opera fino al piano stradale, e negli altri tre, quanto era necessario a darla completa al traffico. Sicché tutta la costruzione fu eseguita in circa 12 mesi di lavoro ef-

fettivo, e fu compiuta a costo di grandi sacrifici e di una volontà tenace a voler riuscire ad ogni modo nell'impegno contratto. Perché, oltre le condizioni del clima contro del quale si trovava a lottare l'impresa, vi era anche l'altra non meno sfavorevole della mancanza de' materiali adatti nella contrada e degli operai capaci in simili lavori. Tutto si dovette trasportare da lontano: quelli da Napoli e da Gaeta, questi da Napoli e da Capua; e giacché la campagna non offriva abitazioni, s'è dovuto improvvisare pure un completo alloggiamento di baracche in legno. All'inconveniente insuperabile dell'aria malsana si dovette provvedere conducendo a pernottare in Eboli gli operai per quei mesi della stagione, nei quali i miasmi erano più potenti. Per questo fatto si perdevano circa sette ore di lavoro effettivo in ogni giorno. E pure, a petto di sì rilevanti sacrifici pecuniari, a conti fatti, il ponte non costa che L. 883.08 al metro quadrato del suo piano viabile, compresi i rami d'accesso.

Un tale risultato è ancora più brillante, ove si consideri, che altri ponti di minore ampiezza in Italia e fuori, forse anche costruiti in più favorevoli condizioni, hanno costato assai più. Ad ogni modo il ponte sul Sele è un'ardimentosa ed importante opera d'arte che non potevamo astenerci dal far conoscere ai lettori dell'*Ingegneria civile*. E se altri ponti in muratura si sono finora costruiti su corda maggiore, come quello di Chester (m. 61 di corda e m. 12.81 di saetta e l'altro di Coblin John in America (m. 67 di corda e m. 18 di saetta) essi si trovano in speciali condizioni di stabilità, poggiando direttamente sui fianchi delle rocce nei burroni che cavalciano. Ma il ponte sul Sele, che si è fondato sopra di un suolo parte resistente e parte reso tale con la palificata, fa veramente onore all'autore che lo ideò, ed a cui sta tanto bene la Medaglia al Progresso, conferitagli nell'ultima esposizione universale di Vienna.

Tabella della composizione di un metro cubo di malta.

Numero d'ordine	COMPONENTI	VOLUME				Resistenza all'estensione per centimetro quadro
		di calce pura detta grassa	di calce idraulica di Teil	di pozzolana di Bacoli	di pozzolana vulcanica	
		estinta per fusione m. c.	estinta per aspers. m. c.	m. c.	m. c.	
1	Pozzolana di Bacoli, del Vesuvio e calce pura .	0.33		0.50	0.50	
2	Pozzolana di Bacoli, del Vesuvio, calce pura del luogo, ed idraulica di Teil	0.288	0.042	0.33	0.67	
3	Come sopra	0.248	0.082	0.33	0.67	
4	Come sopra	0.22	0.11	0.33	0.67	
5	Arena fluviale, pozzolana di Bacoli, calce pura .	0.33		0.33	0.67	
6	Pozzolana del Vesuvio e calce idraulica di Teil .		0.50		0.50	2.18
7	Come sopra		0.443		0.887	3.09
8	Pozzolana di Bacoli e calce di Teil		0.50	0.50		2.97
9	Pozzolana del Vesuvio, di Bacoli e calce di Teil .		0.663	0.332	0.335	6.87
10	Pozzolana di Bacoli, calce pura e calce idraulica di Teil	0.221	0.222	0.887		3.75
11	Pozzolana del Vesuvio, calce pura e calce di Teil .	0.221	0.222		0.887	2.97

Per verificare la resistenza all'estensione di cui nell'ultima colonna, si sono preparati diversi saggi facendo combaciare insieme due mattoni con lo strato di malta intermedio. Dopo un mese con apposito congegno si è osservato il peso bisognevole per staccare i due mattoni.

Tabella dei pesi che hanno prodotto la rottura per schiacciamento di diversi materiali.

INDICAZIONE DEI MATERIALI	Peso per cent. quad.
Tufo calcareo di Faiano	Chg. 441.33
Calcare stratificato di Cappasanta	" 266.85
Calcare marnoso della stessa contrada	" 91.19
Mattoni di Montecorvino	" 80.00
Mattoni di Gaeta (impiegati nel volto)	" 89.58
Tufo lacustre di Pesto	" 40.00
Lava vesuviana	" 390.00

LOCOMOTIVE E STRADE FERRATE

IL FOCOLARE BELPAIRE A SEZIONE QUADRATA (*)

per le Macchine Locomotive.

MEMORIA

dell'Ingegnere G. B. POZZOLINI.

Sopra alcune linee ferroviarie italiane si comincia attualmente ad eseguire una importante trasformazione nel focolare delle locomotive, trasformazione che a conti fatti deve dare degli eccellenti risultati economici, e quindi non sarà forse discaro al lettore di conoscere in che cosa consista questa trasformazione e quali sieno i principali vantaggi che il focolare Belpaire presenta sull'altro, a cui poco alla volta tende a sostituirsi, e che vengono confermati dalla lunga esperienza delle ferrovie dello Stato Belga, dove tal focolare fu creato, applicato, perfezionato e dove adesso è di un uso generale.

La principal differenza della caldaia Belpaire per rapporto all'altra più antica e volgarmente conosciuta sotto il nome di caldaia Stephenson, consiste nella forma e nelle dimensioni del focolare e del fornello (1), essendo eguali il corpo cilindrico e gli accessori per uno stesso tipo di locomotiva; data quindi una descrizione della prima si potrà facilmente rilevare i vantaggi che essa presenta sulla seconda.

Restando unico il tipo del focolare Belpaire egli può presentarsi sotto due forme, di grande cioè e di piccolo focolare, a seconda delle sue dimensioni. Il primo è adottato per i tipi di locomotiva destinati a rimorchiare i treni a viaggiatori a grandi velocità, ed i pesanti convogli di merci, il secondo per le locomotive di dimensioni meno imponenti e specialmente per quelle destinate alla formazione dei treni ed alle manovre nelle stazioni. Inoltre il piccolo focolare viene adottato nella trasformazione di una locomotiva, quando le condizioni di questa non permettono l'applicazione dell'altro. Del resto, eccettuate le dimensioni, nient'altro nelle due forme è variato, laonde quello che potrà dirsi dell'una è applicabile all'altra.

La fig. 8 rappresenta una sezione verticale e perpendicolare all'asse della caldaia del gran focolare Belpaire; la fig. 9 una sezione verticale secondo l'asse della caldaia. Il focolare così rappresentato appartiene ad un tipo normale di locomotive a merci dello Stato Belga, e da questo focolare si può immediatamente passare a quello del tipo di locomotive a viaggiatori, qualora si supponga, nella fig. 8

(*) Non isfuggirà all'attenzione degli ingegneri i quali si occupano del materiale rotabile delle nostre ferrovie, l'importanza di questa memoria, scritta a Malines dall'egregio ing. G. B. Pozzolini, il quale avendo passato 14 mesi nell'Arsenale delle ferrovie Belge ha potuto studiarvi il focolare Belpaire in tutte le sue particolarità e nelle diverse sue applicazioni.

(Nota della Direzione).

(1) Chiamasi fornello la cassa di rame contenente il combustibile, focolare la parte della caldaia che inviluppa il fornello.

soltanto, le pareti laterali rettilinee ed alla distanza uniforme rappresentata dalla base, giacchè l'ampiezza delle ruote (2^m od 1^m,85 di diam.) non permette più quel rigonfiamento laterale del focolare.

Dalla semplice ispezione dei disegni si vede subito quali sieno i legami che tengono unite fra loro le varie parti della caldaia. In basso è il solito telaio in ferro fucinato di un sol pezzo; lateralmente sono gl'identici tiranti di rame massicci o forati, quali sempre sono stati adoprati per le caldaie Stephenson a focolare rotondo, e la diversità consiste soltanto nei legami superiori che nel focolare Belpaire sono formati da semplici chiavarde di ferro, del diametro di 22 mill., filettate alle due estremità, avvitate nelle due lamiere e tenute ferme da madreviti, come i disegni lo mostrano. Il parallelismo delle due faccie ha permesso l'impiego delle semplici chiavarde in sostituzione delle armature arcuate, indispensabili nel focolare rotondo, e qualora si consideri il peso, il costo, la difficoltà di montatura, smontatura e mantenimento e la complicità di queste, specialmente se munite di tiranti articolati, si rileverà subito il non dubbio vantaggio.

La lamiera di ferro che costituisce tutta la caldaia Belpaire ha uno spessore di 11 mill., ad eccezione della piastra tubulare della scatola a fumo che ne ha 15. Le lastre di rame che compongono il fornello avevano sul principio uno spessore uniforme di 12 mill., ma siccome fu osservato che il deterioramento di queste lastre è molto più rapido in basso che in alto, così lateralmente e fino ad un'altezza di 450 mill. partendo dal fondo, si suol tenere di 15 mill. tale spessore. La piastra tubulare in rame ha uno spessore di 25 mill. nella sua parte superiore contenente i 224 tubi bollitori; 15 mill. nella parte inferiore.

È noto che la durata in servizio di un fornello, relativamente alle altre parti della caldaia, non è molto lunga (da 9 a 12 anni circa); l'altissima temperatura a cui le sue pareti si trovano internamente esposte, la produzione di gaz che reagiscono sopra di esse, l'anidride solforosa proveniente dalla pirite che in quantità più o meno forte si trova sempre nei carboni fossili, le incrostazioni calcari sul cielo che impediscono la libera trasmissione del calore all'acqua, qualche inavvertenza del macchinista, ecc., non tardano a mettere un fornello fuori di servizio. Inoltre il rame impiegato alla sua costruzione contiene sempre una certa quantità di sott'ossido di rame, che è utilissimo se vi si trova in una proporzione non superiore al 2 od al 3 p. 100 circa, perchè aumenta la duttilità e la resistenza del metallo; ma il rame del commercio può contenerne fino al 12 p. 100, e siccome è ben nota la proprietà del sott'ossido di rame di ridursi sotto l'azione dell'idrogeno e dell'ossido di carbonio, così potrebbe ammettersi che questi due gaz, inducendo come una certa porosità nel metallo, sieno una delle cause principali del suo pronto guastarsi. Inoltre il deterioramento più rapido in basso potrebbe spiegarsi ammettendo che questa parte è la prima a sopportare l'azione dei reagenti, e tirando in campo anche un'azione meccanica, giacchè essendosi osservato che il consumo è sempre più forte dal lato sinistro, così è possibile che la lancia con cui il fuochista attizza il fuoco non sia del tutto estranea all'ineguaglianza del consumo.

Le semplici chiavarde del focolare Belpaire, oltre al presentare una notevole agevolezza di montatura ed oltre all'aumentare la resistenza del cielo del fornello (1), diminuiscono notevolmente i gravi inconvenienti delle incrostazioni calcari. Ed infatti queste semplici chiavarde non impedendo, come le complicate armature, il libero movimento dell'acqua sul cielo del fornello, movimento dovuto sia all'ebullizione, sia al moto stesso della locomotiva, fanno sì che le deposizioni calcari vengono asportate mano mano che si vanno formando, e precipitate sul telaio, dove la loro influenza non è più tanto funesta, facilitando anche così il lavamento della caldaia. Ed è una cosa sorprendente l'osservare come, anche nelle locomotive che hanno lavorato molti giorni, od

(1) Nella prova a freddo di tali caldaie le flessioni, elastica e permanente, del cielo del fornello sono quantità inapprezzabili.

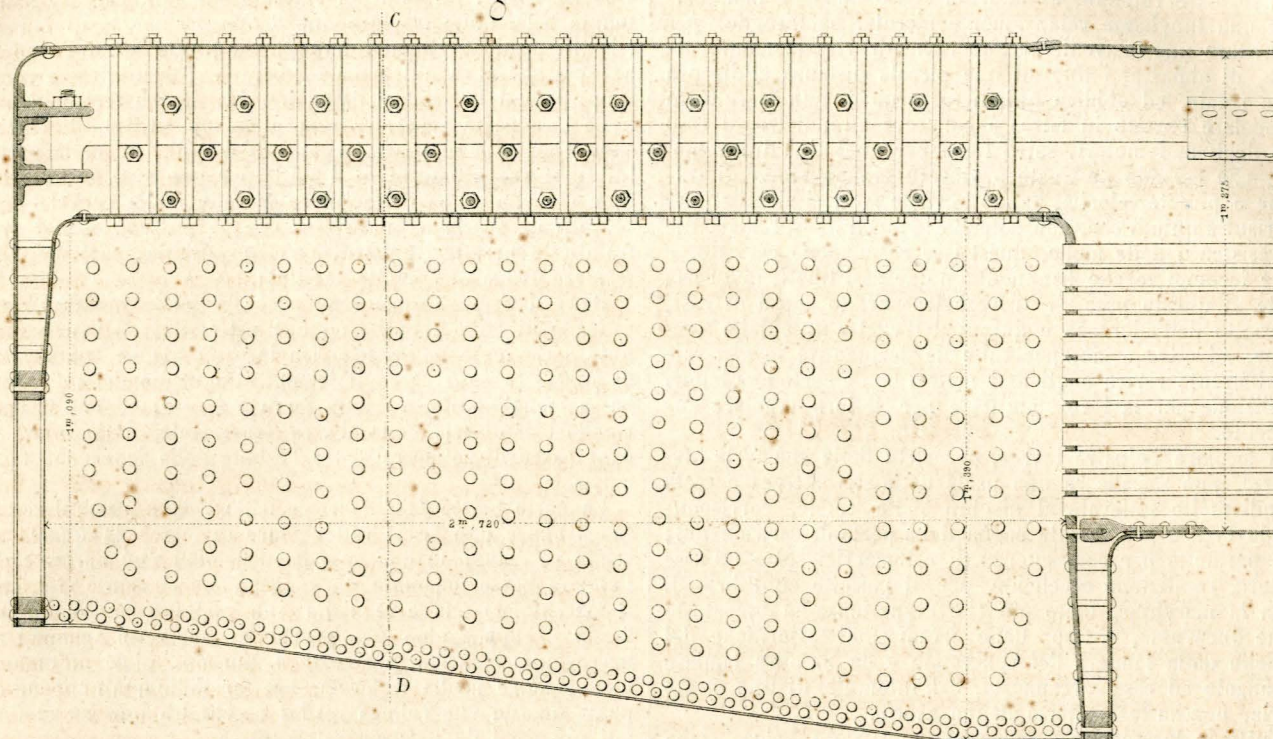
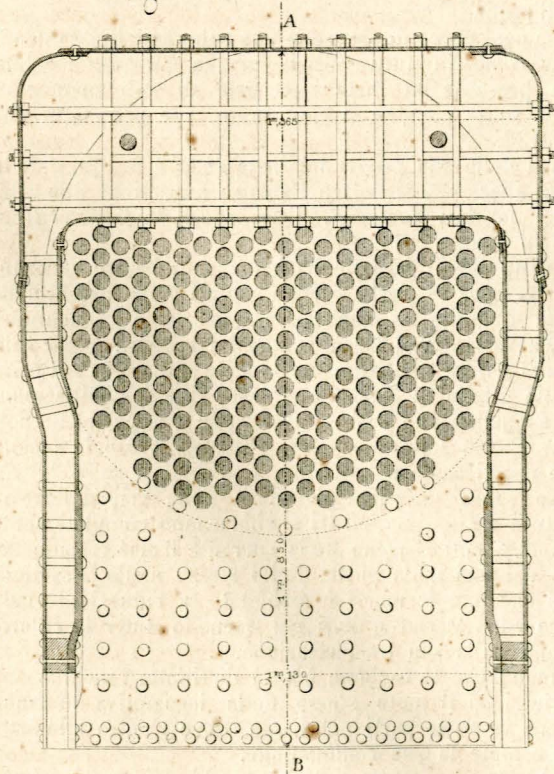
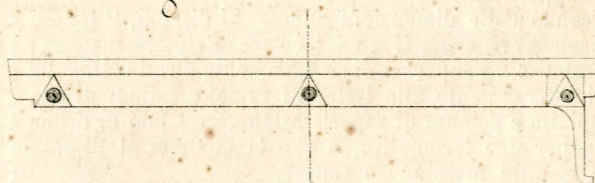
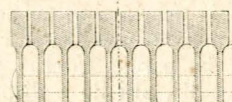
Fig. 9 . Scala di 1:20.*Fig. 10. Scala di 1:20.**Fig. 8 . Scala di 1:20**Fig. 12 . Scala di 1:8 .**Fig. 11 . Scala di 1:4 .***FOCOLARE BELPAIRE**

Fig. 8 — Sezione verticale CD perpendicolare all'asse della caldaia.
 Fig. 9 — Sezione verticale AB secondo l'asse della caldaia.

Fig. 10 — Disposizione della griglia nel focolare.
 Fig. 11 — Sezione trasv. di un pacco di sbarrette.
 Fig. 12 — Veduta laterale di una sbarretta e suoi accessori.

entrano in grandi riparazioni, il cielo del fornello sia sempre pochissimo incrostato.

Il focolare rotondo, avendo nel senso dell'asse della caldaia una lunghezza relativamente piccola, ha bisogno, per acquistare una conveniente superficie di riscaldamento diretto, di abbassarsi fino ad una piccola distanza al disopra delle rotaie, ed obbliga quindi (a meno di non avere tutto il focolare portato in falso) a collocare all'indietro di esso uno degli assi motori, salvo forse per quel tipo di locomotive, che essendo destinate a vincere grandi sforzi di trazione a piccole velocità, hanno le ruote motrici piccolissime. Ne risulta quindi che, non potendosi sforzare soverchiamente la resistenza delle molle, quest'asse resta meno caricato, e nelle locomotive che hanno uno o due assi liberi, una certa parte di questo peso si troverà trasportato sopra di essi, a scapito dell'aderenza e quindi dell'effetto utile della macchina, ed oltre a ciò, per tutte le locomotive in generale la differente carica sugli assi motori non è certo una buona condizione per la loro stabilità e per il loro regolare andamento.

Il focolare Belpaire invece, per virtù della sua forte lunghezza, può sacrificare una parte della sua altezza e resta quindi molto sollevato al disopra delle rotaie, corrispondendo la sua griglia alla soglia della porta di caricamento; egli permette per conseguenza di collocarvi sotto un asse motore, condizione eccellente per il perfetto equilibrio di tutta la macchina, tanto più che l'esperienza ha dimostrato come quest'asse, difeso dalle irradiazioni calorifiche del fornello dalla lamiera del ceneratoio e da un'altra lamiera ad angolo ad essa sovrapposta, coll'intervallo di uno strato d'aria, non ha mai sofferto alcuna avaria.

Tutte le locomotive a tre assi dello Stato Belga, siano dessi tutti e tre motori (locomotive-merci), siano due motori ed uno portante (locomotive-viaggiatori), hanno sempre il loro centro di gravità che non esce mai dallo spazio verticale determinato dal loro asse mediano.

Egli è vero che adottando la precedente disposizione si viene a sollevare alquanto il centro di gravità della locomotiva e quindi se ne amplificano le oscillazioni durante il cammino e forse qualcuno potrebbe supporre che la locomotiva Belpaire non presentasse una sufficiente stabilità sulle rotaie; ma però si può osservare che questo innalzamento del centro di gravità non è molto forte, e che del resto le statistiche fin qui redatte, non portando un aumento nei disastri ferroviari, non dimostrano la giustezza di tale supposizione.

Giudicando dalle dimensioni annesse ai disegni, il lettore potrà riconoscere come il gran focolare Belpaire disponga di una grandissima superficie di riscaldamento diretto ($10^m,92$ misurati internamente alle lastre di rame) e quindi di una forte rapidità e potenza di vaporizzazione, quistioni di prima necessità per una locomotiva, e che la mettono al disopra di tutte le altre macchine a vapore.

La porta di tal focolare è molto più grande delle porte dei focolari comuni, misurando 77 cent. di larghezza per 52 cent. di altezza massima, e ciò per facilitare al fuochista il buon caricamento del fornello. Questa porta è chiusa da due battenti in ghisa, vuoti internamente e traforati nella seguente maniera: la parete esterna di ogni battente porta nel suo mezzo una doppia apertura rettangolare munita di un registro che il macchinista può tener chiuso o aperto più o meno a volontà; la parete interna porta nove fori rettangolari, lunghi 80 mill., alti 25 e disposti trasversalmente su tre file, e di cui ciascuno può lanciare nel fornello una corrente d'aria, servendo così, come vedremo, da apparecchio fumivoro.

La griglia del focolare Belpaire, la quale ha risolto il grande problema di potere abbruciare sopra di essa un carbone minuto e trito, quantunque rappresentata dalle fig. 10, 11 e 12 mi pare che meriti di essere descritta con sufficiente chiarezza, per la sua importanza e per la sua originalità.

Un ferro ad angolo, tenuto fermo per mezzo di viti al disotto del telaio, porta, oltre la parete laterale del ceneratoio, sopra ciascuno dei due lati (fig. 10) cinque sostegni,

sopra ognuno dei quali vengono fissate due sbarre, eccettuato l'ultimo che ne ha una sola, le quali sbarre attraversano così il fornello per tutta la sua larghezza, e sono tenute bene unite fra loro due a due per mezzo di chiodi ribaditi posti ad eguali intervalli. Su queste sbarre vengono ad appoggiarsi a dilatazione libera i pacchi di sbarrette rappresentati in sezione dalla fig. 11. Le sbarrette hanno nella loro parte superiore una grossezza di 8 mill. corrispondente ad uno spazio vuoto di 4 mill., e nella parte inferiore una grossezza di 3 mill. per uno spazio vuoto di 9, e ciò allo scopo di facilitare la caduta alle ceneri ed ai pezzetti di scoria o di carbone che si possono introdurre fra due sbarrette ed ostruire l'adito all'aria, cosa che nel focolare Belpaire è molto temibile.

Dieci sbarrette formano un pacco, essendo infilate in tre asticelle di ferro ribadite ad una estremità, ed essendo tenute a conveniente distanza fra loro da alcuni triangoletti di ghisa. In ogni pacco il triangoletto medio della fila più bassa viene sostituito da un ferro ad uncino, che agganciandosi al disotto della sbarra trasversale, impedisce ad ogni pacco di sollevarsi sotto l'azione della lancia del fuochista.

La parte orizzontale inferiore della griglia forma il getta-fuoco che è una fascia rettangolare di ferro, la quale essendo sostenuta da due supporti articolati può aprirsi dall'alto in basso mediante un congegno ed un'asta a vite, che il macchinista manovra dalla sua piattaforma. Su questa fascia si appoggiano dei pacchi di sbarrette analoghi ai precedenti, menochè più corti e portanti oltre all'uncino un'appendice media traforata, nei fori delle quali appendici passa un'asta che collega tutti i pacchi fra loro ed ai due lati più corti della fascia rettangolare.

Finalmente la parte superiore della griglia è formata da una traversa in ghisa che si appoggia sulla prima sbarra trasversale da una parte, sulla lastra di rame in faccia alla porta dell'altra. Tutto l'insieme poi della griglia è disposto in modo che la superficie superiore dei pacchetti sopravanza di un poco la parte superiore del telaio, e ciò allo scopo di non riscaldare soverchiamente le lastre di rame del fornello, nei punti in cui esse non sono in contatto diretto coll'acqua.

Avendo ogni pacco di sbarrette una superficie di $0^m,0742$, ed essendovene in tutti 36, la griglia del gran focolare Belpaire presenta la forte superficie di combustione di $2^m,6712$, senza contare il getta-fuoco, che per conto suo ha $0^m,3132$.

In virtù della sua griglia inclinata ($12,50$ p. 0^o) e della sua porta speciale il focolare Belpaire appartiene alla categoria dei focolari fumivori. Ecco come la fumivortà si produce in esso.

Ogni volta che il fornello ha bisogno di essere caricato, il fuochista apre la porta, colloca sopra i primi pacchi della griglia la quantità di carbone necessaria e la richiude, avendo l'avvertenza di lasciare aperti i registri. Sotto l'influenza del calore relativamente modico che regna sul principio della griglia il carbone subisce la sua distillazione. Gli olii essenziali che così si producono e le particelle polverulente che si sollevano sono chiamati verso la piastra tubulare del tiraggio del camino, e quindi sono obbligati a passare sopra la parte anteriore della griglia dove la temperatura è altissima, ed ivi si abbruciano completamente combinandosi coll'ossigeno della corrente d'aria rasante che proviene dai fori della porta. Nello stesso modo l'ossido di carbonio che può formarsi è obbligato a ridursi in acido carbonico ed a lasciar quindi nel fornello tutte le calorie provenienti dalla sua trasformazione.

Man mano che il carbone è così distillato, l'inclinazione della griglia ed il moto stesso della locomotiva lo fanno discendere verso le parti più basse, dove ridotto allo stato di coke compie la sua combustione.

Il problema consistente nel potere abbruciare il carbone minuto nelle locomotive è della più alta importanza ed era stato da lungo tempo la mira principale degli ingegneri e dei costruttori. In sul principio il coke fu il solo combustibile impiegato, perchè dotato delle due belle prerogative, non

produzione di fumo e deterioramento meno rapido dei fornelli. In seguito, stante il suo relativamente piccolo rendimento in calore (coke 6800 calorie, litantrace 8200 per chilogr.) e stante gl'imbarazzi che occasionalmente per la sua preparazione si cominciò ad impiegare il litantrace in grossi pezzi, preferendo piuttosto di munire i fornelli di un apparecchio fumivoro qualunque e di cambiarne più spesso le pareti, e come conseguenza di tale sostituzione fu dimostrato non esser vero che il guasto dei fornelli fosse più rapido, giacchè se il carbone a causa delle sue impurità attacca un poco chimicamente il metallo, il coke a causa della sua maggiore durezza lo attacca più meccanicamente.

Un altro progresso fu quando si cominciò ad impiegare il carbone minuto, unito ad una certa quantità di catrame (8 p. 0,10 circa) proveniente dai residui della fabbricazione del gas illuminante, e compresso fortemente sotto forma di mattonelle; adesso però col focolare Belpaire tal problema è completamente risolto, perchè sopra la sua fitta griglia si abbrucia il carbone trito, tal quale con grande abbondanza la natura ce lo fornisce.

I carboni minerali che sotto una forma qualunque si consumano nelle locomotive si distinguono in tre grandi categorie, cioè: grassi, mezzi-grassi e magri, fra loro chimicamente differenti, poichè la quantità d'idrogeno che essi contengono diminuisce passando dai grassi ai magri, mentre aumenta la quantità di carbone fisso. Ciò fa variare la potenza calorifica, il modo di combustione ed il prezzo dei carboni delle tre categorie, e l'esperienza ha provato che è il carbone magro quello che fornisce nel focolare Belpaire i migliori risultati, sia per il suo minor prezzo, sia per il suo modo di comportarsi sulla griglia impastandosi poco, sia perchè fornisce un servizio adattato al regolare andamento dei treni.

Questo carbone, che prima di essere impiegato deve essere bagnato con una quantità di acqua eguale al 5 p. 0,10 del suo proprio peso, sottoposto all'analisi chimica, dà a secco presso a poco i risultati seguenti:

Carbone fisso	80,40
Materie volatili	16,10
Ceneri	3,50
	100,00

cifre che possono subire delle piccole modificazioni a seconda delle miniere da cui il carbone proviene.

Quando l'ing. Belpaire applicò ad una locomotiva il focolare di sua invenzione, l'amministrazione delle ferrovie dello Stato Belga, desiderando di conoscere il profitto che se ne poteva ricavare, ordinò che fosse intrapresa una serie di esperienze, per mettere a confronto i due differenti sistemi. La locomotiva Belpaire essendo una trasformazione della locomotiva a viaggiatori Wilson, fu scelto una di queste per esserle rivale. Le due locomotive si trovavano nelle stesse identiche condizioni, eccettuato che la Belpaire aveva un peso di 3000 chilogr. in più dell'altra, ma questo peso era meglio distribuito sugli assi; tuttavia nella Wilson il peso sui due assi motori era bene in relazione col diametro dei cilindri e colla superficie di riscaldamento, ma l'eccesso di carica sui due assi motori della Belpaire la metteva in condizione di non pattinare in certe condizioni atmosferiche sfavorevoli. La Wilson bruciava mattonelle a 15 franchi la tonnellata, la Belpaire carbone magro minuto a 7 franchi la tonnellata, e le esperienze si protrassero per quindici giorni continui, facendo rimorchiare alternativamente alle due locomotive i treni viaggiatori sulla linea da Bruxelles ad Ans e viceversa.

Prendo qui la media delle giornate di esperienza e riporto le cifre che ci possono interessare.

Locomotiva Wilson.

Rapp. dell'acqua evaporata al carbone bruciato	kg. 8,34 : 1
Consumo di carbone per chilometro	» 7,68
Id. per vettura-chilometrica	» 0,57

Locomotiva Belpaire.

Rapp. dell'acqua evaporata al carbone bruciato	kg. 7,37 : 1
Consumo di carbone per chilometro	» 8,07
Id. per vettura-chilometrica	» 0,66

Queste cifre darebbero alla Wilson un vantaggio di kg. 0,97 di acqua evaporata per 1 kg. di carbone, ed un vantaggio di kg. 0,09 di carbone per vettura-chilometrica; ma se si considera il rispettivo prezzo del carbone bruciato abbiamo per la Belpaire un beneficio di franchi 0,835 per 1000 kg. di acqua evaporata, e di franchi 0,00393 per vettura-chilometrica.

Di più è bene osservare che in quel tempo, durante i primi saggi, il focolare Belpaire non era com'è attualmente, avendo conservata la forma rotonda, e la modificazione consistendo soltanto nelle dimensioni aumentate e nella griglia cambiata, e, siccome si era, per così dire, all'infanzia dell'arte, fra le altre cose non era determinata la maniera di ben condurre il fuoco; che è di primissima importanza; ciò non ostante la Commissione incaricata delle esperienze, intravedendo dei felici risultati, emise un avviso favorevole al focolare Belpaire, che venne quindi definitivamente accettato sulle linee dello Stato Belga.

In seguito le condizioni della locomotiva Belpaire sono state modificate e molto migliorate; oltre all'aver preso la forma quadrata attuale il suo focolare è stato ancor più ingrandito; si sono muniti i sopporti della caldaia di apparecchi a strisciamento, per non impedire la libera dilatazione alla messa in fuoco; i macchinisti ed i fuochisti hanno preso tutta la buona pratica necessaria a ben condurre il fuoco, ecc., talchè le locomotive Belpaire, di cui lo Stato Belga e la Società del Nord francese fanno un uso generale, danno, economicamente parlando, dei risultati eccellenti.

Credo che il miglior mezzo per far conoscere al lettore la bontà di tali risultati sia quello di mettergli sott'occhio la quantità di carbone che le ferrovie dello Stato Belga accordano ai macchinisti, i premi che questi ne ritraggono e la differenza nei prezzi dei differenti carboni impiegati, dati che in qualunque occasione potranno essere comparati con altri dello stesso genere nell'esercizio di una qualunque ferrovia.

Il lavoro fatto da un macchinista che conduce un treno viene contato per unità di misura, trasportate alla distanza di un chilometro, dette perciò unità-chilometriche, ed il valore di ogni veicolo viene stabilito secondo il seguente quadro:

Un vagone (1) vuoto da 5 a 7 1/2 tonnellate	1 1/2	unità
Id. id. da 10	1	id.
Id. id. da 12 a 15	1 1/2	id.
Id. id. da 16 a 20	2	id.
Un vagone carico di meno di 7 1/2 tonn.	2	unità
Id. id. da 7 1/2 a 10	3	id.
Id. id. da 11 a 15	4	id.
Id. id. da 16 a 20	5	id.
Un carro a freno zavorrato od a bagagli	3	unità
Una vettura a viaggiatori piena o vuota	2	id.
Una locomotiva spenta rimorchiata	6	id.
Un tender vuoto rimorchiato	2	id.

Oltre a ciò giova osservare che un vagone, il cui carico non arriva al peso di una tonnellata, viene considerato come vuoto.

Le allocazioni, cioè le quantità di carbone accordate ai macchinisti, vengono regolate sopra il seguente quadro:

Per l'accensione della locomotiva	kg. 65,000
Per ogni ora di fuoco	» 26,000
Per locomotiva-chilometrica (treno diretto)	» 3,400
Id. id. (treno omnibus)	» 3,200
Id. id. (treno merci)	» 3,600
Per ogni unità-chilometrica (treno diretto)	» 0,230
Id. id. (treno omnibus)	» 0,180
Id. id. (treno merci)	» 0,120

(1) S'intendono vagoni suscettibili di portare le cariche sottoidicate.

Queste cifre sono valevoli per i sei mesi d'estate (1° aprile, 30 settembre) e vengono aumentate di 1/10 per i sei mesi d'inverno (1° ottobre, 30 marzo).

Supponendo dunque che un treno diretto faccia 120 chilometri in due ore, ed abbia una composizione media di 12 vetture a viaggiatori (terza classe compresa) e due carri a bagagli, avremo che la quantità di carbone accordata al macchinista sarà:

$$65 + 2 \times 26 + 120 \times 3,400 + 12 \times 2 \times 120 \times 0,230 \left\{ \begin{array}{l} \text{Chg. 1352} \\ + 2 \times 3 \times 120 \times 0,230 \end{array} \right.$$

ossia kg. 11,270 per chilometro in estate e 12,397 in inverno.

Da una statistica dell'anno 1876 ricavo che tutti i treni in complesso, cioè diretti, omnibus e mercanzie, che viaggiarono sulla rete ferroviaria dello Stato Belga, consumarono in media chilogr. 12,140 di carbone per chilometro di percorso, mentre i soli diretti ne consumarono in media chilogrammi 9,500, laonde il consumo reale costituisce sull'allocatione un risparmio di 2 chilogr. circa per chilometro di un treno diretto. Su questi risparmi il macchinista riceve un premio in denaro a ragione di 30 centesimi per ogni 100 chilogr. di carbone risparmiato.

Aggiungerò finalmente che il prezzo attuale, franco di porto, del carbone magro minuto bruciato in Belgio nelle locomotive Belpaire è di franchi 11,75 la tonnellata, e che poco dopo l'applicazione di tal focolare sulle sue macchine l'amministrazione potè ridurre considerabilmente le sue allocationi, stante i premi favolosi che ne ritraevano i macchinisti.

I prezzi attuali degli altri carboni sarebbero: mattonelle, 19 franchi, coke 22,50, litantrace in grossi pezzi 20 franchi la tonnellata.

Per debito di giustizia però bisogna aggiungere che la ragione ci fa supporre e che l'esperienza ci ha già dimostrato, come col rendersi sempre più generale l'uso del focolare Belpaire, il combustibile che egli consuma di preferenza tenderà ad aumentare di prezzo; e ciò è vero, ma per contro si potrà osservare che questo combustibile, oltre al risparmiare la fabbricazione delle mattonelle, non potrà mai salire agli alti prezzi di queste, del coke e del litantrace, e che inoltre con questo focolare si trae profitto di un combustibile che la natura prodiga con grandissima abbondanza, e che fino a pochi anni fa l'industria aveva utilizzato soltanto su piccolissima scala.

Riepiloghiamo per sommi capi i meriti ed i vantaggi principali del focolare Belpaire:

1° Ampiezza della superficie di combustione e di riscaldamento diretto; quindi grande potenza e rapidità di vaporizzazione;

2° Facoltà di potervi collocare sotto uno degli assi motori; quindi regolare distribuzione della carica e migliore assetto della locomotiva;

3° Diminuzione delle incrostazioni calcari sul cielo del fornello, quindi maggior durata di questo e maggior facilità per i lavamenti della caldaia;

4° Essere di per se stesso fumivoro; quindi soppressione di qualunque altro apparecchio destinato a questo scopo;

5° Forma e disposizione della griglia, che si adatta a moltissimi generi di combustibili e permette l'impiego di un combustibile dell'infimo prezzo.

Nell'arsenale di Malines si vanno continuamente trasformando alcune locomotive del vecchio tipo a focolare rotondo, in locomotive Belpaire, ed ecco come si procede per questa trasformazione: si compra all'industria privata e col mezzo dell'incanto una caldaia nuova, tipo Belpaire, munita di tutti gli accessori, come fornello, tubi bollitori, regolatore, camino, valvole di sicurezza, ecc., ed a questa caldaia si montano tutti i pezzi provenienti dall'altra locomotiva, come cilindri, sopporti a strisciamento, meccanismo, ruote, assi, ecc.; si allungano i longeroni esterni e si munisce la locomotiva di due longeroni interni, avendola così trasformata in un tipo razionalissimo di locomotiva Belpaire a viaggiatori, a

due assi accoppiati, e le cui dimensioni principali sono le seguenti:

Lunghezza totale della caldaia . . .	m.	5,687
Id. del corpo cilindrico . . .	»	2,980
Id. del fornello . . .	»	2,504
Diametro interno del corpo cilindrico . . .	»	1,260
Altezza massima del fornello . . .	»	1,210
Id. minima id. . .	»	1,000
Larghezza del fornello . . .	»	1,200
Corsa degli stantuffi . . .	»	0,560
Diametro dei cilindri . . .	»	0,410
Id. delle quattro ruote motrici . . .	»	1,850
Id. delle due ruote portanti . . .	»	1,200

Il peso di questa locomotiva vuota è di circa 29000 kg. La spesa necessaria a questa trasformazione può essere valutata nella seguente maniera:

Costo della nuova caldaia (1) . . .	Fr.	15000,00
Mano d'opera per smontatura, montatura, torneria e fucina . . .	»	4000,00
Spese generali (9/10 della precedente) . . .	»	3600,00

Totale Fr. 22600,00

E resta ancora la vecchia caldaia con tutti i suoi accessori, che sarà ancora utilizzabile se in buono stato, altrimenti venduta come vecchio materiale fuori di uso.

L'applicazione del focolare Belpaire alle locomotive italiane incontrerà sul principio alcune piccole difficoltà che del resto si possono facilmente prevedere. Prima di tutto la differenza del montaggio cagionerà una certa perdita di tempo, dovuta alla mancanza di pratica degli operai ad esso destinati e ad una certa difficoltà nella piegatura del pezzo destinato a collegare il corpo cilindrico nel focolare; in seguito i macchinisti ed i fuochisti, generalmente poco propensi ai nuovi sistemi, non si accomoderanno di buona voglia al servizio di un focolare, che richiede un'attenzione molto maggiore dei focolari ordinari. Ed infatti la sua buona condotta (che è della massima importanza) esige dei frequenti caricamenti, cioè di 5 in 5 chilometri circa, e quantunque la quantità di carbone infornato sia presso a poco la stessa che per gli altri focolari, pure lo strato di carbone sopra la griglia non deve essere mai molto più alto di 7 centim., l'afflusso dell'aria non potendone abbruciare completamente una quantità molto maggiore. Inoltre il carbone incandescente nel fornello deve essere sovente spianato, litizzato e ben tenuto, allo scopo di impedire o di ritardare le ostruzioni parziali o totali della griglia.

Malgrado ciò, il carbone ardente, per quanto magro egli sia, pure si amalgama sempre e si impasta un poco sulla griglia, e mescolandosi colle sue ceneri e colle sue scorie finisce per far diminuire fortemente il libero afflusso dell'aria esterna. Il macchinista che si accorge di ciò dall'andamento del suo fuoco, vede che è giunto il momento di procedere al nettamento della griglia, e profitta dell'arresto in qualche stazione per compierlo. Tal nettamento dovrà essere fatto successivamente sulle varie parti della griglia, impiegando la maggiore attenzione possibile e ciò allo scopo di impedire la caduta della pressione in caldaia, caduta che può essere provocata dalla troppo forte quantità di aria fredda che può venire ad introdursi nel fornello e nei tubi bollitori.

Del resto queste piccole difficoltà saranno di corta durata, perchè gli operai si abitueranno ben presto al nuovo lavoro, ed i macchinisti capiranno che la loro maggiore fatica sarà in proporzione bene ricompensata.

Oltre a ciò si presenta in Italia la gravissima quistione dei combustibili. Un assioma dice, che la scelta di un combustibile dipende dalla sua qualità, dal suo prezzo e dalla facilità di approvvigionamento delle contrade che le macchine attraversano; ma disgraziatamente il nostro paese non

(1) Giova osservare che, stante la crisi commerciale che travisiamo in questo momento, il prezzo dei prodotti meccanici e metallurgici è adesso molto basso.

somiglia in ciò a questo che è ricchissimo di miniere carbonifere, e quindi, eccettuate le poche locomotive che consumano lignite, per le altre è necessario di pagare un forte tributo allo straniero e sopportare le spese di trasporto del combustibile, spese che saranno sempre le stesse, per quanto possa diminuire il prezzo di questo. In ogni modo però, bruciandosi nel focolare Belpaire la materia prima con cui si formano le mattonelle, si ha il gran vantaggio di risparmiare la fabbricazione di queste, e chi sa che forse nell'avvenire il focolare Belpaire, stante le belle prerogative e le enormi dimensioni che possiede non ci permetta, con qualche adattata modificazione, di impiegare su larga scala i combustibili che possediamo. Mi risulta anzi da alcune piccole esperienze che la mescolanza a parti eguali di buon Cardiff con lignite del nostro Valdarno, può dare risultati eccellenti.

Non posso quindi dubitare menomamente della buona riuscita del focolare Belpaire in Italia, e quantunque non si possa calcolare sugli splendidi risultati che tale applicazione ha dato nel Belgio, dove i profili ferroviari sono in gran parte quasi rettilinei ed orizzontali, pure sono convinto che le locomotive italiane potranno in breve tempo compensare con larga usura i capitali impiegati nella loro trasformazione.

Malines, 22 maggio 1877.

LE ÀNCORE DELLE NAVI DA GUERRA E MERCANTILI

PER

V. F. Arminjon

6. — Serie del Lloyd Register.

Per dimostrare come le funzioni esponenziali, ad esponente variabile della forma (5) sieno adatte per rappresentare, nei limiti della pratica e con sufficiente esattezza, una serie di pesi delle àncore per classe determinata ed uniforme di bastimenti, ne abbiamo fatta l'applicazione alla serie data dal Lloyd Register di Londra per le navi mercantili a vela costruite in legno. È noto poi come questa serie serva di base per ottenere, con opportune variazioni, anche i pesi delle àncore per le navi a vapore e per le navi costruite in ferro di ogni specie.

Dichiariamo di non conoscere quale criterio abbia guidato gl'ingegneri del Lloyd nel calcolo di questa serie, e dobbiamo presumere che sia soltanto quello dell'esperienza fatta sopra un numero grande di bastimenti con diversi equipaggi, tenuto conto della forza disponibile per la manovra. I perfezionamenti introdotti negli attrezzi allo scopo di diminuire il numero dei marinai e quindi le spese d'armamento hanno indotto gli armatori a reclamare una diminuzione sul peso delle àncore. I pesi sono dati in funzione del tonnello di stazza; per i bastimenti a vela, la regola riceve la sua applicazione qualunque sieno le forme dello scafo e qualunque sia il rapporto della lunghezza del bastimento alla sua larghezza. Per chi voglia paragonare i pesi del Lloyd con quelli delle sette navi da guerra antiche a vela considerate nel paragrafo precedente, diamo il seguente specchio:

N A V I	Tonnello di Stazza	Peso delle àncore in quint. inglese	
		Per le navi da guerra	Secondo il Lloyd
1. Vascello da 120 cannoni	3000 a 3100	100	45
2. Vascelli da 100 . . .	2700 a 2800	92	43
3. Vascelli da 86 . . .	2200 a 2300	80	41
4. Fregate da 52 . . .	1400 a 1450	55	35
5. Corvette da 44 . . .	1100 a 1200	45	32
6. Corvette da 24 . . .	450 a 470	23	17
7. Brigantini da 16 . . .	210 a 230	14	10

Onde si vede, che per i grandi bastimenti, i pesi del Lloyd sono inferiori alla metà dei pesi delle navi da guerra di pari portata e che per i bastimenti minori sono circa sette decimi. Bisogna però riflettere che i tipi di navi da guerra antiche che ricordiamo non possono dirsi affatto uniformi. Il rapporto della lunghezza alla larghezza, il quale dovrebbe aumentare per i grandi bastimenti a motivo della grande loro stabilità statica, è invece diminuito per i vascelli. Per ottenere un confronto esatto con le navi mercantili odierne, bisognerebbe allungare alcune di tali navi da guerra a vele in modo da ottenere un rapporto identico fra le due principali dimensioni, senza punto variare la sezione maestra della carena. Calcolato quindi il nuovo tonnello, sarebbe a questo riferito il peso invariato dell'àncora della nave da guerra e così reggerebbe il paragone secondo la regola del Lloyd. Però la differenza rimarrebbe sempre molto ragguardevole, specialmente da 1400 tonnellate di stazza in su.

Nella serie del Lloyd la minima frazione di peso considerata è un quarto di quintale inglese, equivalente a chilogrammi 12,7; ma per i bastimenti superiori a 900 tonnellate di stazza si ritiene soltanto l'esattezza di un mezzo quintale (25^{ch.},4) e al di sopra di 1600 tonnellate, le frazioni di quintale sono trascurate se minori della metà e altrimenti sono considerate per interi. Facendo le differenze prime e seconde dei termini della serie che corrispondono a tonnelli equidistanti, scorgiamo che le differenze d'ordine successivo al primo non seguono punto un andamento regolare, e questo si deve al grado di approssimazione col quale i termini furono calcolati. Ma l'esame di questa particolarità riesce assai più chiaro col metodo grafico, perché appaiono subito all'occhio i punti dove esiste una qualche soluzione di continuità. Sopra un foglio di carta di sufficiente dimensione e col metodo delle coordinate ortogonali, costruiamo una curva per cui il tonnello rappresenti le ascisse e il peso delle àncore dia le ordinate; un semplice sguardo su questa curva farà palese che per le navi di 1000 tonnellate il peso dell'àncora è troppo forte di un quintale circa o almeno di un mezzo quintale, e che per le navi di 2500 tonnellate il peso dovrebbe essere accresciuto di poco meno d'un quintale. Ciò premesso, si capisce che i termini della serie del Lloyd non potrebbero essere tutti con rigorosa esattezza rappresentati da una stessa funzione analitica alquanto semplice.

Adottando la formola empirica:

$$(8) \quad p = \alpha T^{\varepsilon} (a + T)^{-u}$$

Ecco tre serie di valori delle costanti α , ε , e u . La 1^a e la 3^a serie corrispondono esattamente ai valori di p per le navi di 3000, 1200 e 250 tonnellate; la seconda serie per 3000, 1200 e 300 tonnellate. La costante α assume rispettivamente nelle tre serie i valori diversi 100, 500 e 800.

	1 ^a serie	2 ^a serie	3 ^a serie
α	= 100	500	800
u	0,104330	0,108510	0,118103
log. u	1,018409	1,035498	1,072259
log. ε	0,510547	0,387808	0,401637
log. α	4,783385	2,150037	2,341322

Con questi valori, si sono determinati i termini inclusi nello specchio che riportiamo nella pagina seguente.

La serie 1^a sembra dare risultati più prossimi per i forti tonnelli e la serie 3^a per i bastimenti minori. I frequenti cambiamenti di segno delle differenze fra i punti prescelti per il calcolo dei coefficienti sono indizi delle piccole soluzioni di continuità esistenti nella serie inglese. La serie 2^a pare nel complesso preferibile alle altre due, avuto riguardo alla intera estensione. Siccome per i bastimenti compresi fra 250 e 900 tonnellate le differenze più ragguardevoli sono quasi tutte additive, e per i bastimenti più grandi le differenze sono relativa-

mente piccole, così la formola potrebbe senza inconvenienti essere sostituita alla serie attualmente in vigore. Ma questa formola, per i bastimenti inferiori a 250 tonnellate non è suscettibile però di applicazione pratica e ne indicheremo ora il motivo.

Tonnell. di Stazza	Pesi secondo il Lloyd Register	RISULTATI OTTENUTI COLLA FORMOLA					
		1ª serie (a=100)		2ª serie (a=500)		3ª serie (a=800)	
		Peso escl. il coppo	Diffe- renza	Peso escl. il coppo	Diffe- renza	Peso escl. il coppo	Diffe- renza
	quint.	quint.	quint.	quint.	quint.	quint.	quint.
150	6,50	5,58	-0,92	6,05	-0,45	5,88	-0,62
200	8,25	7,86	-0,39	8,14	-0,11	8,08	-0,17
250	10	10	Nulla	10,13	+0,13	10	Nulla
300	12	12	Nulla	12	Nulla	11,83	-0,17
350	13,50	13,84	+0,34	13,76	+0,26	13,55	+0,05
400	15,25	15,55	+0,30	15,41	+0,16	15,18	-0,07
450	16,75	17,14	+0,39	16,96	+0,21	16,72	-0,03
500	18	18,60	+0,60	18,42	+0,42	18,16	+0,16
600	21	21,27	+0,27	21,06	+0,06	20,83	-0,17
700	23,50	23,57	+0,07	23,42	-0,08	23,22	-0,28
800	25,50	25,66	+0,16	25,51	+0,01	25,34	-0,16
900	27,75	27,49	-0,26	27,39	-0,36	27,25	-0,50
1000	30	29,15	-0,85	29,08	-0,92	29,00	-1,00
1200	32	32	Nulla	32,00	Nulla	32	Nulla
1400	34	34,40	+0,40	34,43	+0,43	34,49	+0,49
1600	36,50	36,40	-0,10	36,48	-0,02	36,59	+0,09
1800	38	38,14	+0,14	38,24	+0,24	38,37	+0,37
2000	40	39,66	-0,34	39,76	-0,24	39,90	-0,10
2500	42	42,70	+0,70	42,77	+0,77	42,86	+0,86
3000	45	45	Nulla	45	Nulla	45	Nulla
4000		48,21	...	48,04	...	46,99	...

Allorquando la funzione esponenziale doppia (8) è adoperata per rappresentare un ramo di curva che poco si discosti dalla forma parabolica, il secondo esponente u è piccolissimo; se poi questo esponente si riducesse a zero, la curva diverrebbe una vera parabola del grado ξ . Ora nelle parabole in cui l'esponente ξ sia maggiore dell'unità, la concavità presso l'origine è rivolta nel senso delle ordinate o verso il loro asse; in quelle poi dove l'esponente ξ è minore dell'unità, la concavità è nel senso opposto, vale a dire rivolta nel senso delle ascisse o verso il loro asse. S'intende che le ordinate esprimono sempre il valore della variabile esplicita e le ascisse quello della variabile posta sotto l'esponenziale. Nel primo caso la tangente $\frac{dp}{dT}$ è nulla all'origine, e va poi crescendo fino all'infinito; nel secondo caso, invece, la tangente alla curva ha un valore infinito all'origine e va poi diminuendo fino a zero ad una distanza infinita dall'origine medesima.

Nella curva che rappresentasse esattamente i pesi delle ancore per limiti indeterminati, evidentemente la concavità sarebbe sempre rivolta all'asse delle ascisse e la tangente andrebbe gradatamente diminuendo; ma la funzione (8) applicata empiricamente a rappresentare la serie del Lloyd ha questa particolarità curiosa che presso l'origine ne risulta una concavità nel senso delle ordinate; a breve distanza vi è un punto d'inflessione fra le ascisse corrispondenti a 150 e 200 tonnellate.

Tonnell. Peso dell'ancora Differ. prima

0	...	0	...	+1,109	...	+1,030
50	...	1,109	...	+2,139	...	+0,192
100	...	3,248	...	+2,331	...	-0,054
150	...	5,579	...	+2,277	...	-0,133
200	...	7,856	...	+2,144	...	-0,150
250	...	10,000	...	+1,994	...	-0,147
300	...	11,994	...	+1,847	...	-0,136
350	...	13,841	...	+1,711	...	-0,125
400	...	15,552	...	+1,586	...	
450	...	17,138	...		...	

Nel su riferito quadro avendo calcolato i pesi delle ancore di 50 in 50 tonnellate di stazza a partire da zero, nella serie in cui la costante a è uguale a 100, troviamo, infatti, un cambiamento di segno nel terzo termine delle differenze seconde.

Dall'esame di queste differenze, si scorge che la formola non può dar valori approssimativi al di sotto di 200 tonnellate di stazza; ma al di sopra, le differenze di ordine qualunque seguono un andamento progressivo nel medesimo senso. Così la formola medesima potrà utilizzarsi senza inconvenienti al di là di 200 tonnellate, e fino al limite di 3000 segnato dal Lloyd.

Vedremo più tardi che il punto d'inflessione presso l'origine non si trova più applicando la funzione (8) al calcolo del peso delle ancore per le navi da guerra; i limiti di quella nuova serie potranno quindi estendersi maggiormente.

Esaminiamo adesso se la funzione (8) potrebbe dare valori approssimativi al di là di 3000 tonnellate per la serie del Lloyd. Osserveremo prima di tutto che il valore di p può essere suscettibile di due *minimi* e di un *massimo*, i quali si verificano per tali valori di T che riducano a zero il coefficiente differenziale. Abbiamo infatti:

$$\frac{dp}{dT} = \alpha \xi p \frac{a+T-uT \text{Log. } T}{T(a+T)^{u+1}}$$

ossia

$$(9) \quad \frac{dp}{dT} = \alpha \xi \frac{a+T-uT \text{Log. } T}{(a+T)^{u+1}} T^{\xi}(a+T)^{-u} - 1$$

Allorquando T è molto piccolo, il valore di $T \text{log. } T$ con-

verge a zero e quello di $\frac{dp}{dT}$ converge al limite:

$$\frac{\alpha \xi}{a^u} T^{\xi} a^{-u}$$

Se ξa^{-u} è più piccolo dell'unità, quel limite diviene infinito quando T sia nullo; ma se invece ξa^{-u} è maggiore dell'unità quel limite medesimo sarà zero e allora il valore di p avrà un minimo presso l'origine. È questo il caso che abbiamo testé considerato.

Ma quando T sia grandissimo nell'equazione (9), il valore di $\frac{dp}{dT}$ converge al limite

$$\frac{\text{Log. } T}{\alpha \xi T^{u+1}}$$

il quale è nullo quando si fa T infinito. In quel caso pure il valore di p ha un minimo, ed è facile dimostrare che questo valore è nullo.

Finalmente, se nell'equazione (9) supponiamo:

$$a+T=uT \text{Log. } T$$

avremo pure $\frac{dp}{dT}$ nullo, e determineremo, risolvendo quest'ultima uguaglianza, un valore di T cui corrisponde il massimo valore di p . Al di là di quel tonnellaggio la formola (8) non darebbe che valori decrescenti per i pesi delle ancore ed il suo impiego sarebbe nientemeno che assurdo. È necessario conoscere quel tonnellaggio limite, e sarà utile ancora calcolare quale sia il peso massimo che gli corrisponde.

Anzitutto notiamo che nell'analogia condizionale

$$a+T_1=uT_1 \text{log. } T_1$$

il logaritmo appartiene al sistema neperiano. Usando nel calcolo i logaritmi del sistema decimale, bisogna dividere il secondo

membro per il logaritmo di e , base del sistema neperiano, preso nel sistema decimale, e si deduce:

$$\log. T_1 = \frac{a+T_1}{uT_1} \log. e = 0,43429488 \frac{a+T_1}{uT_1} \log. e$$

Si deduce numericamente il valore di T_1 per approssimazioni successive. Perciò si comincia per trascurare la costante a , e il secondo membro si riduce a

$$0,43429488 \frac{\log e}{u}$$

valore prossimo di $\log. T_1$; allora si cava un valore prossimo di T_1 il quale sostituito nel secondo membro dà luogo a determinare un secondo valore più prossimo di $\log T_1$. Si prende la media del primo e del secondo risultato; si cava un secondo valore prossimo di T_1 e si continua in tal modo finché si verifichi l'identità. Abbiamo fatto questo calcolo per le formule proposte per rappresentare la serie del Lloyd; ottenuto nei tre casi il tonnelloaggio cui corrisponderebbe un peso massimo, abbiamo poi col mezzo della formula (8) calcolato direttamente quel peso. Ecco i risultati.

	Esponente u	Peso massimo quint. inglesi	Tonnelloaggio corrispondente
1 ^a serie . .	0,104330	55,101	15473,9
2 ^a serie . .	0,108510	53,745	13979,5
3 ^a serie . .	0,118103	49,319	9618,7

Il valore di T_1 come vediamo è indipendente dall'esponente ξ e dal coefficiente α , ma solo dipende dall'esponente u .

Per quanto sia palese l'assurdità a cui condurrebbe l'uso della formula per tonnelloaggi notevolmente più forti di 3000, pur bisogna riconoscere che, dentro limiti ragionevoli, la rappresentazione grafica della serie effettiva del Lloyd non offre nulla che contrasti con i risultati del calcolo. Fra 3000 tonnellate e il tonnelloaggio cui corrisponde il punto culminante della serie delle ordinate, vi è un intervallo considerevole, il quale non sarà mai oltrepassato da veruna nave mercantile a vela qualunque sieno le fasi per cui abbia da passare l'arte navale. In questo tratto la curva poco differisce da una linea retta. Anche al di là del punto culminante la curvatura continua a decrescere. Per esempio, nella 3^a serie, a 20,000 tonnellate, vale a dire ad un intervallo dall'origine più che doppio di quello del punto culminante, si hanno appena due quintali di differenza col peso massimo.

Del rimanente è nostro parere che la serie del Lloyd debba essere modificata per i bastimenti di un grande tonnelloaggio, procurando un aumento di peso alle ancore, o almeno pretendiamo che questi bastimenti abbiano almeno una delle tre loro ancore di peso più prossimo a quello usato per le navi da guerra di pari tonnelloaggio. Questo aumento è necessario per la sicurezza alla fonda e la opportunità di tale riforma riesce manifesta per il paragone colle ancore delle navi da guerra. Allora la funzione empirica a doppio esponenziale darà risultati assai più soddisfacenti. All'aumento di peso delle ancore contrasta soltanto la maggiore difficoltà di salpare, caponare e traversare con poca gente. Ma è facile rimediare con mezzi meccanici, e nulla impedirebbe d'introdurre sui grandi bastimenti l'uso di motori ad aria compressa, i quali si potrebbero caricare nei momenti di ozio, o anche col mezzo di facchini il giorno prima della partenza. Gli alberi di ferro sarebbero ottimi serbatoi.

La direzione del Lloyd ha stabilito che le ancore dei bastimenti costruiti in ferro sieno determinate ugualmente con la serie destinata alle navi in legno; ma invece di prendere per argomento il tonnelloaggio, si prende il prodotto della lunghezza del bastimento per la somma delle tre seguenti misure: 1^a la mezza larghezza massima fuori fasciame; 2^a l'altezza massima del baglio del ponte superiore alla sezione maestra sul piano

superiore della chiglia; 3^a il mezzo contorno della sezione maestra alla medesima altezza. Una colonna apposita unita alla tabella delle navi di legno indica i numeri proporzionali derivanti da tali prodotti, di fronte al peso corrispondente dell'ancora rispettiva. Questo metodo ha prima di tutto per risultato di procurare che le ancore dei bastimenti di ferro, avuto riguardo alle dimensioni esterne, non abbiano pesi superiori a quelle dei bastimenti di legno. Infatti le navi di ferro, a pari volume di stiva, vale a dire a pari tonnelloaggio, hanno dimensioni esterne minori, perchè in esse le murate e la membratura sono più sottili e occupano minor volume. Infatti l'ossatura in ferro è meno spessa di quella di legno, e lo spessore del fasciame di lamiera varia fra il sesto ed il settimo del fasciame di legno. Mi pare che l'ufficio del Lloyd avrebbe potuto, per i bastimenti di legno, pure introdurre una riforma, la quale fosse intesa a determinare i pesi delle ancore in ragione delle dimensioni esterne, dando così una regola applicabile a tutti i bastimenti.

Nel Regolamento in vigore prima del 24 febbraio 1870, l'amministrazione del Lloyd Register prescriveva che i pesi delle ancore delle navi a vapore fossero determinati sopra i due terzi del tonnelloaggio, vale a dire fossero calcolati come quelle d'un bastimento a vela di pari larghezza, di pari sezione maestra, ma in cui il rapporto tra la lunghezza e la larghezza fosse un terzo minore di quello del piroscalo. E siccome quel rapporto, nei bastimenti di media portata è in media da 4 a 5 per le navi a vela e 6 o 7 per i piroscali, riesce evidente che l'ufficio del Lloyd calcolava i pesi delle ancore sulle dimensioni trasversali e non teneva conto della lunghezza del bastimento. Un piroscalo di 1500 tonnellate di stazza, accorciato del terzo della sua lunghezza darebbe una nave di 1000 tonnellate circa, e dare logico che le ancore dei due bastimenti debbano avere ugual peso. Si aggiunga pure che nei piroscali rapidi le alberature sono generalmente ridotte e non hanno in confronto della larghezza le medesime dimensioni usate per i bastimenti a vela.

Non s'intende per quale motivo la nuova regola del Lloyd introduce la lunghezza del bastimento come fattore pel peso dell'ancora, mentrèchè si mantiene la riduzione di un terzo sul tonnelloaggio per i piroscali. Sarebbe più logico prendere a luogo del tonnelloaggio, per argomento della tabella delle ancore dei bastimenti a vela, il parallelepipedo circoscritto allo scafo della nave, e quanto ai piroscali accordare sul tonnelloaggio una riduzione proporzionale alla differenza dei rapporti delle due dimensioni principali. La regola sarebbe applicabile tanto ai bastimenti di legno quanto a quelli in ferro.

Nelle navi di commercio destinate a navigazioni oceaniche il dislocamento in carico è prossimo a due quinti del parallelepipedo circoscritto allo scafo; o almeno il carico può essere portato al punto di ottenere questo rapporto senza danno per le condizioni di navigabilità.

Nelle fregate non corazzate, ad elica, invece di due quinti, si avrebbe il rapporto tre ottavi, ma in questi bastimenti le opere esterne sono più elevate che nei bastimenti mercantili. Adottando per gli ultimi il rapporto 0,40 fra il parallelepipedo rettangolare costruito sulle tre dimensioni esterne principali e un dislocamento che nomineremo *comparativo*, poco diverso dal dislocamento in carico, si avrebbe un mezzo di paragone con le navi da guerra in cui i pesi delle ancore vanno determinati sul dislocamento.

Su questa base ho calcolato una serie, la quale non differisce molto da quella del Lloyd, ma il peso dell'ancora dei bastimenti di 3000 tonnellate di stazza, di 45 quintali inglesi (2286 chilog.). fu portato a 2800 chilogrammi, con aumento cioè di kg. 214. Quel valore corrisponde a 5^o circa del peso dell'ancora d'una nave da guerra a vela e vapore di pari tonnelloaggio, e non si può tacciarlo quindi di esagerazione. La nuova serie dà esattamente un'ancora di 600 chilogrammi alle navi di 500 metri cubici di dislocamento e 1600 per le navi d'un dislocamento di 2000 metri cubici. Nel peso s'intende sempre escluso il ceppo.

Disloca- mento compara- tivo	Peso dell' àncora	Disloca- mento compara- tivo	Peso dell' àncora	Disloca- mento compara- tivo	Peso dell' àncora
<i>m. c.</i>	<i>chilogr.</i>	<i>m. c.</i>	<i>chilogr.</i>	<i>m. c.</i>	<i>chilogr.</i>
200	266	700	786	2000	1600
250	327	800	871	2500	1802
300	386	900	950	3000	1987
350	442	1000	1025	3500	2140
400	497	1200	1064	4000	2274
450	593	1400	1287	5000	2500
500	600	1600	1401	6000	2685
600	696	1800	1505	7000	2841

Volendo fare un paragone approssimativo tra questa serie e quella del Lloyd Register, bisogna moltiplicare il dislocamento comparativo per 0,6 e si avranno tonnellate di stazza per i bastimenti a vela in legno. Questa regola suppone il tonnellaggio di questi bastimenti pari a 0,24 del volume del parallelepipedo rettangolare costruito sulle tre principali dimensioni dello scafo.

Le costanti per l'uso della funzione (8) hanno i seguenti valori:

$$\begin{aligned} u &= 0,0764 \\ \log. u &= \bar{2},883093 \\ \log. \varepsilon &= 0,236755 \\ \log. \alpha &= 0,415596 \end{aligned}$$

Il dislocamento, cui secondo la formola corrisponderebbe il peso massimo, sale all'egregia quantità di 496512 m. c. e l'àncora sarebbe di 5212,1 chilogrammi. Onde si vede che l'uso della formola può senza timore veruno estendersi al di là di 7000 tonnellate di slocamento, limite del precedente specchio.

Ci rimane a descrivere il modo in cui l'equazione

$$p = \alpha T^{\varepsilon} (a+T)^{-u}$$

è risolta per determinare le costanti α , ε e u .

Sieno P_1 , P_{11} , P_{111} , tre pesi d'àncore corrispondenti rispettivamente ai tonnellaggi di stazza T_1 , T_{11} , T_{111} ; avremo anzi tutto

$$(10) \quad \left\{ \begin{aligned} \log. p_1 &= \log. \alpha + \varepsilon \frac{\log. T_1}{(a+T_1)^u} \\ \log. p_{11} &= \log. \alpha + \varepsilon \frac{\log. T_{11}}{(a+T_{11})^u} \\ \log. p_{111} &= \log. \alpha + \varepsilon \frac{\log. T_{111}}{(a+T_{111})^u} \end{aligned} \right.$$

Da queste equazioni, si elimina α ricavando:

$$(11) \quad \left\{ \begin{aligned} \log. p_1 - \log. p_{11} &= \varepsilon \left\{ \frac{\log. T_1}{(a+T_1)^u} - \frac{\log. T_{11}}{(a+T_{11})^u} \right\} \\ \log. p_1 - \log. p_{111} &= \varepsilon \left\{ \frac{\log. T_1}{(a+T_1)^u} - \frac{\log. T_{111}}{(a+T_{111})^u} \right\} \end{aligned} \right.$$

E, finalmente, eliminando ε :

$$\frac{\log. p_1 - \log. p_{11}}{\log. p_1 - \log. p_{111}} = \frac{\frac{\log. T_1}{(a+T_1)^u} - \frac{\log. T_{11}}{(a+T_{11})^u}}{\frac{\log. T_1}{(a+T_1)^u} - \frac{\log. T_{111}}{(a+T_{111})^u}}$$

Rappresentiamo con q la quantità nota del primo membro, avremo, sviluppando:

$$(12) \quad \frac{1}{1-q} \frac{\log. T_{11}}{\log. T_1} \left(\frac{a+T_1}{a+T_{11}} \right)^u - \frac{q}{1-q} \frac{\log. T_{111}}{\log. T_1} \left(\frac{a+T_1}{a+T_{111}} \right)^u$$

Codesta equazione, in cui u sola è incognita, si riduce alla forma

$$M^u m - N^u n = 1$$

Il valore di u è prossimo a 0,10. Si fa la prova di questa quantità, e trovando pel valore del 1° membro una cifra minore della unità, si aumenta di un decimo per esempio la quantità sperimentata. Paragonando l'aumento ottenuto nel 1° membro con l'aumento dato a u , si ottiene un valore approssimato della correzione da farsi a questa variabile onde raggiungere l'identità espressa nell'equazione. Una terza prova darà il modo di ottenere un grado maggiore di approssimazione. Al quarto tentativo si avrà l'esattezza di cinque decimali circa nel valore dell'incognita.

Conoscendo la u , si avranno dalle equazioni (11) due valori identici di ε e, risolvendo poi le equazioni (10) si avranno tre valori identici di α . L'identità di questi valori è una prova della esattezza delle operazioni numeriche.

7. — Àncore per le navi da guerra.

Il Ministero della Marina, con Regolamento del 29 marzo 1873 ha determinato i pesi delle àncore da assegnarsi alle navi dello Stato. Riproduciamo fra poco i valori di questa tabella, applicabile direttamente alle navi di crociera e di battaglia munite di alberature complete e capaci di navigare a vela ed a vapore. Si suppongono necessariamente tutte le navi modellate sul medesimo tipo, qualunque sia la loro grandezza, tranne un graduale e progressivo aumento del rapporto tra la lunghezza e la larghezza, o per meglio dire del rapporto della lunghezza alla radice cubica del dislocamento.

La tabella regolamentare è stata calcolata in modo da ottenere esattamente i pesi d'àncora seguenti:

500 chil. per le navi di 300 tonn. di slocamento
5100 chil. per le navi di 7000 tonn. »

Fra 500 e 5100 tonnellate di slocamento, la serie riproduce con discreta precisione i pesi delle fregate ad elica non corazzate e delle corvette pure non corazzate, esistenti nel R. Naviglio alla data del Decreto che approva il Regolamento.

Nello stampare la formola, si è ommessa la quinta e la sesta cifra decimale dell'esponente u , scrivendo per abbreviazione 0,045 a luogo di 0,045015. Onde compensare questa piccola alterazione, bisogna accrescere un poco il coefficiente α nella terza cifra decimale, e si possono adottare i valori seguenti:

$$\begin{aligned} u &= 0,045 \\ \varepsilon &= 1,30654 \\ \alpha &= 2,22636 \end{aligned}$$

Osserviamo che nella tabella del Regolamento l'approssimazione è limitata a 25 chilogrammi per le àncore dei bastimenti minori, e a 50 chilogrammi per i bastimenti di grande dimensione. Daremo però i valori come risultano effettivamente nel calcolo della formola:

$$p = \alpha D^{\varepsilon} (a+D)^{-u}$$

nella quale D esprime il dislocamento in tonnellate metriche.

La costante u nella serie regolamentare è uguale a 1000.

Volendo costruire una tabella dei pesi delle àncore da adottarsi per i bastimenti di una grandezza qualunque, modellati sopra un tipo determinato, si possono utilmente ritenere i dati raccolti nel paragrafo 5 per le navi a vela antiche; ma bisogna anzi tutto determinare i nuovi tipi cui s'intendano riferire i pesi corrispondenti alle sette navi da guerra a vela considerati.

Un tipo intermedio su cui possiamo trattenerci con tutta fiducia sotto l'aspetto nautico è quello della fregata non corazzata ad elica da 51 cannoni, con macchine della forza di 1800 a 2700 cavalli indicati, ed un dislocamento compreso fra 3600

e 3800 metri cubici. Queste fregate erano dieci o quindici anni or sono riputate i migliori bastimenti di crociera; ma furono radiate dal nostro naviglio perchè il loro armamento non corrispondeva alla completa trasformazione avvenuta nel materiale d'artiglieria e perchè la loro struttura non permetteva di mutare l'armamento. In codeste navi il rapporto della lunghezza alla larghezza variava tra 4,9 e 5,1.

Per le navi di altra dimensione, modellate su quel tipo, il rapporto i tra la lunghezza e la larghezza potrebbe rappresentarsi, con discreta approssimazione con

$$i = 3,5D^{0,04333}$$

il che equivale ad ammettere che le sezioni maestre sieno tra loro come le potenze 0,58 del dislocamento.

Si deducono i seguenti valori del rapporto anzidetto.

Dislocamento in tonnellate metriche	Rapporto della lunghezza alla larghezza
100	4,275
200	4,403
500	4,582
1000	4,721
6000	5,102
10000	5,216
20000	5,382

Ciò premesso, ritorniamo ai valori di $\Sigma\omega$ determinati nel paragrafo 5, e deduciamo le dimensioni dei bastimenti della nostra serie ai quali potranno riferirsi.

Per le fregate non corazzate a vela e vapore, con dislocamento pari a 3700 tonnellate, sul tipo italiano *Duca di Genova* o sul tipo francese *Impératrice*, si ha $\Sigma\omega=114$.

Onde, se rappresentiamo con $\Sigma\omega$ la superficie corrispondente ad una nave del dislocamento D , abbiamo:

$$\Sigma\omega = 114 \left(\frac{D}{2700} \right)^{0,58}$$

Questa espressione si risolve facilmente rispetto a D quando $\Sigma\omega$ è conosciuta; il calcolo logaritmico è molto semplice. Facendone l'applicazione ai sette valori di $\Sigma\omega$ considerati nella serie degli antichi bastimenti a vela, si hanno i seguenti dislocamenti, i quali corrispondono ai medesimi valori nella serie dei bastimenti moderni.

Tipo	$\Sigma\omega$ m. q.	p chilog.	D tonn.
1 . . .	165,5	5080	7036,3
2 . . .	152,5	4674	6110,6
3 . . .	133,9	4064	4882,8
4 . . .	97,8	2794	2840,7
5 . . .	81,3	2286	2065,7
6 . . .	48,3	1168	841,7
7 . . .	34,0	713	459,5

Conformemente alle conclusioni cui siamo arrivati nel paragrafo 5, ci baseremo principalmente sui valori dei tipi 1, 3 e 7 che crediamo più attendibili, poichè i risultati ottenuti con essi mediante la formola (6) più si approssimano al vero, siccome lo si rileva dalla serie 3^a del secondo specchio contenuto in detto paragrafo.

Abbiamo determinato le costanti u , ϵ e α dell'equazione

$$p = \alpha D^{\epsilon} (a + D)^{-u}$$

supponendo $a=1500$ e abbiamo trovato:

$$\begin{aligned} u &= 0,039420 \\ \log. u &= 2,595717 \\ \log. \epsilon &= 0,074637 \\ \log. \alpha &= 0,508239 \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Valori relativi} \\ \text{alla serie proposta} \\ (3^a \text{ del } \S 5). \end{array}$$

Abbiamo ancora calcolato le costanti u , ϵ e α che corrispondono alla serie 4^a, la quale a vero dire non rappresenta esattamente veruno dei pesi delle ancore dei sette tipi, ma dà valori intermedi e diminuisce la differenza notevolissima che si verifica per il tipo 4^o. I dati pel calcolo sono i seguenti:

$\Sigma\omega$ m. q.	p chilog.	D tonn.
165,5	5100	7036,3
97,8	2818	2840,7
34,0	725	459,5

E abbiamo ottenuto per le costanti:

$$\begin{aligned} u &= 0,029405 \\ \log. u &= 2,468421 \\ \log. \epsilon &= 0,015305 \\ \log. \alpha &= 0,653582 \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Valori relativi} \\ \text{alla serie 4}^a \\ \text{del } \S 5. \end{array}$$

Con questi elementi abbiamo dedotto due serie complete dei pesi delle ancore per le navi di crociera a vela e vapore a modello uniforme, con alberatura completa, comprese fra 250 e 20,000 tonnellate di dislocamento. Poniamo queste due serie a confronto colla serie regolamentare, osservando che in quest'ultima i valori di $\Sigma\omega$ variano come la potenza 0,54 del dislocamento invece della potenza 0,58 adottata per le due nuove serie.

Peso delle ancore delle navi da guerra di crociera a vapore e vela

Dislocamento	REGOLAMENTO 29 marzo 1873		Serie dedotta con la nuova teoria			Dislocamento	REGOLAMENTO 29 marzo 1873		Serie dedotta con la nuova teoria		
	Rapporto i	Valori di p	Rapporto i	Serie 3 ^a (proposta)	Serie 4 ^a		Rapporto i	Valori di p	Rapporto i	Serie 3 ^a (proposta)	Serie 4 ^a
	tonn.	chil.	tonn.	chil.	chil.		tonn.	chil.	tonn.	chil.	chil.
100	4,016		4,275	210	210	3000	4,981	3039	4,951	2965	2925
150				274	293	3500		3358		3285	3247
200	4,196		4,403	352	371	4000		3654		3584	3549
250		425		426	444	4500		3930		3864	3834
300		500		498	515	5000		4190		4128	4106
350		573		567	583	6000	5,200	4667	5,102	4617	4614
400		644		635	649	7000		5100		5064	5084
450		713		701	713	8000		5497		5477	5522
500	4,416	781	4,582	765	775	9000		5865		5861	5934
600		910		888	895	10000	5,376	6209	5,216	6222	6325
700		1034		1005	1009	11000		6532		6562	6696
800		1153		1121	1119	12000		6836		6884	7051
900		1268		1129	1224	13000		7125		7191	7391
1000	4,646	1377	4,721	1334	1326	14000		7400		7483	7718
1200		1586		1535	1520	15000	5,515	7662	5,309	7764	8034
1400		1782		1725	1704	16000		7913		8033	8338
1600		1966		1904	1879	17000		8154		8292	8633
1800		2141		2075	2046	18000		8386		8542	8919
2000	4,855	2308	4,864	2238	2206	19000		8610		8784	9197
2500		2691		2618	2580	20000	5,617	8825	5,382	9017	9467

Noteremo che tanto nella serie regolamentare quanto nelle serie 3^a e 4^a, le differenze seconde dei pesi per tonnelli equidistanti non possono cambiar di segno al di sotto del limite inferiore della tabella. Infatti se nella formola facciamo $D=0$ i valori di $\epsilon\alpha^{-u}$ divengono;

$$\begin{aligned} \text{Nella serie regolamentare} & \dots 0,95746 \\ \text{Nella serie 3}^a & \dots 0,89009 \\ \text{Nella serie 4}^a & \dots 0,83543 \end{aligned}$$

Vale a dire che essi sono tutti minori dell'unità.

Le curve che rappresenterebbero i valori di queste tre serie, avrebbero quindi la loro concavità all'origine rivolta nel senso delle ascisse, vale a dire presenterebbero una forma quasi parabolica in quella parte.

Nella serie regolamentare, il limite del dislocamento per cui si otterrebbero pesi crescenti salirebbe a 4479395 mila tonnellate, ed il peso massimo a 98546,2 chilogrammi.

Nella serie proposta, il dislocamento per cui cessa di crescere il peso dell'ancora a 104018 milioni di tonnellate ed il peso massimo a 209497 chilogrammi. Si può quindi con tutta sicurezza accettare i valori fino a 20,000 tonnellate.

Nella serie 4^a i valori del tonnelloaggio limite e del peso massimo sono comparabilmente assai più considerevoli che nelle serie precedenti.

Occorrendo determinare il peso dell'ancora d'una nave a vapore o a vela in cui il rapporto fra la lunghezza e la larghezza sia diverso da quello indicato nella tabella, bisognerà moltiplicare il dislocamento dato per il rapporto tabulare e dividere il prodotto pel rapporto proprio al bastimento; si avrà l'argomento cui nell' tabella corrisponde l'ancora da assegnarsi alla nave. Per esempio, supponiamo una nave rapida di 6000 tonnellate, in cui il rapporto della lunghezza alla larghezza sia uguale a 7.

Moltiplichiamo 6000 per 5,102 rapporto segnato nella tabella ed avremo 30612 tonnellate, che divise per 7 faranno 4373 tonnellate. E secondo la serie proposta il peso dell'ancora sarebbe 3700 chilogrammi circa, a luogo di 4617 corrispondenti alle navi di 6000 tonnellate del tipo adottato nella serie. Similmente, supponiamo sia domandata l'ancora d'un antico vascello a vela di 5000 tonnellate di slocamento. Moltiplicheremo 5000 tonnellate per 5,1 rapporto indicato dalla tabella e divideremo per 3,7 valore del rapporto tra la lunghezza e la larghezza proprio al bastimento, ed avremo 6892 tonnellate, dislocamento sul quale dovremo determinare le ancore facendo uso della tabella.

Per quanto ai bastimenti sprovvisti di alberatura, la miglior regola che si possa suggerire è di ridurre di 1/4 il dislocamento ottenuto dopo l'applicazione della regola precedente. Si avverte però che questi bastimenti conserveranno ancora un limite di sicurezza notevolmente maggiore.

Il paragone della serie regolamentare con le altre due serie dimostra che nei bastimenti da guerra di odierna costruzione, si sono adottate ancore più pesanti di quelle che darebbe il calcolo sulle basi delle antiche navi a vela. Vi è una tendenza ad assimilare le navi di pari tonnelloaggio effettivo per le dimensioni e per il numero degli ormeggi; ne consegue che i bastimenti di forme sottili hanno sempre nelle ancore un eccesso di peso. Del rimanente non c'è ragione veruna perchè le navi provviste di macchine a vapore potenti sieno più sicure sulle loro ancore delle antiche navi a vela. L'ufficio del Lloyd Register non è caduto in questa anomalia, ma forse non ha schivato lo inconveniente opposto.

Insistiamo vivamente sulla riforma proposta, inquantochè abbiamo potuto osservare a bordo di alcuna delle nostre corazzate la difficoltà che s'incontra spesso nel caponare e traversare ancore di grande peso, e abbiamo lamentato il ritardo che questa manovra cagiona nella partenza. Rimane inteso però che i valori della precedente tabella si applicano soltanto alle ancore a due marre fisse, sul modello dell'ammiragliato inglese o su quello adottato nella marina militare francese.

Catene d'ormeggio.

Termineremo col dire qualche cosa intorno alle catene d'ormeggio. Nel Regolamento del 29 marzo 1873, i calibri delle catene variano come la potenza 0,26 del dislocamento. Per rispetto alla legge ammessa nel calcolo dei valori di i , si sarebbe in realtà dovuto adottare l'esponente 0,27; ma si è preferito diminuire di una unità l'ultima cifra, onde procurare un piccolo au-

mento relativo alle catene dei bastimenti minori. L'aumento di peso della catena compensa in parte la diminuzione fatta sul peso dell'ancora, però la serie dei calibri prolungata al di là di 10,000 tonnellate di slocamento darebbe catene un poco sottili. Nel regolamento la formola adottata è

$$(13) \quad d = 6D^{0,26}$$

in cui d esprime il calibro in millimetri.

La necessità di ottenere la grossezza delle catene per navi di un dislocamento superiore a 10000 tonnellate si è fatta sentire per il *Duilio* dopo la promulgazione del Regolamento. Consigliremmo per i bastimenti di grandi dimensioni la formola:

$$(14) \quad d = 4,4D^{0,29} + 3$$

la quale si estende anche alle navi minori e dà risultati non molto differenti dalla precedente. La costante di 3 millimetri può considerarsi per i piccoli bastimenti quale compenso al logoramento che in pochi anni è prodotto dalla ruggine; ma nel fatto un aumento nel calibro è anche necessario come abbiamo detto prima. La formola (13) somministra valori prossimi a quelli del Lloyd.

Calibri delle catene per le navi da guerra.

Dislocamento	CALIBRO		Dislocamento	CALIBRO		Dislocamento	CALIBRO	
	Secondo il Regol.	Nuova formola		Secondo il Regol.	Nuova formola		Secondo il Regol.	Nuova formola
tonn.	mill.	mill.	tonn.	mill.	mill.	tonn.	mill.	mill.
100	19,9	19,7	1200	38,0	37,4	7000	60,0	60,4
150	22,1	21,9	1400	39,6	39,0	8000	62,1	62,6
200	23,8	23,4	1600	41,0	40,4	9000	64,1	64,7
250	25,2	24,8	1800	42,2	41,7	10000	65,9	66,6
300	26,5	26,1	2000	43,3	42,9	11000	—	68,4
350	27,5	27,1	2500	45,9	45,5	12000	—	70,1
400	28,5	28,0	3000	48,2	47,9	13000	—	71,6
450	29,4	28,9	3500	50,1	49,9	14000	—	73,1
500	30,2	29,7	4000	51,9	51,8	15000	—	74,5
600	31,7	31,1	4500	53,4	53,4	16000	—	75,9
700	33,0	32,4	5000	55,0	55,0	17000	—	77,2
800	34,2	33,6	5500	55,6	—	18000	—	78,4
900	35,2	34,6	6000	57,7	57,9	19000	—	79,6
1000	36,2	35,6	6500	58,6	—	20000	—	80,8

Genova, gennaio 1878.

V. ARMINJON
Contr' Ammiraglio.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DI PARIGI DEL 1878

SULLO STATO DEI LAVORI

NEGLI ULTIMI GIORNI DEL MESE DI FEBBRAIO.

Per chi giunge di questi giorni dall'estero a visitare per la prima volta i lavori del Campo di Marte e del Trocadero, massime dopo ciò che potesse averne letto nelle corrispondenze dei giornali che si atteggiano a bene informati, non può a meno di restare a prima vista sorpreso per quello che ancora rimane da fare. Ma ove ei prenda con successiva riflessione a notare di ogni singola costruzione l'avanzamento giornaliero, non tarderà ad accorgersi della diversità nel modo di progredire di un edificio di carattere permanente dagli edifici di genere provvisorio, nei quali ultimi la massima parte del lavoro è preparata in precedenza negli stabilimenti, e non appare.

Proprio nel centro di quell'ampio rettangolo che è il Campo di Marte, ed in sostituzione ad un bel giardino che erasi originariamente diviso, si sta ora elevando il padiglione della Città di Parigi. Sarà questo senza dubbio il più grandioso edificio speciale di tutti gli annessi dell'Esposizione; l'ambiente spaziosissimo e segnatamente la sua altezza predominano su tutte le tettoie del Campo di Marte, e sulle facciate delle diverse sezioni. Ma per ora non appaiono che enormi pile di ferro, le quali segnano la pianta e l'altezza del padiglione gigantesco, e ne rivelano le ottime proporzioni; tutto il resto è da fare. Il carattere di provvisorietà di quell'edificio permetterà di improvvisare le pareti e la copertura con tavole di legno e lastre di cristallo; ma è cosa certa che se i Francesi riesciranno ad ultimare in tempo, come sperano, il gran padiglione della Città di Parigi, il quale è il meno avanzato di tutti, ed anche a decorarlo con lusso di *faïences*, siccome dicono, anche gli altri padiglioni che ora appena si stanno erigendo, saranno finiti in tempo.

I due palazzi delle Belle Arti, disposti anch'essi sull'asse longitudinale del Campo di Marte, l'uno prima e l'altro dopo dell'accennato padiglione centrale della Città di Parigi, compiono tutta la lista longitudinale di mezzo del Campo di Marte. Sono quasi terminati; essendo già fatte le arricciature esterne e messe a posto all'interno le tramezze di divisione in legno destinate a dare l'occorrente sviluppo di pareti verticali, ed a suddividere la vastissima tettoia in altrettante sale. Ma non sono ancora distese le tele destinate a fare il soffitto trasparente di queste sale provvisorie; e mancano pure le decorazioni in giro e le riquadrature, non essendosi poste finora che leggiere incavallature centinate fatte a listelli per reggere le tele.

Sul genere di architettura di codesti due edifici, ed in ispecie della loro facciata di testa che è verso il padiglione della Città di Parigi, sarà il caso di ragionare a lavoro decorativo compiuto. Per ora non si vede che un grandioso porticato di tre arcate, sotto il quale si stanno applicando rilevanti decorazioni di gesso destinate senza dubbio a qualche effetto.

La serie delle grandi gallerie parallele destinate all'esposizione dei prodotti industriali è da gran tempo ultimata. All'interno si sta lavorando attivamente intorno alle tramezze di legno, ai soffitti di tele trasparenti; e si improvvisano i mezzi di decorazione dai delegati delle diverse Nazioni, col sussidio dei *fournisseurs* che presentano progetti su progetti. Alcune sezioni hanno preferito di suddividere tutta l'area in ambienti di forme e dimensioni diverse, facendone come altrettante camere. Così fece la Francia, che potrà ripetere al Campo di Marte l'esposizione permanente che si ammira ogni giorno sui *boulevards* di Parigi.

Altre sezioni, e per esempio quella inglese, preferirono invece di mantenere interamente libero lo spazio loro concesso, lasciando isolate le colonne che reggono le tettoie, disponendo le loro vetrine a quattro facciate, e facendo a meno di tramezze di legno. La sezione inglese ha fatto perciò anche il risparmio del soffitto, e si contentò di distendere tele bianche stampate in giallo contro il tavolato e contro i vetri di tutte le tettoie. Codesta semplicità risparmia tempo e lavoro, ed ha pure del grandioso, inquantochè si gode tutta l'altezza di quelle tettoie, che non può dirsi certamente soverchia; e ciò è tanto più ovvio, ove si pensi che le incavallature furono fatte alla Polonceau, ed hanno quindi catene orizzontali e saette oblique che obbligano a tenere i soffitti trasparenti molto bassi.

Nella sezione italiana si è preferito attenersi al sistema della sezione francese; le tramezze di legno sono già tutte a loro posto, ed i soffitti si stanno preparando. Oggi stesso è giunto da Roma l'Ing. Cav. Demarchi a sollecitare il definitivo allestimento delle vetrine che il Governo italiano ha commesso in Parigi al sig. Chamouillet.

L'attenzione di chi visita i lavori nel Campo di Marte è in particolar modo rivolta alle facciate delle diverse Nazioni che si stanno erigendo. È la prima volta che in una Esposizione universale tutte le sezioni straniere siano state chiamate a presentare un edificio di costruzione moderna atto a caratterizzare il loro paese; ed è pure la prima volta che si possono ammirare schierati l'uno dopo l'altro tanti edifici di stile diverso, ma rispondenti tutti ad un medesimo scopo. Non è ancora il caso di pronunziare giudizi, ma è cosa certa che la facciata italiana mi piace sopra ogni altra; i lavori progrediscono rapidamente, ed è forse la più avanzata, grazie all'attività del Comm. Basile, professore di architettura nella Scuola di Applicazione degli Ingegneri di Palermo, ed autore del progetto, il quale non ha mai abbandonato un istante i lavori.

Da qualche giorno sono arrivati due bravissimi operai venuti appositamente da Roma per applicare la *marmoridea*, com'essi la dicono, alle colonne fatte col calcare di Parigi; codeste colonne appariranno così di vero *cipollino*. Il metodo della marmoridea riscuote l'ammirazione di tutti, essendo che a Parigi non è punto conosciuto; tant'è che gli operai lavorano in apposito gabinetto chiuso perchè nissuno possa loro rapire il segreto.

Gli architetti delle diverse nazioni hanno fatto evidentemente tutti i loro sforzi per inventare e costruire le rispettive facciate; alcuni di essi finirono per spendere enormi somme. La facciata della sezione italiana campeggia invece sulle altre per la grandiosità della linea e la semplicità di concetto, tant'è che a fianco delle altre pare assai più maestosa e gigante di quanto sia; nè punto soffre la vicinanza di quell'enorme massa che è la facciata francese del Palazzo delle Belle Arti. Fra qualche giorno si cominceranno gli sgraffiti e le pitture a fresco, e non vi ha dubbio che sebbene siasi incominciato assai tardi, pure la facciata italiana sarà finita innanzi tempo.

Prima di uscire dal Campo di Marte rimane a dire della galleria delle macchine, che per novità di disegno, e grandezza di proporzioni è senza dubbio migliore di tutte le altre gallerie; per la sua ampiezza e l'assenza di qualsiasi tirante, essa ci offre anzi il vero tipo moderno e più perfezionato di codesto genere di costruzioni in ferro. È totalmente ultimata sia dalla parte della sezione francese, sia da quella delle sezioni straniere; e già vi si impiantano motori a vapore di colossali proporzioni. Esternamente a codesta galleria in apposite costruzioni murali sono le caldaie a vapore. Otto camini di muratura torreggiano a più di 60 metri di altezza, allineati quattro per parte parallelamente al lato maggiore del Campo di Marte; e si direbbero veri obelischi dell'età moderna. Essi sono ultimati e profilati; ora si stanno costruendo i forni e installando le caldaie.

I padiglioni degli annessi alle diverse sezioni sono appena incominciati; quelli della sezione italiana sono ancora da cominciare: ma trattandosi di baracche di legno convenientemente rivestite di tavole e decorate, si farà assai presto a costruirli e darli finiti.

I due grandiosi vestiboli che terminano i due lati minori del gran rettangolo del Campo di Marte, formandone ad un tempo la facciata, hanno proporzioni molto bene intese. Giganteschi ponti di servizio scorrevoli su due guide di ferro ingombrano tuttora quei vasti ambienti, per la decorazione a stucco, la coloritura e l'indoratura del soffitto. Contemporaneamente si sta gettando in cemento sul luogo stesso a grandi quadrati il pavimento. La quantità degli operai che lavorano e sopra, e sotto, e tutto all'intorno ne assicurano il compimento per l'epoca prefissa. L'interno di codesto vestibolo d'ingresso è ciò che più sarà degno di ammirazione. Quelle pareti immense a vetri dipinti, quei larghi quadrati dalle intelaiature in ferro, l'aver fatto servire come oggetto decorativo ogni pezzo di ferro, essenziale alla costru-

zione, la grande altezza della volta, la cui linea d'imposta è a 18 metri di altezza dal suolo, l'armonia dei colori, tutto contribuisce al buon effetto di codesta bene intesa costruzione. Peccato che altrettanto non possa dirsi del cupolone centrale e dei due cupoloni di estremità che ci hanno l'apparenza di solidi geometrici fatti per rappresentare la generazione delle volte a vela, e mancano di ossatura, di forme logiche, di tutto. Lo scheletro del cupolone centrale non è peranco completamente finito.

*

La decorazione della facciata fatta con maioliche colorate a fiori vivissimi e trattenute fra i ferri d'angolo, verniciati in grigio, delle pile e degli architravi soddisfa pienamente allo scopo. Il coronamento superiore fatto con cornicioni di zinco a fogliami in rilievo variamente colorati si sta ora applicando, ed è pure di buon effetto. In una parola, il mezzo decorativo adottato è bene indovinato, celeremente fatto, elegante; caratterizza assai bene questo genere di costruzioni provvisorie, e merita che se ne faccia oggetto di particolare attenzione.

Da questa facciata principale del Campo di Marte alla riva della Senna vi sono ancora 250 metri di distanza, i quali si stanno ora adattando a giardino con due laghetti, uno a destra e l'altro a sinistra dello stradale di mezzo che conduce al Ponte di Jena. Fra queste future aiuole da giardino si vanno pure qua e là erigendo padiglioni speciali e *restaurants*. Dalla parte della sezione francese sono avanzatissimi e quasi ultimati il Padiglione del Creusot, quello del Ministero dei lavori pubblici di Francia, il padiglione dell'illuminazione e riscaldamento, ecc.; dall'altra parte il principato di Monaco, la Spagna e l'Inghilterra innalzano i loro padiglioni speciali.

*

Dovendosi attraversare la Senna, per recarsi al grandioso anfiteatro, coronato in emiciclo per più che 500 metri di sviluppo dalla colossale costruzione permanente del Trocadero, ed il Ponte di Jena esistente sull'asse del Campo di Marte essendo troppo ristretto, si pensò allargarlo, e da qualche giorno incominciarono i lavori. Si stanno ora posando sulla carreggiata i tubi in ghisa di tre condotte d'acqua, ciascuna di circa 60 centimetri di diametro, per il servizio dell'esposizione dal Trocadero al Campo di Marte. Si lasciano i parapetti di granito a loro posto, e si stanno disponendo trasversalmente al ponte e superiormente ai parapetti una serie di lungheroni in ferro che porteranno il nuovo piano stradale di 24 metri di larghezza ad un metro e mezzo circa d'altezza su quello primitivo. I lungheroni sono sostenuti in tre punti, cioè sul loro mezzo, ossia sull'asse del ponte, da un sostegno di lamiera fatto a croce, e contro i parapetti di pietra, dalla parte interna, da una colonnetta di ghisa a larga base. Per questo lavoro i lungheroni di ferro e gli altri materiali sono pronti; ed ora si tratta di metterli a posto e unirli insieme.

*

Oltrepassato il Ponte non è più cosa sì facile farsi una idea delle trasformazioni che l'antica piazza del Trocadero ha subito, e delle opere colossali che si sono eseguite. Non mancarono giudizi poco benigni o quanto meno assai severi su quel lavoro dal lato estetico dell'architettura; io credo che prima d'ogni cosa meritino molti elogi i signori ingegneri Davioud e Bourdais per aver saputo progettare e innalzare in così breve tempo un edificio così colossale come è quello del Trocadero. È una massa imponente, colla quale si sono risolti molti problemi, e che ha pure il pregio più singolare e più desiderato dai francesi, quello della *nouveauté*.

Il palazzo del Trocadero e le due gallerie curvilinee che vi fanno ala sono esternamente pressochè terminati, eccezione fatta delle due torri, le quali mancano tuttora di un belvedere di coronamento di 21 metri d'altezza. L'altezza delle torri è attualmente di 95 metri sul suolo, e sono ancora 200 metri cubi di pietra da taglio per ogni campanile che si dovranno elevare alla media altezza di 105 metri dal suolo.

Ma la grande sala interna, di 50 metri di raggio, la così

denominata Sala delle feste, capace di 4000 persone, è ben lungi dall'essere ultimata, e sebbene ora vi si voglia lavorare di notte colla luce elettrica, credo nondimeno che sia materialmente impossibile di darla pronta per il giorno dell'inaugurazione. Basti dire che essa per ora è una vera selva di legnami, e che l'immensa volta che si chiude a 32 metri d'altezza sul pavimento deve essere ancora arricciata e decorata a stucco; lo stesso dicasi delle pareti verticali e delle gallerie o loggie interne le quali non possono essere improvvisate, massime in un'opera permanente, non meno che del pavimento il quale non si potrà incominciare prima che si sia tolto il ponte di servizio, che ingombra tutta l'area. Intanto si stanno eseguendo i pavimenti in mosaico della galleria esterna che contorna la sala.

*

Nel parco del Trocadero, tra il gran palazzo e la Senna, si vanno alacremenente preparando molte meraviglie. Il lungo piano inclinato per le strade d'accesso, dal Ponte al palazzo del Trocadero si sta sistemando, col mezzo di un pesante rullo a vapore che sale sbuffando e scende stridulando, su di una pendenza del 7 all'8 per cento. Le aiuole si vanno a poco a poco disegnando, e le terre vegetali sono già ammonticchiate in vicinanza del luogo d'impiego. Ma sono presso a 400 mila le piante ed arbusti che nel recinto dell'Esposizione dovranno essere ancora piantate.

Della grande cascata d'acqua che scenderà dal Palazzo del Trocadero per una ricca gradinata in curva è ultimato il bacino superiore in pietra di Bellevoye, il quale consta di superbi monoliti che arrivano fino a 6 metri di larghezza; sono pure ultimati i bordi in pietra da taglio della gradinata, e si lavora intorno al bacino inferiore.

Il roccame sotterraneo dell'acquario d'acqua dolce è pure ultimato, e si stanno ponendo i vetri alle camere trasparenti destinate a ricevere in complesso 3000 metri cubi circa di acqua e i rispettivi abitanti.

Poco discosto è il Palazzo dell'Algeria, che esternamente è quasi finito, e internamente si sta decorando. Dentro e fuori, in elevazione ed in pianta, nell'insieme e nei particolari si ha la riproduzione più corretta dell'architettura algerina moderna.

Dallo stesso lato i padiglioni dell'Amministrazione francese delle acque e foreste sono a buon punto, e lo stesso si dica dei due *restaurants* che fiancheggianno il bacino inferiore della grande cascata. Dall'altra parte di questa il padiglione Tunisino, quello del Giappone, del Marocco, della Persia, della China, della Svezia e Norvegia sono tutti incominciati, e saranno ultimati in tempo.

*

Infine sulla bassa spiaggia della Senna a monte ed a valle del Ponte di Jena si sono elevate in questi giorni le capriate in legno delle lunghe tettoie destinate alla esposizione dei porti commerciali ed agli oggetti di navigazione, salvataggio, incendi, ecc. Più non resta che coprire di tavole, e rivestire, quelle ossature.

Allo stesso punto si trovano i lavori della lunga tettoia che occupa il *quai d'Orsay*, dal Ponte dell'Alma all'*Avenue de la Bourdonnaye*. È questa un'area di ben 22 mila metri quadrati destinata all'esposizione di agricoltura. Per ultimo, si stanno pure riempiendo di tettoie di legno quattro dei sei grandi rettangoli della Spianata degli Invalidi destinate alla esposizione degli animali viventi; ed è in codesti recinti che avranno luogo successivamente le esposizioni dei buoi, dei cani e dei cavalli.

Prima di terminare questa breve corrispondenza sullo stato attuale dei lavori della Esposizione Universale, mi sia concesso di soddisfare pubblicamente ad un dovere di gratitudine verso il chiarissimo Prof. Comm. Basile che dirige i lavori della facciata italiana, e verso l'Ing. Berger Direttore in capo di tutte le Sezioni straniere, per la cortese accoglienza, ed i favori d'ogni maniera di cui mi sono larghi, e dei quali non mancherò di approfittare a bene raggiungere lo scopo che mi sono proposto.

Parigi, il 26 febbraio 1878.

GIOVANNI SACHERI.

Vista del ponte sotto corrente

Fig. 1. Prospetto ad opera finita

Fig. 2. Struttura interna dei timpani, del volto, e delle spalle

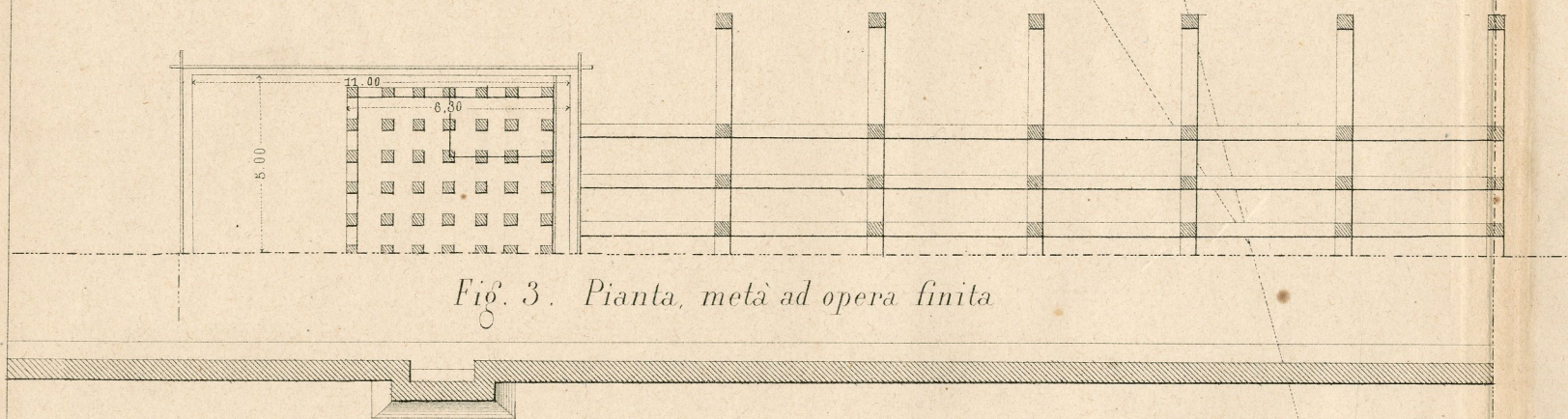
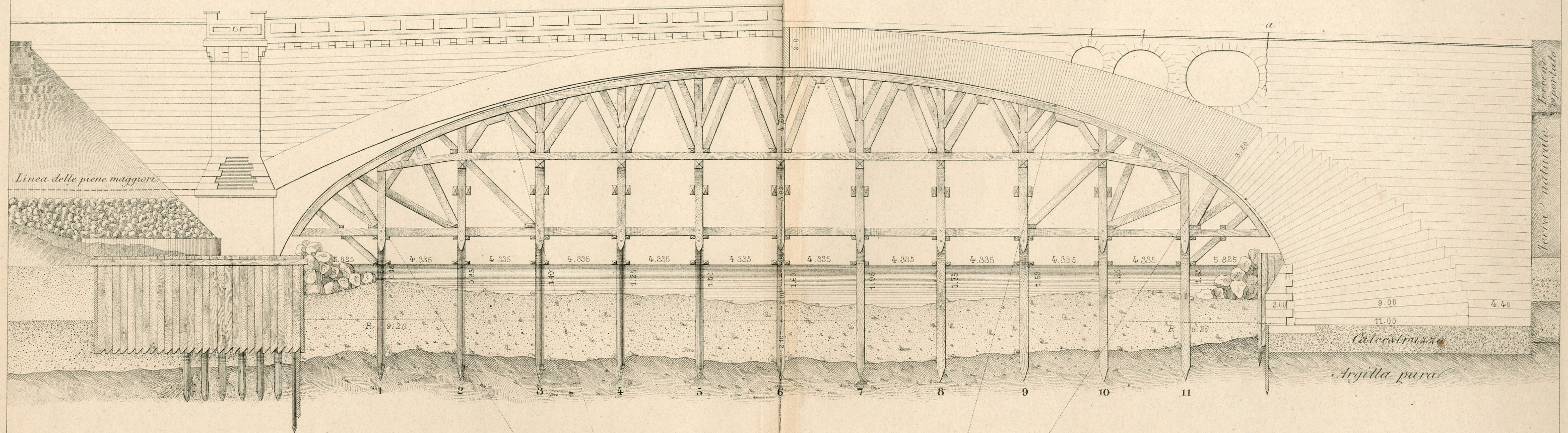
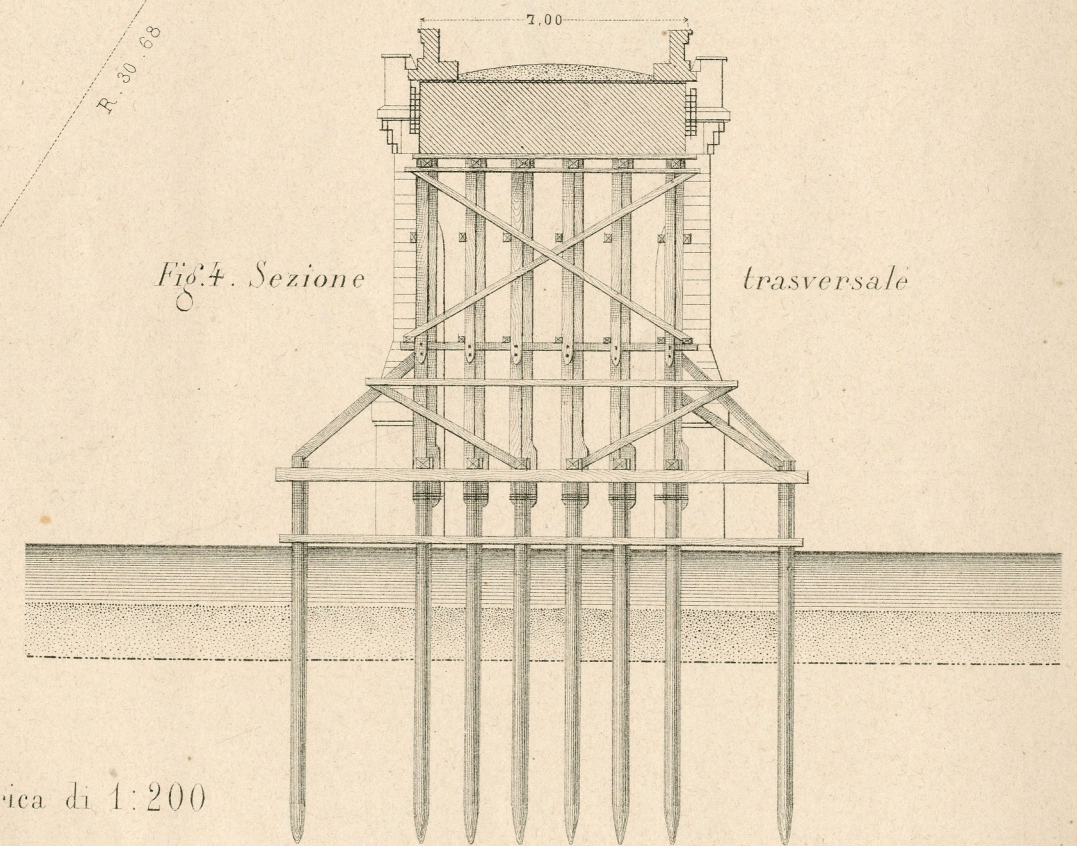


Fig. 3. Pianta, metà ad opera finita

Intradosso dell'arco, Curva a 5 centri	{	Corda m.	55.00	Sacella m.	43.55.
		Raggi m.	57.20	30.63	9.20.
Estradosso	Arco di circolo	Raggio m.	67.50.		
Intradosso della strombatura, Arco di circolo	{	Corda m.	55.00	Sacella m.	6.50.
		Raggio m.	63.00.		

Fig. 4. Sezione

trasversale



Scala metrica di 1:200

PONTE IN MURATURA DI 55^m DI LUCE SUL FIUME SELE, NELLA PROVINCIA DI SALERNOdell'Ingegnere Cav.^{re} Fiocca, premiato con Medaglia del Progresso alla Esp.^{te} Mondiale di Vienna