

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

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

È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

LE COSTRUZIONI IN BÉTON ARMATO (*)

CONFERENZE

tenute nel maggio 1900 dall'Ing. CAMILLO GUIDI

Professore di Statica grafica e Scienza delle costruzioni
nella R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Torino.

(Veggansi le Tav. XVII, XVIII, XIX, XX e XXI)

I.

L'arte del costruire, come le altre manifestazioni del genio umano, ha subito anch'essa in questi ultimi tempi un'evoluzione rapidissima, non sempre liberandosi completamente dai facili entusiasmi delle masse, ed anche dai capricci della moda.

È appena trascorso qualche decennio da che tutto il favore era accordato alle costruzioni metalliche, le quali, in verità, per eleganza ed arditezza hanno raggiunto, sia nelle costruzioni civili, sia, ed ancor più, nelle opere pubbliche, specialmente nei colossali ponti e viadotti ultimamente costruiti, un notevole grado di perfezione (1). Ma non tardarono a manifestarsi degli inconvenienti anche in questo genere di costruzioni.

Le costruzioni metalliche hanno da combattere incessantemente contro un nemico che in date circostanze può essere formidabile, e tanto più in quanto che si nasconde nelle parti più recondite e talvolta più vitali dell'opera. Esso è la ruggine. Ed è notorio come in date condizioni, specialmente in presenza di sostanze acide inorganiche od organiche, questo nemico lavori con spaventosa rapidità alla distruzione del metallo, e quanto sia difficile proteggere efficacemente quest'ultimo per mezzo di vernici.

I diversi elementi di una costruzione metallica dovrebbero anzitutto, prima di essere collegati insieme, venir assoggettati ad una pulizia assoluta dalla ruggine preesistente, per mezzo di scopette d'acciaio, poi essere verniciati, e finalmente inchiodati insieme; ma raramente, nella pratica, si procede ad una ripulitura così accurata, e generalmente poi si applica la vernice ad opera compiuta, per modo che la ruggine, fin dall'entrata in servizio dell'opera, s'annida già sotto la vernice, e specialmente nei posti dove più parti vengono chiodate insieme, e lavora continuamente alla distruzione del metallo. Nè la protezione, che può essere offerta dalle vernici, applicate sia pure colle più scrupolose regole d'arte, è duratura; in date circostanze di luogo le costruzioni metalliche devono essere riverniciate in brevissimo periodo di anni,

(*) Non essendomi consentito dal troppo limitato orario del mio Corso sulla *Scienza delle costruzioni* di dedicare alcune lezioni a questo nuovo argomento, pur di tanto interesse pratico, divisai di esporlo brevemente in alcune lezioni straordinarie, le quali, sebbene, per desiderio della Direzione della Scuola, abbiano assunto la forma di conferenze pubbliche, non aspirano sostanzialmente a varcare i limiti di modeste conferenze scolastiche.

(1) Cfr. G. MEHRTENS, *Der deutsche Brückenbau*, im XIX Jahrhundert. — Berlin, Springer 1900 (esiste anche una traduzione francese ed una inglese).

molto inferiore talvolta ad un decennio. È a tutti noto, ad esempio, a quale rapido deperimento vadano soggette le passerelle o ponti metallici, che, in vicinanza delle stazioni ferroviarie, trovansi continuamente avvolti dai prodotti della combustione emessi dai camini delle locomotive; come pure i ponti metallici in vicinanza del mare.

Costruzione metallica era sinonimo, tempo addietro, di *costruzione sicura contro gl'incendi*, ma una dolorosa esperienza, fatta in occasioni diverse, ha esuberantemente dimostrato che tali costruzioni non reggono alla prova del fuoco, per il fatto che le travi di ferro costituenti i pilastri o l'ossatura dei solai di un edificio in preda alle fiamme, e da quest'ultime direttamente lambite, ben presto s'infiltono e non resistono più al carico che debbono portare, onde si produce la rovina dell'opera, con quest'aggravante, che, se le travi sono ancorate nei muri, com'è buona regola d'arte, ne può conseguire anche uno strapiombo o addirittura una rovina dei medesimi. Più resistenti al fuoco si addimostrano le colonne di ghisa; ma, viceversa, arroventate che siano dalle fiamme, ed esposte poi al getto d'acqua delle pompe da incendio, con somma facilità si fendono.

La teoria delle costruzioni metalliche era, per lo addietro, abbastanza semplice, e si riteneva che dessa risolvesse completamente il problema della determinazione delle tensioni molecolari cui il metallo andava soggetto in seguito a date condizioni di carico. Così, ad esempio, non si sospettava punto che le aste di una travatura reticolare piana non andassero effettivamente soggette a quegli sforzi di tensione o di pressione che con tanta semplicità ed eleganza vengono determinati, per esempio, graficamente con un diagramma Cremoniano. Ma numerosi disastri, specialmente di ponti metallici (1), misero i tecnici sull'avviso che altri sforzi ancora dovevano, in realtà, cimentare le varie parti delle opere metalliche, il che venne poi confermato sperimentalmente da moderni sensibilissimi apparecchi di misura delle deformazioni, e dalla teoria stessa, la quale, in grazia di progressivi notevolissimi perfezionamenti, ha completato i metodi di calcolo in guisa da permettere presentemente di determinare, se non con esattezza assoluta, almeno con grande approssimazione, questi sforzi addizionali, detti comunemente *sforzi secondari*, i quali, in talune parti, *superano anche notevolmente gli sforzi principali*. Rimangono tuttavia ancora dei casi in cui la teoria è impotente a calcolare col voluto grado di approssimazione il regime degli sforzi interni da cui è cimentata una costruzione metallica.

Concludendo: Le costruzioni metalliche devono combattere continuamente contro la ruggine; sono soggette a distruzione in caso d'incendio; non sono sempre suscettibili di un rigoroso calcolo statico.

Non è quindi da meravigliarsi che abbiano incontrato tanto favore le modernissime costruzioni in *béton* di cemento uso Portland, ossia a lenta presa, rinforzate da ferri, impropriamente chiamate *cementi armati*. In esse viene utilizzata, specialmente alla tensione, la resistenza notevole del ferro, o, meglio, dell'acciaio dolce; questo metallo vi entra sotto forma di ferri trafilati, di sezione relativamente piccola, i quali non

(1) Cfr. RITTER u. TETMAJER, *Bericht über die Mönchensteiner Brücken Katastrophe*. — Zürich, 1891.

E. ELSKES, *Pathologie des constructions métalliques*. — Lausanne, 1899.

vengono indeboliti da chiodature od altre unioni; il ferro immerso nel *béton* trovasi riparato nel modo più efficace dalla ruggine, dall'azione del fuoco in caso d'incendio e da flessioni laterali. Il *béton* offre una notevole resistenza alla pressione, aderisce fortemente al ferro e non se ne distacca per variazioni di temperatura, essendo praticamente uguali i coefficienti di dilatazione dei due materiali (1). Queste costruzioni risultano in generale di un peso morto assai più considerevole di quello delle costruzioni metalliche, e per ciò e per quella unione intima che ha luogo fra le diverse parti, si da renderle come monolitiche, vanno meno di queste ultime soggette a vibrazioni. Tali costruzioni, infine, sono in generale più economiche, e l'economia può in talune condizioni di luogo riuscire rilevantisima, quando, cioè, il trasporto di materiali laterizi o lapidei e di travi metalliche sagomate di grandi dimensioni risulti notevolmente costoso e si abbiano invece facilmente a disposizione sabbia e ghiaia.

*

Viene generalmente riguardato come primo inventore del cemento armato il *Monier*, il quale fin dal 1868 costruiva in cemento oggetti diversi di giardinaggio, come vasi, serbatoi, tubi, riducendone notevolmente lo spessore delle pareti, senza scapito della stabilità, in grazia di una rete di fili di ferro, di cui egli armava la massa del cemento. La notevole resistenza offerta dagli oggetti così costruiti indusse l'inventore ad applicare su più vasta scala il suo trovato; ma fu precipuamente nel 1880, quando il brevetto *Monier* fu acquistato dalla *Actien Gesellschaft für Beton und Monierbau*, di Berlino, che l'invenzione trovò le più svariate e numerose applicazioni.

Visto l'esito fortunato della nuova invenzione, sorse naturalmente una folla di nuovi inventori e di nuovi brevetti, e così vediamo succedersi al *Monier* il *Wayss*, il *Möller*, il *Melan*, in Germania e nell'Austria; il *Cottancin*, il *Bordenave*, il *Pavin de Lafarge*, il *Coignet*, il *Bonna* ed altri, in Francia, ecc. Anche in Inghilterra e nell'America presero gran voga le costruzioni in cemento armato, specialmente in vista della sicurezza contro gl'incendi.

Verso il 1879 l'ingegnere francese *Hennebique*, che erasi stabilito nel Belgio, ebbe incarico da un suo amico di costruirgli una villa, e l'edificio doveva essere a prova di fuoco; egli aveva divisato di costruirvi i soliti solai in ferro, cosiddetti incombustibili, consistenti in voltine portate da *poutrelles* in ferro, e queste ultime erano già a piè d'opera, quando, in prossimità di quel luogo, uno stabilimento, costruito pure in modo analogo, venne completamente distrutto da un incendio. Impressionato da tale fatto, l'*Hennebique* propose al suo amico di affogare completamente le *poutrelles* in uno strato di *béton*, che avrebbe servito a proteggerle contro il fuoco (fig. 160); ma la costruzione risultava notevolmente



Fig. 160. — Prima idea dell'*Hennebique*.

più pesante e più costosa, e l'amico si rifiutò. Fu allora che l'*Hennebique* pensò di utilizzare la resistenza del *béton* alla compressione e quella del ferro alla tensione, foggiano lo strato di *béton* a guisa di lastrone rinforzato da nervature, le quali portavano, nel loro interno, delle *poutrelles* di dimensioni molto ridotte e collegate con staffe alla parte superiore del lastrone (fig. 161). Questa costruzione va considerata come l'embrione del tipo di solaio *Hennebique*.

È notevole che da questa data a quella del primo brevetto *Hennebique* (1892) sia corso tanto tempo; ciò però ha gio-

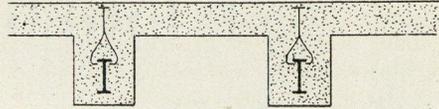


Fig. 161. — Embrione del tipo di solaio *Hennebique*.

vato alla diffusione del sistema, perchè, al primo apparire de' suoi brevetti, l'inventore, come egli stesso dice, ha potuto dimostrare la bontà del sistema, piuttosto che con ragionamenti, coll'esempio di costruzioni diverse già eseguite. È raro, invero, è stato lo sviluppo progressivo che ha ottenuto tale sistema di costruzione in breve volgere di anni; infatti, mentre nel 1894 si contavano 62 costruzioni di tal genere, verso la metà del 1899 se ne avevano già più di 5000.

*

Premetterò una breve descrizione dei principalissimi tipi di costruzione in *béton* armato, senza scendere a parlare degli innumerevoli sistemi da quelli derivati, il che ne porterebbe fuori dei limiti assegnati a queste conferenze. Farò in seguito una rapida rassegna d'importanti applicazioni pratiche, attinenti a costruzioni civili o ad opere pubbliche, limitandomi quasi esclusivamente al sistema *Hennebique*, che finora ha incontrato la maggiore diffusione. Parlerò poi delle proprietà elastiche e resistenti dei materiali componenti il *béton* armato, da me o da altri sperimentatori ricavate, e da ultimo indicherò i metodi di calcolo più conformi ai dettami della scienza, corredandoli di qualche applicazione numerica.

Per la parte descrittiva mi gioverò principalmente dell'ottima recente opera dell'ing. P. Christophe (1), dalla quale, per gentile concessione, sono desunti anche i disegni. Per i metodi di calcolo seguirò in parte la via maestrevolmente tracciata dall'illustre prof. dott. W. Ritter del Politecnico di Zurigo (2).

COPERTURE PIANE.

Lastre semplici.

È precipuamente per aumentare la resistenza del *béton* alla tensione che si cominciò ad armarlo con ferri; è quindi nell'esame dei pezzi cementati a flessione che si distinguono specialmente i principali tipi di *béton* armato. L'elemento di tali costruzioni è la *lastra*.

Il sistema *Monier* (fig. 162) consiste in una lastra di *béton*, nella quale è immersa, in prossimità della faccia che, per la

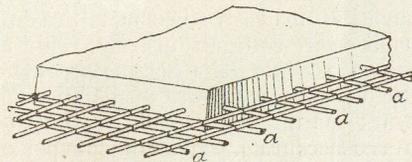


Fig. 162. — Lastra in *béton* armato, sistema *Monier*.

flessione, risulta tesa, una rete a maglie quadrate, formata di due sistemi di barre tonde o quadre di piccolo spessore; l'inferiore *a*, più robusto, costituisce le *barre di resistenza*, che vengono disposte nel senso della portata della lastra, la loro dimensione dipende dalla portata e dal carico, il loro scartamento varia da 5 a 40 cm. Le superiori diconsi *barre di ripartizione*, hanno per iscopo di ripartire i carichi concentrati sul maggior numero possibile di *barre di resistenza*, come pure d'impedire lo scorrimento fra *béton* e ferro, e di conservare inalterata la distanza fra le barre di resistenza. Le barre di ripartizione hanno un diametro da 3 a 6 mm. In taluni punti d'intersezione i due sistemi sono legati insieme.

(1) Il coefficiente di dilatazione termica del *béton* di cemento varia, secondo BOUNICEAU E DURAND-CLAYE, da 0,000013 a 0,000014.

(1) *Le Béton armé et ses applications*. — Bruxelles, 1899.

(2) *Die Bauweise Hennebique*. — Schweiz. Bauzeitung, 1899.

Da questo sistema, modificando la forma delle barre di resistenza, attribuendo loro una sezione profilata, variando la disposizione delle bacchette di ripartizione, o sostituendole con collegamenti discontinui, sono sorti altri tipi, come quelli del *Bordenave* (ferretti sagomati di piccolissime dimensioni), del *Bonna* (ferretti a croce), del *Donath* (ferretti a Σ), ecc. Da alcuni di questi sistemi si passa poi, senza sostanziale differenza, a quegli innumerevoli tipi di solai cosiddetti incombustibili, nei quali la parte portante è costituita da *poutrelles* collegate fra loro in modi diversissimi.

Alcuni inventori hanno ridotto al minimo l'importanza delle barre di ripartizione, o le hanno soppresse completamente; così, nel sistema *Hyatt* (fig. 163) le barre di resistenza

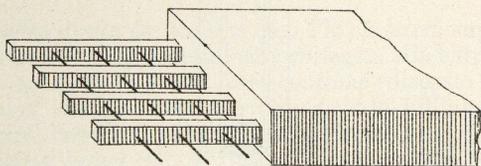


Fig. 163. — Lastra in béton armato, sistema Hyatt.

sono ferri quadri o piatti presentanti dei piccoli fori entro i quali passano le bacchette di ripartizione. Nel sistema *Ransome* (fig. 164) le barre di ripartizione sono del tutto soppresse,

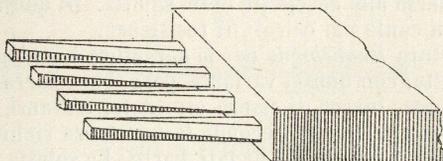


Fig. 164. — Lastra in béton armato, sistema Ransome.

e si impedisce lo scorrimento delle barre di resistenza (ferri quadri) rispetto al *béton*, dando loro preventivamente una certa torsione.

Altri inventori invece, e qui apparisce quanto sia diverso l'apprezzamento dell'ufficio cui sono destinati i due sistemi di barre, attribuiscono ad essi la medesima importanza. Così il *Cottancin* forma il reticolato con un unico filo di ferro intrecciato con sè stesso, nel modo che è indicato dalla fig. 165;

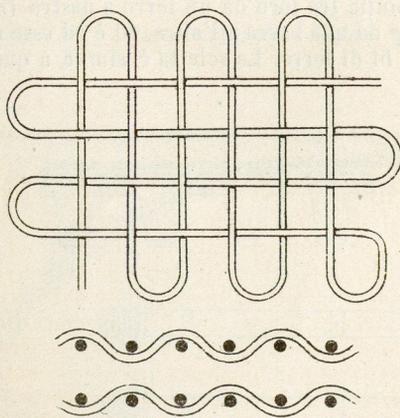


Fig. 165. — Reticolato, sistema Cottancin.

si proporziona la resistenza del reticolato variando, in generale, le dimensioni delle maglie e lasciando inalterato il diametro del filo. L'americano *Golding* adotta per armatura un

traliccio metallico che egli ricava da un lamierino in cui sono preventivamente praticati dei tagli discontinui, situati su file parallele, ed alternati; lamierino che viene poi tirato in direzione normale ai tagli. Questo materiale, conosciuto sotto il nome di *métal déployé*, di cui la fig. 166 rappresenta in

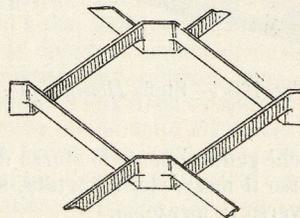


Fig. 166. — Maglia di traliccio Golding.

prospettiva una maglia, costituisce un reticolato a maglie rombiche, disposte diagonalmente rispetto alla lunghezza e larghezza della lastra.

Ma quando, per utilizzare meglio la resistenza della lastra in *béton* armato, si è cominciato ad incastrarla ai lembi (anzichè appoggiarla semplicemente), sia in corrispondenza dei muri di perimetro di un fabbricato, sia in corrispondenza di travi portanti, rendendola continua sopra di esse, si è dovuto tener calcolo del cambiamento di senso del momento flettente in prossimità degli incastri. Dapprima si provvede a ciò con limitate bacchette d'ancoraggio, aggiunte nelle lastre in corrispondenza degli incastri ed in vicinanza della faccia superiore, che ivi risulta tesa; venne poi il sistema *Hennebique* (fig. 167): in esso l'armatura è costituita da due serie di barre

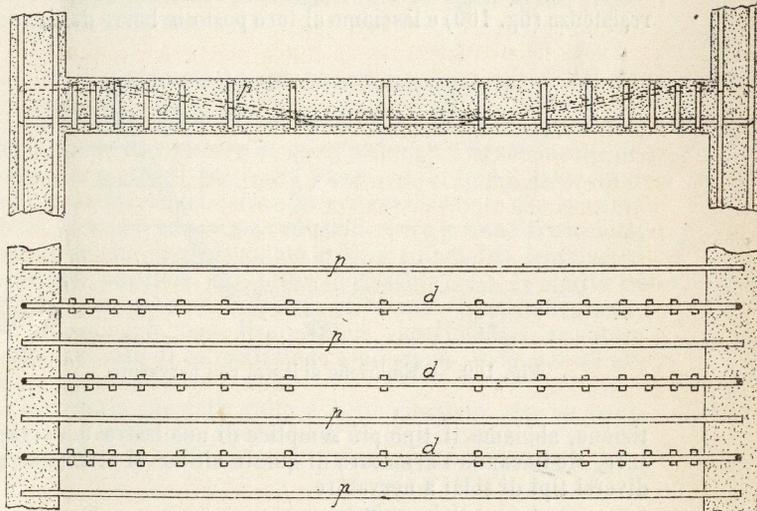
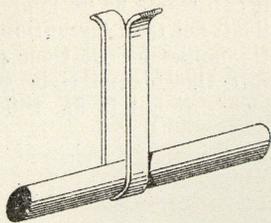


Fig. 167. — Soletta Hennebique.

tonde, situate in piani paralleli; le une, *d*, diritte, giacciono in prossimità della faccia inferiore della lastra, le altre, *p*, alternate con quelle, si trovano, nella parte centrale della portata della lastra, al medesimo livello delle prime, ma verso le estremità vengono ripiegate verso l'alto, per modo che in corrispondenza degli incastri vengono a trovarsi in prossimità della faccia superiore della lastra. Le barre piegate sono chiamate a resistere precipuamente al momento d'incastro, ed anche, secondo l'idea dell'inventore, allo scorrimento; a questo secondo scopo però servono in prima linea le *staffe*, caratteristiche di questo sistema, consistenti in nastri di ferro piatto (*mojetta*) delle dimensioni mm. $2 \times 20 \div 30$, che abbracciano per disotto (fig. 168) le barre diritte e si protraggono verticalmente colle due braccia fin verso la faccia superiore della lastra, dove terminano con una piccola ripiegatura ad angolo.

Fig. 168. — Staffa *Hennebique*.

Tali staffe, poichè generalmente lo sforzo di taglio decresce dall'estremità verso il mezzo della portata, sono poste a distanze crescenti verso la mezzeria.

Altri costruttori, osservando che le sezioni di momento nullo possono essere notevolmente spostate per varie condizioni di carico, consigliano di estendere l'armatura superiore a tutta la portata della lastra, anzichè limitarla alle adiacenze delle sezioni d'incastro. Si ottiene così il tipo di armatura simmetrica, della quale si parlerà più in disteso a proposito delle travi.

Lastroni con nervature.

Quando la portata di un solaio o di una copertura piana qualsiasi è considerevole, per attribuire alla lastra la necessaria resistenza, converrebbe farla di uno spessore eccessivo; si ha quindi tutta la convenienza di adottare una costruzione composta di una parte continua, *lastra o soletta*, rinforzata da nervature; ed è del massimo interesse economico e statico far sì che queste ultime non funzionino separatamente dalla soletta, a guisa delle travi degli antichi solai, bensì che soletta e nervature formino un tutto monolitico.

Se nella lastra *Monier* immaginiamo abbassate le barre di resistenza (fig. 169) e lasciamo al loro posto le barre di ripar-

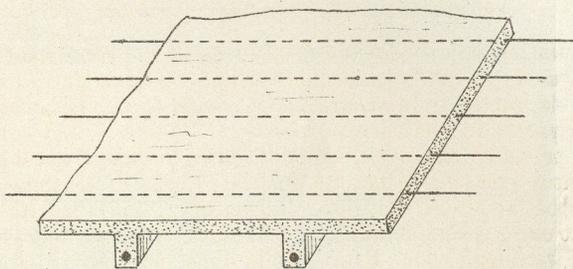


Fig. 169. — Embrione di lastra con nervature.

tazione, abbiamo il tipo più semplice di una lastra a nervature. Modificando l'armatura di queste ultime si ottengono i diversi tipi di solai a nervature.

Si preferisce, in generale, armare le nervature con ferri tonde, e quando è richiesta una grande resistenza, piuttosto che impiegare una sola barra di grande diametro, se ne adottano più di una, di diametro minore: questo può variare da 15 a 50 mm.

La fig. 170 rappresenta il tipo adottato dalla *Société des chaux et ciments de Crèches*. Nelle nervature si ha un'arma-

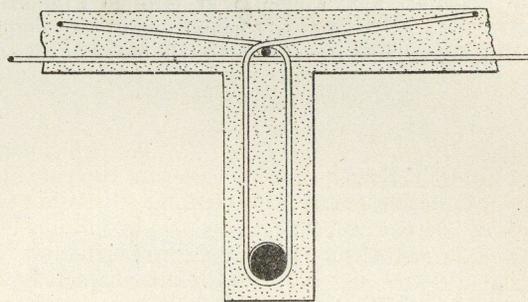


Fig. 170. — Uso delle staffe per resistere agli sforzi di taglio.

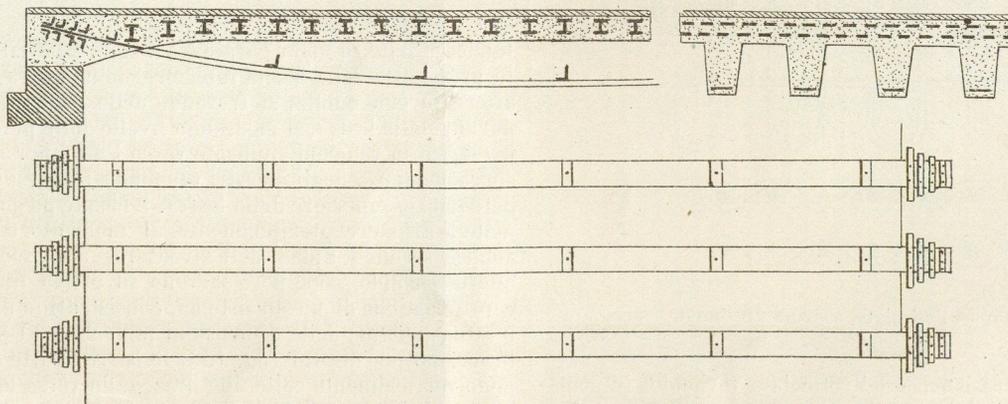
tura inferiore costituita da una barra tonda e dritta: nella soletta l'armatura risulta di piccole barre tonde e dritte, scollegate fra loro. Alcuni legamenti in filo di ferro uniscono la barra della nervatura ad un tondino posto superiormente e per traverso alle bacchette della soletta. Di questo tondino non si tien conto nei calcoli di resistenza.

L'armatura *Hennebique* per le nervature è analoga a quella della soletta, con questa variante però, che, barra diritta e barra piegata, invece di essere alternate, trovansi in un medesimo piano verticale. Secondo la resistenza richiesta s'impiegano una o più coppie di tali barre. La soletta è generalmente armata (nel modo noto) in direzione normale alla trave.

Nel sistema *Möller* (fig. 171) le nervature hanno l'intradosso curvilineo con altezza nulla in vicinanza degli appoggi: esse sono armate nella parte inferiore da un ferro piatto, posto di piatto, ancorato agli appoggi con diversi pezzi di cantonali; altri pezzi di cantonali non più lunghi della larghezza del ferro piatto, sono inchiodati su di esso a dati intervalli, onde impedirne lo scorrimento. La soletta, invece, aumenta di spessore verso gli appoggi; essa è armata, in direzione normale alle nervature, con *poutrelles* o con cantonali.

Anche le lastre *Monier* presentano talvolta delle nervature ricurve.

Nel sistema *Coignet* (fig. 172) la nervatura è armata con una barra tonda inferiore e con una simile superiore, ambedue diritte e riunite fra loro da un ferro a nastro (*mojetta*) che va a zig-zag da una barra all'altra, ed è ad esse connesso con legature in fil di ferro. La soletta è simile a quella *Monier*.

Fig. 171. — Lastre con nervature, sistema *Möller*.

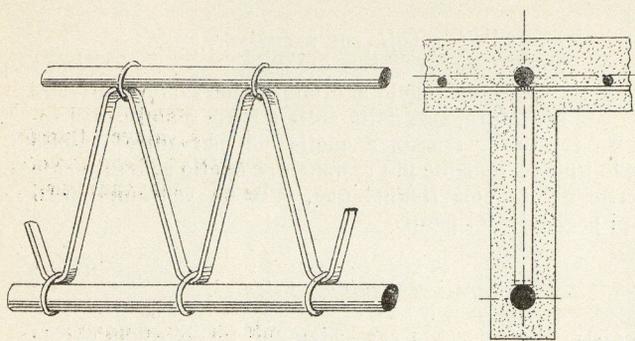


Fig. 172. — Nervatura, sistema Coignet.

Nel sistema *Pavin de Lafarge* (fig. 173) la barra superiore è posta al disotto della soletta, ed è collegata alla barra inferiore per mezzo di un filo di ferro continuo (disposto a guisa di graticcio), che si avvolge alternativamente sull'una e sull'altra barra, facendovi su ciascuna un giro morto.

Nel sistema *Lefort* (fig. 174) trova la più completa esplicazione il principio dell'*armatura simmetrica*, cioè di un'ar-

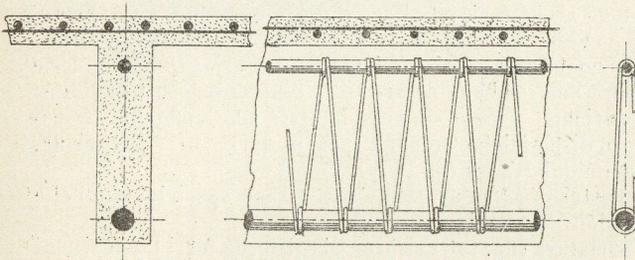


Fig. 173. — Nervatura, sistema Pavin de Lafarge.

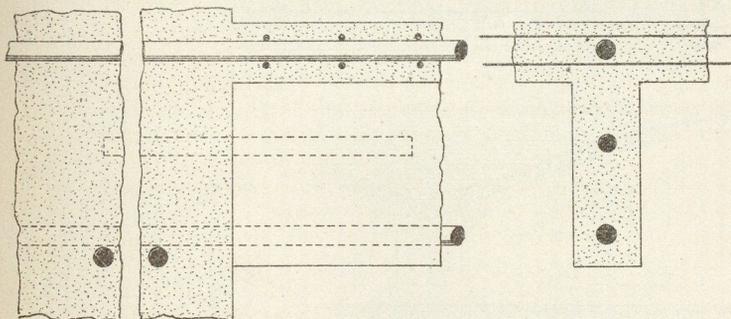


Fig. 174. — Nervatura, sistema Lefort.

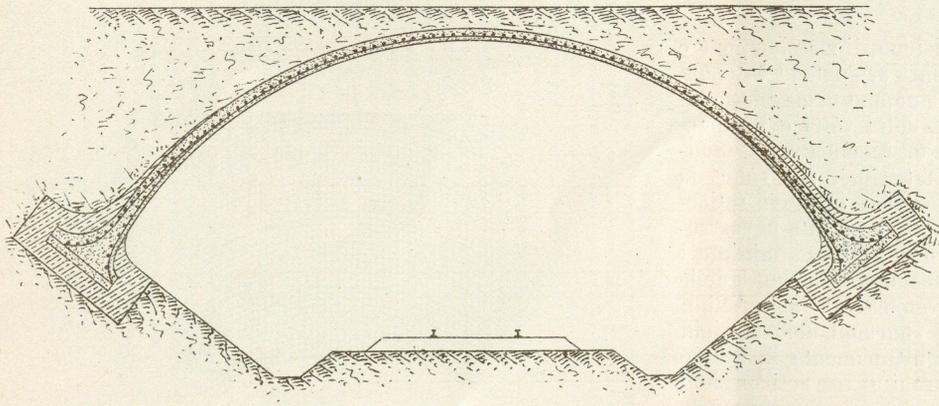


Fig. 176. — Armatura per volte a botte ribassate, sistema Monier.

matura non limitata alla zona tesa del *béton*, ma estesa altresì alla zona compressa; principio, secondo alcuni, consono non soltanto alle esigenze statiche, ma anche a quelle economiche. Della razionalità di questo principio si discuterà in seguito, per ora ci basti l'osservare come in questo sistema l'armatura delle nervature consiste in una o più coppie di barre tonde del medesimo diametro, che si lasciano scollegate fra loro. Ciascuna barra superiore giace nel piano medio della soletta, e trovasi frapposta a due strati simmetrici di ferretti tondi che costituiscono la doppia armatura della soletta.

Soltanto in vicinanza degli incastrì, onde opporsi al rilevante sforzo di taglio, si aggiunge in questo sistema, in corrispondenza del piano medio della nervatura e del piano di ciascuna coppia di barre, una corta *barra addizionale*.

Il *Cottancin* forma l'anima delle travi con un reticolato analogo a quello della soletta (fig. 165), ed a quest'ultimo collegato, maglia per maglia; i correnti della trave vengono formati da ferri piatti posti di costa.

Mentre la scuola *Lefort* proclama l'armatura simmetrica come la più razionale ed economica, altri giungono, coi loro ragionamenti, ad un risultato diametralmente opposto, che cioè l'armatura dev'essere la più dissimetrica possibile, ar-

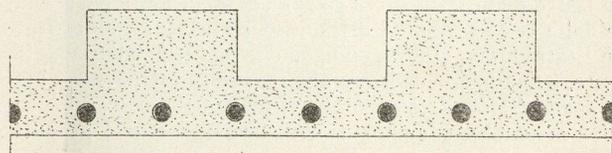


Fig. 175. — Tipo di armatura dissimetrica, sistema Sanders.

mando al massimo la zona tesa, e lasciando disarmata quella compressa. Con ciò si arriva al tipo *Sanders* (fig. 175), a nervature superiori, nel quale è possibile un'efficacissima armatura della zona tesa.

Vólte a botte ad intradosso continuo.

La lastra semplice incurvata dà luogo ad una volta a botte; ma il modo di resistere di quest'ultima è essenzialmente diverso da quello di una lastra piana. Se la forma della curva e la ripartizione del carico fossero così studiate che la curva delle pressioni rimanesse contenuta entro le linee di nocciolo, per modo che fosse eliminato qualsiasi sforzo di tensione, si potrebbe omettere del tutto l'armatura; ma la rarità di questo caso, specialmente se la volta non è molto depresso, ed il vantaggio non disprezzabile apportato dall'armatura anche nel caso di sollecitazione a pressione, inducono ad armare anche la lastra a volta.

E' notorio che nelle volte a botte ribassate, con un semiangolo al centro non superiore all'incirca di 60° , la curva delle pressioni tende ad avvicinarsi all'estradosso in adiacenza della chiave, ed all'intradosso in vicinanza delle imposte. Ciò spiega la disposizione dell'armatura adottata nel sistema *Monier* (figura 176). Un'armatura, identica a quella delle lastre piane, lambisce l'intradosso della volta; da questa, in corrispondenza delle reni, se ne diparte un'altra che si dirige verso l'estradosso, in adiacenza delle imposte. Talvolta, però, l'armatura *Monier* viene adottata doppia, simmetrica: una lambisce l'intradosso, l'altra l'estradosso. La armatura è poi sempre costituita da *barre di resistenza* disposte secondo le direttrici della volta, e da barre di ripartizione situate secondo le

generatrici e poste sopra quelle; le barre dei due sistemi sono legate insieme in taluni punti d'intersezione.

Nella volta *Hennebique* (fig. 177), la quale comunemente ha l'estradosso piano orizzontale, l'armatura è formata da barre che seguono l'intradosso (corrispondenti alle barre diritte

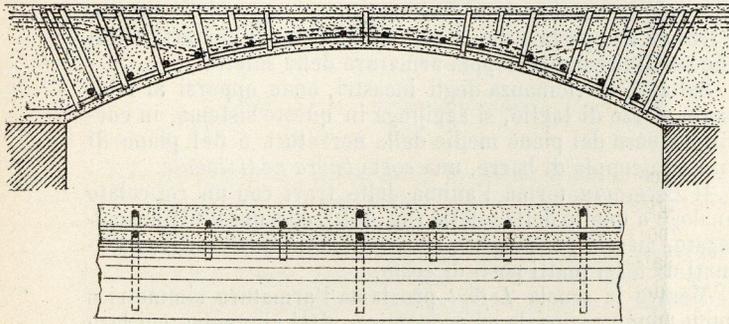


Fig. 177. — Tipo di volta, sistema *Hennebique*.

delle lastre piane), da *barre piegate*, le quali nella parte centrale della volta seguono l'intradosso, e alle reni sono rialzate verso l'estradosso, che raggiungono in corrispondenza delle imposte, e finalmente da barre che seguono l'estradosso, chiamate *barre di dilatazione* perchè il principale loro scopo, secondo l'inventore, è quello di resistere agli sforzi prodotti da una variazione di temperatura. Le barre d'intradosso e d'estradosso si corrispondono in piani verticali e sono collegate colle staffe, caratteristiche del sistema, alla massa del *béton*, le barre piegate sono alternate con quelle. Come nel sistema *Monier*, si possono aggiungere barre di ripartizione, le quali appoggiano sopra alle barre d'intradosso e passano sotto a quelle ripiegate.

Volte a botte con nervature.

Come dal lastrone piano, adottato come solaio, deriva il solaio con nervature, così dalla volta a botte semplice, ad intradosso continuo, si passa a quella con nervature. Questo secondo tipo, certamente più razionale, è quello generalmente preferito nel sistema *Hennebique*, e se ne vedranno degli esempi parlando dei ponti.

Pareti verticali — Pilastrì.

La lastra *Monier*, posta verticalmente, fornisce una parete di chiusura. Se essa deve sopportare un carico esclusivamente verticale e perfettamente centrato si potrà accontentarsi di armarla con una sola rete disposta nel suo piano medio. Le bacchette verticali fungeranno da barre di resistenza, quelle orizzontali da barre di ripartizione. Ma quando, e sarà il caso più comune, siano da prevedersi anche sollecitazioni orizzontali, l'una o l'altra delle faccie della lastra potrà subire sforzi di tensione, sarà allora necessario adottare una doppia armatura; una rete sarà adiacente ad una faccia della lastra, la seconda all'altra.

Generalmente queste chiusure negli edifici sono limitate ai pannelli lasciati da una grossa intelaiatura formata da ritti e da architravi, ed allora il muro continuo, a tutto spessore, può essere sostituito da due lastre relativamente sottili, comprendenti fra loro un materasso d'aria. Quando queste chiusure non debbano pesare sulla costruzione sottostante, si può scaricare il peso sui ritti laterali adottando nell'armatura la disposizione arcuata, per le barre di ripartizione, suggerita dal *Wayss* (fig. 179).

I pilastrì in *béton armato* s'incontrano specialmente nelle costruzioni *Hennebique*.

L'armatura (fig. 180) risulta, al solito, da ferri tondi situati in prossimità delle faccie esterne del pilastrò, riuniti di tanto

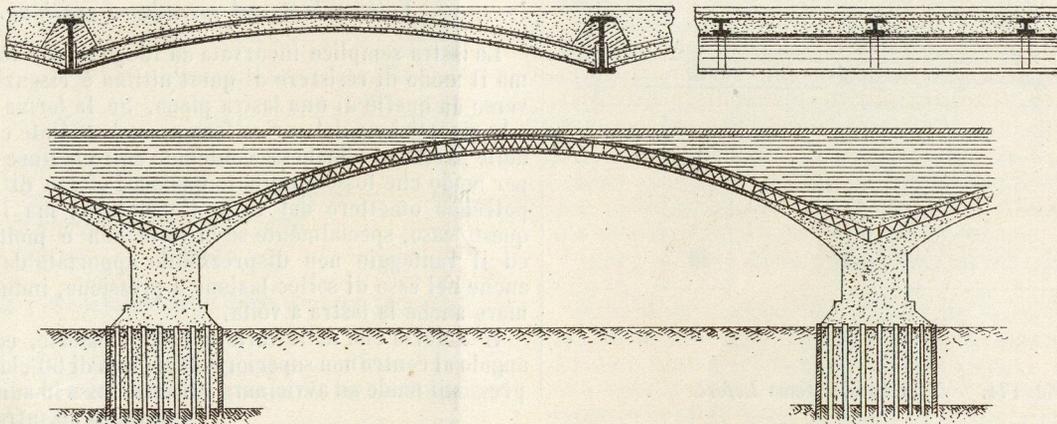


Fig. 178. — Tipo di volta, sistema *Melan*.

Nel sistema *Melan* (fig. 178) non esistono, di massima, barre di ripartizione, e le barre di resistenza acquistano l'importanza di travi sagomate, in generale a doppio T, ma di dimensioni diversissime, secondo la portata della volta e l'importanza del carico. Mentre, per voltine da impalcatura, le suddette travi hanno dimensioni limitatissime, per volte da ponte possono anche assumere l'importanza di travi reticolari. Queste travi, funzionando da centine durante la costruzione, permettono di ridurre ad un'importanza minima i ponti di servizio. Allo scopo poi di localizzare la curva delle pressioni, di eliminare gli sforzi provenienti da variazioni di temperatura, come pure per evitare anormali deformazioni durante la costruzione, si è adottato ultimamente in questo sistema il partito di provvedere gli archi di tre articolazioni (cerniere d'imposta e cerniere al vertice), disposizione già da gran tempo adottata per ponti metallici ad arco, e che ora ha preso voga anche per ponti in muratura.

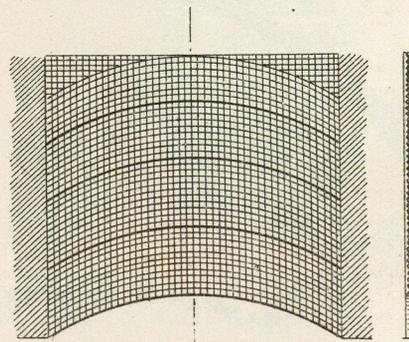


Fig. 179. — Diaframmi per pareti verticali, sistema *Wayss*.

in tanto da piastrine in ferro moietta, o, meglio, collegati da fil di ferro posto bene in tensione.

Vi sono poi numerosi altri tipi di colonne o pilastri in ferro e *béton*, che vennero adottati specialmente in America, nei quali però il ferro trovasi rappresentato da vere travi semplici o composte, ed il *béton* vi assume piuttosto il carattere di un involucro protettore contro la ruggine e contro il fuoco.

Tubi, serbatoi.

I tubi in *béton* armato, secondo la loro destinazione, si troveranno soggetti ad una pressione, che supporremo uniformemente distribuita, diretta radialmente e prevalente dall'esterno verso l'interno, o dall'interno verso l'esterno.

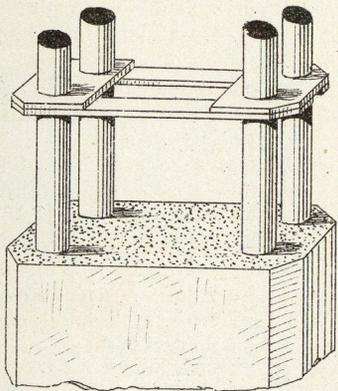


Fig. 180. — Tipo di armatura per pilastri, sistema *Hennebique*.

Nel primo caso (fig. 181) essi, per il modo di resistere, sono assimilabili ad una volta intera, chiusa su se stessa; e quindi nel tipo *Monier*, che è il più frequente, l'armatura consiste di anelli (barre di resistenza) in ferro tondo, posti a piccola distanza fra loro, ed in prossimità della superficie interna; mentre altre barre diritte (barre di ripartizione)

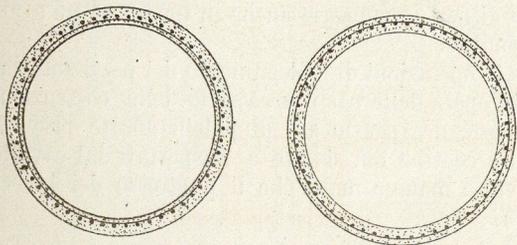


Fig. 181-182. — Tubi in *béton* armato, soggetti a pressione prevalente rispettivamente esterna ed interna.

disposte secondo le generatrici, appoggiano su di quelli, e con essi sono collegate. Talvolta, allo scopo di diminuire il numero delle legature, invece di adoperare per barre di resistenza anelli discontinui, si adotta un filo unico disposto ad elica.

Nel secondo caso, quando cioè la pressione è prevalente dall'interno verso l'esterno, e ciò si verifica anche nei serbatoi, l'unica variante da apportare all'armatura precedente si è di disporre gli anelli (barre di resistenza) in prossimità della superficie esterna (fig. 182) e le barre di ripartizione secondo generatrici appoggiate a quelli, ma dalla parte interna.

(Continua).

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900
A PARIGI

LE COSTRUZIONI METALLICHE MODERNE
NEI LORO RECENTI PROGRESSI

(Continuazione)

IV.

I ponti di servizio per la messa in opera
delle costruzioni metalliche.

La scelta dei sistemi di impalcatura e di manovra pel montaggio delle costruzioni metalliche ha essenzialmente un'importanza economica, poichè influisce su due fattori principalissimi della spesa: il tempo necessario alla posa in opera delle singole parti ed il costo dei ponti di servizio e degli apparecchi di sollevamento. Questi e quelli debbono inoltre essere studiati in modo da prevenire ogni possibile disgrazia agli operai, esposti a molti pericoli in questo genere di costruzioni, la cui stabilità non è raggiunta, se non quando tutte le membrature sono state collocate a posto e convenientemente unite.

Il problema è quindi dei più complessi, e nel risolverlo si deve avere riguardo alla disposizione e struttura del manufatto, nonché alla distanza più o meno grande fra le officine costruttrici ed i cantieri di montaggio. La prima somministra i criteri necessari per scegliere i tipi più convenienti di impalcatura e fissare l'ordine delle successive fasi della posa in opera; la seconda, invece, può far preferire piuttosto il trasporto di grossi tronchi di travatura già ultimati nelle officine, o l'esecuzione delle chiodature su luogo.

*

Caratteri essenziali dei differenti sistemi di montaggio.

— Gli edifici dell'Esposizione, nella varietà dei loro tipi, presentano un saggio di quasi tutte le esigenze più disparate, a cui accade di dover soddisfare nella posa in opera dei manufatti metallici: cosicchè un breve studio comparativo dei procedimenti adottati permette di apprezzare l'efficacia dei mezzi di cui dispone in questo campo importantissimo la tecnica moderna.

Dal semplice confronto dei differenti sistemi risulta poi evidente la possibilità di classificarli secondo due indirizzi fondamentalmente diversi: l'uno conveniente per gli edifici a pianta molto variata, nei quali ogni motivo si ripete un piccolo numero di volte; l'altro adatto alle costruzioni con grande sviluppo longitudinale di gallerie.

Nel primo sistema, applicato ai due Palazzi del Campo di Marte prossimi alla Senna ed a tutti quelli della Spianata degli Invalidi, il montaggio procede d'ordinario per zone parallele alla testa degli edifici; si rizzano cioè una dopo l'altra le centine allineate su di una stessa sezione trasversale della navata multipla, per passare in seguito alla fila consecutiva; ovvero si segue quell'ordine che caso per caso è ritenuto il più conveniente alla pronta esecuzione del lavoro. Occorre quindi ricorrere ad apparecchi poco ingombranti, come le capre ed i cavalletti, i quali, appunto perchè non sono studiati in modo esclusivo pel montaggio di una data trave, possono eseguire con buon successo le differenti manovre richieste nella posa in opera di un edificio vario per la struttura delle singole sue parti.

Il secondo sistema invece consiste nell'uso di grandi ponti di servizio, costruiti appositamente per ciascun tipo di galleria, allo scopo di sorreggere gli apparecchi di sollevamento e le piattaforme di lavoro nelle posizioni più convenienti per la pronta esecuzione dell'opera. Esso fu applicato nella maggior parte dei Palazzi del Campo di Marte, ove la notevole

vano, costituiti di due ritto CD , $C'D'$, rinforzati da saette oblique ED , FD e sorreggenti un puntone orizzontale di colmo DD' , che sporge di sbalzo al di là degli appoggi per un conveniente tratto, e porta all'estremità la carrucola di rimando della catena montacarichi. L'altezza di questi cavalletti dal piano di appoggio permise di costruire i ponti di servizio assai più bassi di quelli adoperati nella posa in opera del Palazzo dei Filati; ma questo guadagno non va disgiunto dall'inconveniente di dover collocare verricelli della forza di 5000 kg. per comando della catena sui ritto del cavalletto, costringendo così ad eseguire tutte le manovre dalla piattaforma superiore, con grave impaccio e pericolo per gli operai. Gli svantaggi di questa disposizione, che diviene ogni giorno più rara nelle abitudini dei buoni costruttori, apparvero con maggior evidenza nel ponte di servizio per le gallerie di piccola luce, sul quale manovravano due cavalletti mobili in direzioni perpendicolari l'una all'altra; e che è appunto quello rappresentato in due proiezioni dalla fig. 186.

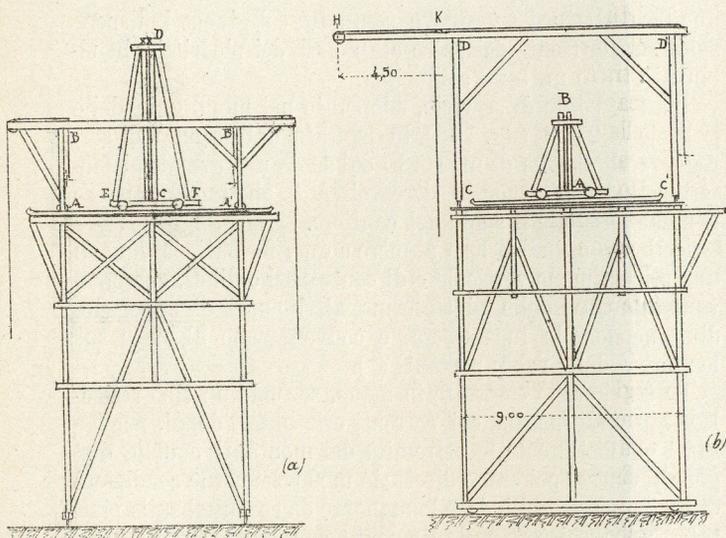


Fig. 186. — Ponte di servizio della Ditta Baudet, Donon e C. per il Palazzo delle Industrie chimiche.

Il più basso AB correva liberamente sotto al più elevato CD , e serviva per sollevare i piedritti, le travi di parapetto del primo piano e gli archi di collegamento longitudinale; il più alto operava ad una sola estremità del suo puntone di colmo, che per un tratto di m. 4,50 sporgeva dalla fronte dell'impalcatura, portando due carrucole fisse: quella di estremità H pel collocamento degli arcarecci della campata in corso di costruzione, e un'altra K a filo del parapetto per sollevare le centine della galleria.

Il cavalletto del ponte di servizio per le navate maggiori presentava una singolarità nel braccio diretto obliquamente in alto, articolato alla trave orizzontale di colmo in corrispondenza del ritto anteriore.

Grazie a questa appendice, esso servì a porre in opera il lucernario delle gallerie di 27 m., superando colla sua estremità l'altezza massima della costruzione di m. 22,90; ma per eseguire il montaggio delle grandi centine della navata trasversale di m. 27,40 di luce, che separa il Palazzo delle Industrie chimiche da quello del Genio Civile, si dovette sostituire tutto l'apparecchio di sollevamento con due gru, che potessero elevare i loro ganci fino al comignolo del tetto a m. 25,35 dal suolo.

*

L'ordine delle fasi successive seguite nel montaggio del Palazzo delle Industrie chimiche, non è quello che corrisponde meglio alla genesi razionale della sua ossatura metallica. Si è veduto infatti che la parte portante della travatura del coperto consiste nel timpano reticolare insistente sulle gallerie di 9 m., col quale formano sistema le due mensole-sostegno delle falde di tetto adiacenti.

Ora, in questi tipi di travi con parti sporgenti di sbalzo dagli appoggi, i piedritti e le aste del reticolato sono cimentate da sforzi relativamente piccoli in confronto a quanto avverrebbe in sistemi di ugual portata con appoggi di estremità.

Ma tali vantaggi sono subordinati alla perfetta simmetria dello schema e dei carichi.

Se questa viene turbata, sia pure temporaneamente durante le operazioni di montaggio (come accadde nel Palazzo delle Industrie chimiche, ove la posa in opera dell'ossatura metallica procedette per navate), si generano di necessità, nella porzione centrale della travatura, sforzi differenti da quelli pei quali essa fu calcolata; ed i piedritti invece di comportarsi come solidi caricati di punta vengono solleccati da momenti flettenti di grande intensità.

Negli altri due edifici del Campo di Marte, nei quali si adottò lo stesso tipo di incavallatura, i costruttori evitarono l'inconveniente accennato, procedendo immediatamente alla posa in opera della trave a cavalletto, che ne costituisce la parte portante. Essi seppero anzi soddisfare alle esigenze speciali del caso colla massima semplicità delle manovre e degli apparecchi di montaggio adottati.

Così per il *Palazzo del Genio Civile*, la *Ditta Daydé e Pillé*, che ne fornì in massima parte l'ossatura metallica, fece uso di due ponti di servizio simmetrici, mobili ciascuno in direzione parallela all'asse della navata su binari di guida di 7 m. di scartamento. I carrelli montacarichi, di cui erano muniti i due palchi sui loro fianchi affacciati, permettevano a volta a volta la posa in opera del tronco di galleria di 9 m. frapposto, mentre altri apparecchi manovranti sulle fronti posteriori dei ponti eseguivano il montaggio delle due falde di tetto adiacenti alla campata precedente già costruita. In fine un'apposita impalcatura ultimava per proprio conto il lavoro, collocando il lucernario.

Sono principalmente degne di nota le disposizioni dei due palchi coniugati. Ognuno risultava di un cavalletto in legno che a m. 16,64 dal suolo reggeva una grande piattaforma di m. $10,60 \times 14,52$. Al di sopra di essa si prolungavano i montanti d'angolo dell'impalcatura, che portavano a livelli differenti due coppie di longarine: la superiore parallela ai piani delle incavallature, sosteneva a m. 25,45 di altezza il binario di corsa del braccio metallico, che sporgeva di sbalzo per un tratto di m. 6 dalla fronte posteriore del palco; la coppia di longarine più basse, parallele all'asse delle gallerie, reggeva le guide di un altro braccio diretto normalmente al primo, che sporgeva di m. 5,43 verso l'asse della corsia di 9 m. di luce.

Ciascun braccio portava sull'estremità opposta a quella sporgente di sbalzo la quantità di zavorra necessaria ad equilibrare il carrello montacarichi, quando sollevava i massimi pesi, occupando la posizione estrema. Ma questa quantità era relativamente piccola, grazie alla forte distanza degli appoggi, e precisamente bastavano 240 kg. pel primo braccio, a cui corrispondeva uno scartamento di m. 9,30; e 820 kg. pel secondo, che aveva uno scartamento di soli m. 7.

Tutte le manovre erano fatte a mano con verricelli collocati sulla grande piattaforma. Le unioni dei pezzi sollevati si eseguivano poi da apposite squadre di operai su quattro piani di lavoro, disposti a convenienti altezze, che,

scorrendo sui loro appoggi, si ritiravano entro l'incastellatura dei palchi, quando, terminato il montaggio di una campata, bisognava far avanzare il ponte per principiare quello della successiva.

*

Il criterio fondamentale del procedimento descritto e la struttura degli apparecchi usati, classificano l'esempio precedente in quella categoria di sistemi di montaggio, nella quale alle grandi piattaforme di servizio si sostituiscono palchi assai meno ingombranti, il cui profilo non è vincolato in modo assoluto alla forma delle centine da porsi in opera. Riesce così assai più facile adattare gli stessi ponti di servizio a gallerie alquanto diverse per forma e grandezza.

L'esempio precedente non ci ha dato occasione di apprezzare questa importante proprietà del metodo, poichè l'ossatura metallica del Palazzo del Genio Civile riproduce in tutte le sue parti lo stesso motivo colle identiche dimensioni.

Ma la Ditta *J. Roussel* ebbe agio di riconoscerne i vantaggi nel *Palazzo della Meccanica*, ove con due sole impalcature (fig. 187) assolutamente identiche per forma e dimensioni collocò in opera tutte le gallerie normali, e la navata di m. 27,40 in testa all'edificio, uguale a quella che nel Palazzo simmetrico delle Industrie chimiche aveva imposto un'apposita modificazione dei ponti di servizio.

Tuttavia i due palchi di manovra, che servirono al montaggio della Galleria della Meccanica, avrebbero forse potuto piegarsi un po' meglio alle esigenze del caso speciale senza perdere la loro generalità di applicazione.

Ciascuno di essi era infatti costituito di un'incastellatura di legno in forma di pila assolutamente regolare su base quadrata di m. 7,50 di lato, con due sole piattaforme; una delle quali situata alla sommità a m. 27,15 dal suolo, sorreggeva le guide *mn* e *ll* del braccio di direzione, l'altra alla base del palco portava i verricelli.

Nessun piano speciale di lavoro favoriva l'esecuzione delle chiodature occorrenti per unire i tronchi di travatura collocati al loro posto; cosicchè le stesse incavallature, pesanti all'incirca 5 tonn., si dovettero comporre per intero sul suolo del cantiere ed innalzarle poi in un sol pezzo fino alla sommità dei piedritti per mezzo di carrucole *a*, *b*, *c* fisse al parapetto dei palchi, come rappresenta la fig. 187.

Questi poi, mantenendosi costantemente alla distanza di m. 16,50 da asse ad asse, procedevano di conserva alla posa

in opera delle travi del solaio, degli archi longitudinali di collegamento e degli arcarecci del tetto; anzi, essendo la portata dei bracci di direzione abbastanza grande per servire una zona di 36 m. di larghezza, si riuscì a montare al tempo stesso il lucernario.

Merita una parola di encomio il nuovo sistema di guidare i bracci di direzione, dedotto dal noto metodo di tracciare l'ellisse, facendo scorrere su due rette ortogonali gli estremi di un segmento uguale alla differenza dei due semi-assi. A tale scopo le due travi metalliche ad *U*, costituenti la membratura orizzontale dell'apparecchio (fig. 187), poggiavano in corrispondenza dell'estremo posteriore *D* e di un punto intermedio *S* su due carrelli a quattro ruote, guidati da piccoli binari *mn* ed *ll* di soli 80 cm. di scartamento in direzioni perpendicolari l'uno all'altro. Il braccio di manovra era unito ai carrelli per mezzo di cerniere formate ciascuna da una caviglia verticale di ritegno e da 4 rulli tronco-conici di appoggio.

Così la minima resistenza di attrito nelle articolazioni facilitava la manovra dell'apparecchio fatta dal basso per mezzo di una catena senza fine, che metteva in movimento uno degli assi del carrello centrale *S*.

In virtù della disposizione accennata, l'estremità anteriore del braccio, che sporgeva di sbalzo dall'appoggio *S* per un tratto di m. 7,50, descriveva un arco di ellisse col l'asse maggiore parallelo alla fronte di montaggio. Così la zona, nella quale poteva manovrare il carrello montacarichi, riusciva assai più larga di quanto si sarebbe ottenuto, dando al braccio di direzione un moto rotatorio, come nel palco di manovra della Ditta *Moisant e C.*; e la minore sporgenza dell'estremità libera dell'apparecchio permetteva di assicurarne più agevolmente la stabilità con un piccolo contrappeso insistente sull'estremo posteriore.

*

Dopo gli esempi scelti fra i più degni di nota, coll'intento di chiarire i concetti fondamentali che presiedono alla scelta dei sistemi di montaggio, i metodi adottati negli altri edifici dell'Esposizione non hanno gran che di nuovo da insegnarci.

Meritano tuttavia alcuni cenni illustrativi, per l'importanza eccezionale delle costruzioni, i *Ponti di servizio*, coi quali si misero in opera la navata maggiore del *Grande Palazzo* per le Belle Arti, la Sala centrale dell'Elettricità e il Padiglione Schneider.

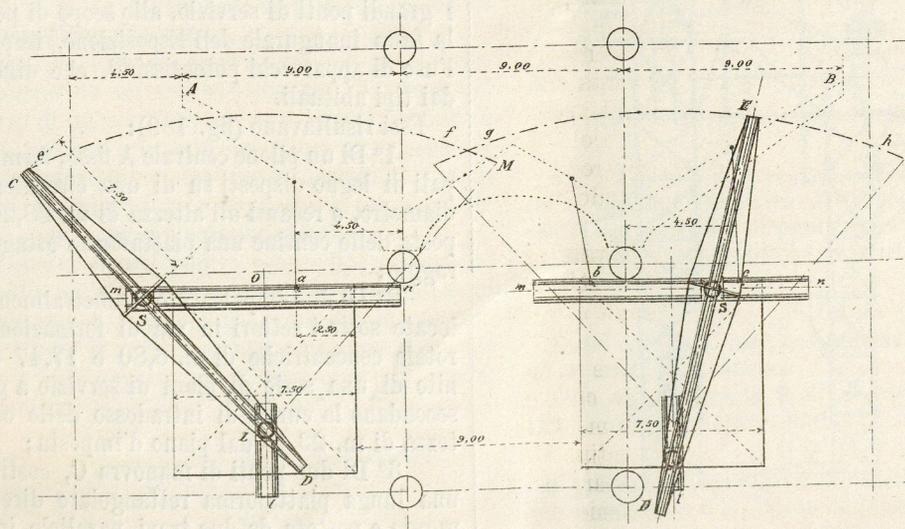


Fig. 187. — Disposizione dei palchi di manovra della Ditta *J. Roussel* per il montaggio del Palazzo della Meccanica.

Cominciando dalla prima, è notevole la differenza essenziale dei metodi adottati dalle due Ditte, che ne eseguirono le parti laterali.

La « Société des Ponts », aggiudicatrice dell'ala sinistra, fece uso di un grande ponte di servizio, che abbracciava la Galleria in tutta la sua larghezza; invece i costruttori Moisant e C. misero in opera l'ala destra con un apparecchio che nella sua ossatura e nei particolari del braccio di manovra mobile sulla piattaforma superiore riproduceva le disposizioni adottate dalla stessa Ditta nel palco per la posa in opera del Palazzo dei Filati.

Però la funzione dell'apparecchio nel Grande Palazzo era assolutamente diversa, dovendo un pilone di soli m. 8,60 di lato servire tutta la sezione di 45 metri di ampiezza. Si fece quindi uso di un carro-ponte mobile nel senso longitudinale della navata, sul quale si spostava trasversalmente il pilone di manovra. Montate con questo apparecchio le gallerie laterali, si posero in opera le grandi centine a pieno sesto, procedendo di sbalzo dalle imposte fino all'attacco dell'arcareccio num. 3 (fig. 147); poi, collocati due puntelli in legno sotto ai tronchi dell'incavallatura già eseguiti, si ottenne, per mezzo di due verricelli a vite, il sollevamento delle loro estremità ed il giuoco necessario per montare gli ultimi tronchi dell'arco.

Per mezzo di passerelle sospese agli arcarecci num. 3, costituenti dei piani provvisori di lavoro, si ultimavano poi le chiodature e l'attacco delle parti decorative, procedendo dall'una all'altra campata; e a questa bisogna attendeva pure il ponte di servizio, operando il trasporto delle passerelle col potente apparecchio di manovra, comandato da un motore elettrico sulla piattaforma inferiore.

In conclusione, il carattere essenziale del metodo descritto consiste nelle dimensioni estremamente ridotte del palco di manovra; e in questo vantaggio economico si deve riconoscere una preziosa proprietà delle travature con imposte solidamente incastrate nel suolo, come le centine del Grande Palazzo.

*

Il Padiglione centrale della navata maggiore, opera lodatissima degli ingegneri Daydé e Pillé, fu eseguito per mezzo di un'impalcatura fissa (fig. 188), che risolveva in

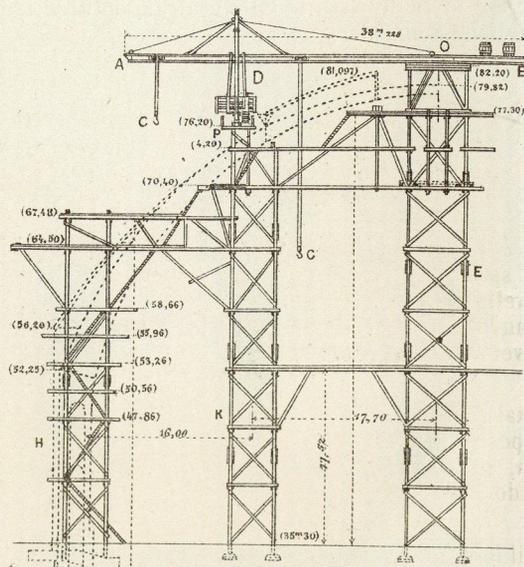


Fig. 188. — Ponte di servizio della Ditta Daydé e Pillé per la messa in opera del Padiglione centrale del Grande Palazzo.

modo assai semplice il problema della messa in opera del grandioso bacino.

Essa risultava essenzialmente di un pilone in legname E, collocato nel centro dell'area da coprire, e di un ponte di servizio disposto lungo il contorno di essa e sorretto da una corona di cavalletti come H K, che misuravano m. 16 di scartamento fra gli assi delle pile di appoggio.

In alto, a m. 47 dal suolo, rotava in un piano orizzontale un braccio di direzione, formato da due travi gemelle A B, armate, che in O si impernavano in un anello fisso alla piattaforma di coronamento del pilone, e in D per mezzo di un cavalletto a due ruote poggiavano su di una rotaia circolare P portata dal ponte di servizio. All'estremità B un contrappeso equilibrava le travi formanti la membratura orizzontale del braccio di manovra, sulle quali correvano due carrelli montacarichi, uno destinato al servizio della zona di raggio O D, l'altro a quella corrispondente al tratto D A. Il sollevamento dei ganci di sospensione era eseguito da un verricello a vapore; tutti gli altri movimenti si facevano a braccia d'uomo dai differenti palchi di lavoro collocati a convenienti altezze.

*

Accennerò ancora di passaggio ai ponti di servizio, coi quali la Ditta Baudet e Donon eseguì il *Montaggio della taula centrale per l'Elettricità*, ove la forma irregolare dell'edificio obbligò i costruttori a valersi di un'impalcatura fissa nel centro, che richiese 337 m³ di legname, e di due altre, mobili nel senso longitudinale della navata, di 226 m³ ciascuna.

Tuttavia queste solidissime intelaiature non si mostrano abbastanza rigide, data la loro considerevole altezza, per assicurare la posizione verticale dei piedritti, montati per tronchi di peso non superiore a 3 tonn.; ma un semplice artificio permise di rettificarne la posizione, fissando in via provvisoria sui piedritti, a differenti altezze, le travi destinate al solaio del primo piano, la cui lunghezza corrispondeva quindi esattamente alla luce della navata.

*

Viene ultima in questa rassegna affrettata la descrizione del *sistema di montaggio*, adottato dai signori *Schneider* per il *Padiglione a cupola*, nel quale essi raccolsero l'importantissima mostra delle loro officine. La necessità d'eseguire in soli 35 giorni tutti i lavori, per i quali occorrevano i grandi ponti di servizio, allo scopo di poterli demolire per la festa inaugurale dell'Esposizione, impose ai costruttori l'uso di apparecchi potentissimi, che differiscono alquanto dai tipi abituali.

Essi risultavano (fig. 189):

1° Di un pilone centrale A fisso, formato di otto robusti pali di legno disposti su di una circonferenza di m. 7 di diametro, e recanti all'altezza di m. 28,20 dal piano d'imposta delle centine una piattaforma ottagonale di m. 5 di raggio;

2° Di due impalcature diametralmente opposte B, collocate sotto i settori in via di formazione, mobili su due rotaie concentriche di m. 6,80 e 17,47 di raggio, e munite di una serie di piani di servizio a gradinata, che assecondano la curva di intradosso delle centine fino all'altezza di m. 23,46 dal piano d'imposta;

3° Di due ponti di manovra C, costituiti ciascuno di una lunga piattaforma rettangolare diretta nel senso del raggio e portata da due travi parallele in legno che poggiano ad un estremo sul pilone centrale e all'altro su di un cavalletto mobile intorno all'asse della Cupola.

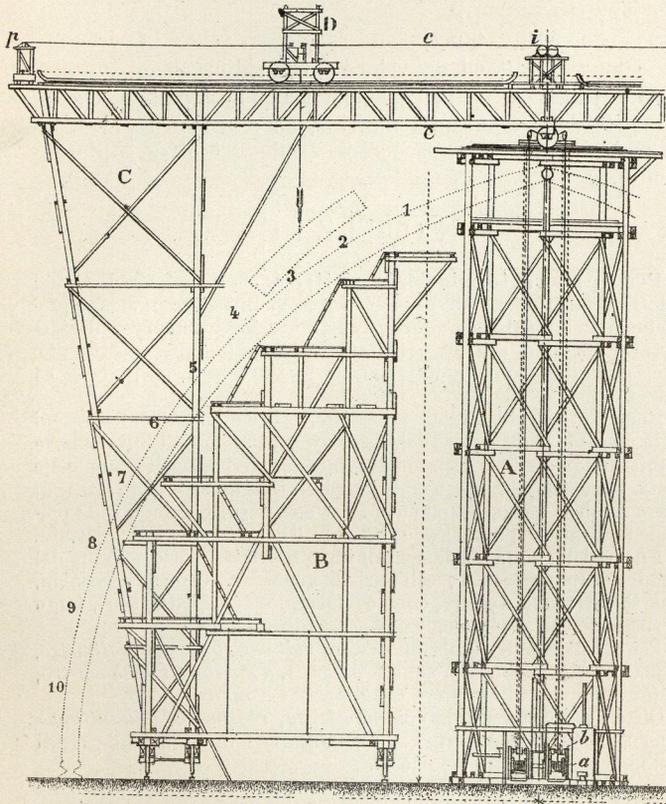


Fig. 189. — Ponte di servizio
per la posa in opera del Paligione Schneider.

Pel binario di guida, con uno scartamento di soli m. 2, si utilizzò come rotaia interna una di quelle collocate per le impalcature di servizio.

Questa disposizione, imposta dallo spazio limitatissimo di cui si poteva disporre sul contorno dell'area occupata dalla Cupola, impediva naturalmente di portare ciascun ponte di manovra al disopra della corrispondente impalcatura.

I tronchi delle centine si dovettero quindi sollevare di sbalzo, disponendo sul grande carrello D di manovra mobile nel senso del raggio un piccolo carrello montacarichi della forza di 1800 kg., capace di spostarsi in direzione normale, ed equilibrato da contrappesi disposti all'estremità posteriore del suo piano di corsa.

Tutte le manovre, salvo la traslazione del piccolo carrello, si eseguirono da un palco collocato alla base del pilone per mezzo di un verricello unico a vapore, fornito di due tamburi *a* pel sollevamento dei ganci di sospensione operanti nei due settori diametralmente opposti in via di montaggio, e di due ruote a gole stampate *b* per le catene di comando dei grandi carrelli corrispondenti.

Ciascuno di questi organi poteva essere liberato o reso solidale a volontà coll'albero motore della locomobile; e un sistema di puleggie di rimando pendenti dal pilone centrale fisso, ma libere di orientarsi nella direzione dei ponti mobili, guidava agli apparecchi di manovra gli organi flessibili di trasmissione.

(Continua)

Ing. M. PANETTI.

MECCANICA APPLICATA

PROPOSTA DI UN NUOVO DIAGRAMMA PER LA DISTRIBUZIONE DEL VAPORE

dell'Ing. GIOVANNI CICALI.

Nel calcolo di una distribuzione col diagramma di Reuleaux si commettono degli errori di graficismo che, data la piccola scala in cui generalmente vengono disegnati tali diagrammi, possono portare differenze notevoli.

Questi errori ai quali voglio accennare si verificano più specialmente quando la manovella motrice è in vicinanza dei punti morti; in tal caso il calcolatore potrà malamente apprezzare, anche con compassi esattissimi, il valore giusto dello spostamento.

L'errore poi è anche più forte, se il calcolo viene eseguito col diagramma di Zeuner, perchè con difficoltà si potranno misurare le varie corde del circolo, rappresentanti gli spostamenti, quando la manovella descrive gli angoli prossimi a 0° ed a 180°; inoltre questo diagramma si presta poco alle correzioni dovute all'obliquità della biella.

Per ovviare a queste inesattezze grafiche, ho studiato un nuovo diagramma che, senza modificare punto il calcolo di una distribuzione, rende, per la sua forma, misurabili con esattezza, gli spostamenti del cassetto, ovunque questo si trovi.

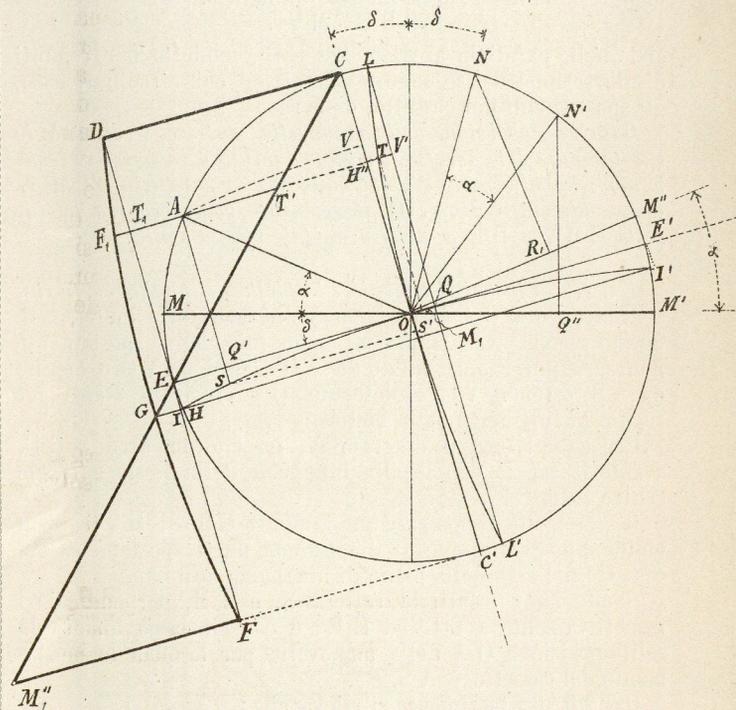


Fig. 190. — Nuovo diagramma per la distribuzione del vapore.

Sia δ l'angolo di precessione dell'eccentrico o l'angolo di cui si sposta l'eccentrico dalla posizione media, quando la manovella motrice è al punto morto.

Quando la manovella ha descritto l'angolo α , l'eccentrico si troverà in N' in modo che

$$NO N' = \alpha.$$

In tal caso OQ'' sarà lo spostamento del cassetto, a partire dalla posizione mediana.

Ora, se conduco la OM'' in modo che $M''OM' = \alpha$, avrò (tirando NR_1 perpendicolare ad OM''):

$$OQ'' = OR_1,$$

ossia il luogo dei punti R è il circolo di diametro ON , il quale come sappiamo è il circolo di Zeuner.

Ma pel diagramma di Reuleaux il segmento OQ'' rappresentante lo spostamento del cassetto per la posizione ON dell'eccentrico, è ottenuto abbassando da A la perpendicolare

al diametro OE facente l'angolo δ con la linea dei punti morti MM' . Ossia tutte le perpendicolari condotte dai punti A su questo diametro, rappresentano gli spostamenti del cassetto prendendo come origine la posizione media, e sono dati dalla:

$$AQ' = R \sin(\alpha + \delta),$$

ove R sta a rappresentare la mezza corsa.

Ciò premesso, vengo al diagramma, distinguendo due casi:

*

1° *Caso in cui si consideri la biella di lunghezza infinita.* — Sia OA una posizione qualunque della manovella motrice, corrispondente alla posizione ON' dell'eccentrico; allora per Reuleaux AQ' rappresenta lo spostamento del cassetto.

Conduciamo CO perpendicolare ad EE' , la tangente DF e le tangenti in C e C' e la retta CEM'_1 ; è facile dimostrare che lo spostamento subito dal cassetto per la rotazione α della manovella è rappresentato anche dal segmento T_1T' , ossia che:

$$AQ' = T_1T'.$$

Per essere il triangolo ET_1T' rettangolo e isoscele, ne viene:

$$T_1T' = ET_1,$$

e quindi essendo:

$$ET_1 = AQ',$$

abbiamo:

$$T_1T' = AQ', \text{ c. d. d.}$$

Lo stesso potendosi ripetere per tutte le posizioni della manovella motrice, si deduce che la figura:

$$CDEFM'_1C$$

ci dà nelle parallele al diametro EE' , condotte per i punti d'intersezione della manovella motrice col circolo di base, gli spostamenti del cassetto, ossia:

Data una posizione della manovella motrice, se si vuole lo spostamento del cassetto, basta pel punto d'incastro di essa manovella col circolo di base condurre la parallela alla EE' (perpendicolare alla CO), il segmento compreso fra le due rette CEM'_1 e DF ci determina tale spostamento.

*

2° *Caso in cui si consideri la biella di lunghezza finita.* — Sia ancora OA la posizione della manovella motrice. In questo secondo caso sappiamo benissimo che lo spostamento non sarà più rappresentato da AQ' , bensì da VO o meglio da AS , essendo V ed S determinati sugli archi aventi per raggio la lunghezza della biella.

Per completare il diagramma, traccio un arco DGF , avente il raggio eguale alla lunghezza della biella e il suo centro sulla EE' .

Riesce facile dimostrare che la figura $CDGF M'_1C$ è, con molta approssimazione, il diagramma degli spostamenti del cassetto nel caso della biella di lunghezza finita.

Conduciamo infatti le rette SS_1 e TM_1 perpendicolari rispettivamente a CC' ed EE' , e consideriamo ancora la solita posizione OA della manovella, per la quale lo spostamento del cassetto è AS .

Dalla figura facilmente si rileva che:

$$F_1T_1 = TV',$$

onde basterà provare che $Q'S$ è di poco differente da TV' per completare quanto è stato accennato sopra.

Facciamo:

$$TV' = x, \quad Q'S = x', \quad OM_1 = y.$$

Poichè gli archi IF' ed LL' hanno lo stesso raggio $r =$ lunghezza della biella, avremo facilmente:

$$\overline{SS_1}^2 = x'(2r - x') = R^2 \cos^2(\alpha + \delta),$$

$$\overline{TM_1}^2 = y(2r - y) = R^2 \sin^2(\alpha + \delta),$$

$$\overline{LQ} = \overline{OQ} (2r - \overline{OQ}) = R^2,$$

dalle quali se:

$$\left. \begin{array}{l} x \\ x' \\ QO \end{array} \right\} \text{son trascurabili rispetto a } 2r,$$

si ha senz'altro:

$$x = x',$$

È facile osservare che il diagramma è esatto per i valori:

$$\alpha + \delta = \begin{cases} 0^\circ \\ 90^\circ \\ \text{ed un valore intermedio.} \end{cases}$$

Si potrebbero discutere anche tutte le singole posizioni occupate dalla manovella motrice, ma essendo cosa evidente di per sè stessa, non occorrerà dilungarsi oltre sull'argomento.

NOTIZIE

Per la nuova terminologia elettrica. — Il prof. Guido Grassi del R. Museo Industriale Italiano si è fatto iniziatore di alcune proposte intese a far sì che i nuovi vocaboli introdotti e oramai adottati in tutte le lingue con un significato ben definito, siano scritti e pronunciati in italiano in un unico modo da tutti, scienziati, tecnici ed industriali.

Eppertanto il chiarissimo professore, riferendosi sulle discussioni fatte presso le varie sezioni dell'Associazione elettrotecnica italiana, e mantenendosi secondo le decisioni di carattere internazionale i nomi delle unità fondamentali, ma non lasciandosi trascinare dall'andazzo di usare vocaboli nuovi, quando non sono necessari, conclude colle proposte seguenti le quali paiono meritevoli di essere da tutti accettate.

I nomi delle unità fondamentali siano scritti nel modo stabilito dal Comitato Internazionale, coll'iniziale minuscola e siano invariabili, cioè si dica: *volt, ampère, ohm, coulomb, farad, joule, watt*, tanto al singolare che al plurale.

Per gli strumenti di misura si dica *voltmetro* (e non *voltmetro*, forma che ripugna alla pronuncia italiana), *amperometro, hòmmetro, wattometro*, e per i contatori, *contampère* e *contawatt*.

Oltre i vocaboli già in uso di *impedenza, reattanza, e induttanza* si adottino quelli di *ammittenza* e *conduttanza*, direttamente derivati dall'inglese, come i tre precedenti.

Si dica pure *sfasare, sfasatore, fasometro*, vocaboli derivati dalla parola *fase*; e le forme *bifase, trifase, polifase*, si adoperino come aggettivi, in luogo di *bifasico, trifasico*, ecc.

Le espressioni francesi *wattée* e *dewattée*, indicanti le due componenti della corrente alternata, l'una in fase colla *f, e. m.* e l'altra sfasata di $1/4$ di periodo si traducano con le parole *corrente in fase, e corrente in quadratura*.

Un vocabolo di uso frequentissimo, e che parve non potersi tradurre è quello di *shunt*; non vi dovrebbe però essere difficoltà ad usare, invece, il termine italiano *riduttore*, già adottato per indicare il *shunt* dei galvanometri.

Passando alle macchine, è giusto che invece di *trolley* si dica *rotella* e si adottino le espressioni *survolto* e *survoltrice*, mentre quella di *survoltaggio* è inutile, poichè noi diciamo *tensione* e non *voltaggio*.

Si dica poi: *scorrimento* in luogo di *slip*; *portata in ampère*, in luogo di *débit*; *avviamento* in luogo di *démarrage*, e così pure: *fattore di potenza, indicatore di terra*, e finalmente *inseritore* o *intercalatore* per indicare l'apparecchio che serve a regolare il numero di elementi di una batteria di accumulatori.

Nei motori elettrici a corrente alternata, la parte che ruota si dice *parte mobile* e l'altra *parte fissa*; nel caso poi che si voglia imitare la nomenclatura inglese di *rotor* e *stator* si scriva e si pronuncino *rotore, statore*.

L'apparecchio per regolare i motori, dagli inglesi detto *controller* si traduca *distributore* (quando non si preferisca dire, come già si fa in pratica, *regolatore*), e così: *dinamo composta* invece di *compound*; *calettamento* e *spostamento* invece di *calage* e *décalage* delle spazzole; *avvolgimento* invece di *bobinage*, e *rocchetto* anzichè *bobina*. Delle tre espressioni usate: *interferro, intraferro* e *trasferro* si preferisca la prima.

(Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana).

I risultati degli esperimenti del prof. B. Grassi contro la malaria. — Il primo resoconto degli esperimenti contro la malaria fatti ad Albanella sotto la direzione del prof. B. Grassi, con la collaborazione dei dottori Martirano, Blessich, Druetti e Gibblas e con l'aiuto degli impiegati ferroviari Jacobelli e Marcovecchio, è quanto mai concludente. Trattavasi di provare in modo assoluto ciò che il microscopio aveva già rivelato, vale a dire che la malaria si prende esclusivamente colla puntura di peculiari zanzare, gli Anofeli; e di vincere le difficoltà che possono incontrarsi nel mettere in pratica i nuovi dettami della scienza, desumendone le norme da adottarsi per liberare in pochi anni l'Italia dalla malaria.

Tali esperimenti dovevano consistere nel preservare dalla malaria un certo numero di individui, e questi furono gli agenti ferroviari colle rispettive famiglie, abitanti delle dieci case cantoniere e delle due stazioni ferroviarie (San Nicola Varco e Albanella) comprese dal chil. 5.023 al chil. 17.117 lungo la linea Battipaglia-Reggio; in tutto 104 persone, di cui 38 bambini al disotto dei 10 anni.

Fu scelta la località detta la *Piana di Capaccio*, che è tra le regioni più malariche d'Italia, e vennero applicate le due norme fondamentali stabilite dal Grassi fin dallo scorso anno, e cioè:

1° Cura degli individui ancora malarici nella stagione non malarica, vale a dire nell'epoca in cui gli Anofeli non sono ancora infetti (dal gennaio al giugno);

2° Preservazione dalle punture degli Anofeli durante la stagione malarica, specialmente coll'uso delle reticelle metalliche.

Questa preservazione consisteva nel ritirarsi al tramonto e restare fin dopo la levata del sole dentro le case riparate accuratamente fino ai camini da rete metallica, ovvero dentro il padiglione tutto di rete del quale era stata provvista ogni casa.

Gli impiegati che dovevano prestar servizio al tramonto o di notte, erano provvisti di un semplice velo, stretto attorno al cappello da un elastico, e di un paio di guanti di cotone, pesanti e a maglia molto stretta.

Ognuno comprende di leggieri gli ostacoli che incontrarono queste precauzioni, specialmente nei primi tempi, quando nessuno credeva alla loro efficacia. Nonostante ciò i 104 individui — tranne tre casi di recidivi mai stati precedentemente bonificati con la cura del chinino — restarono e sono tuttora rispettati dalle febbri malariche.

Per sorvegliare personalmente gli esperimenti, il prof. Grassi ha passato sul luogo tre giorni ogni settimana, dormendo colle finestre aperte alla stazione di Albanella, cosa che fecero anche, per una durata poco minore, il dott. Martirano e l'ispettore sanitario delle ferrovie dott. Blessich.

La diligente Relazione con copia di dati e di dimostrazioni conclude coll'affermare che nella *Piana di Capaccio* gli individui protetti si preservarono tutti dalla malaria, mentre quelli non protetti ne furono tutti colpiti, anche se le loro abitazioni si trovavano in condizioni migliori (fattorie in posizioni più elevate).

Evidentemente il duplice scopo per cui furono fatti gli esperimenti è stato raggiunto al di là d'ogni speranza, e i due grandi precetti — bonifica degli individui malarici specialmente nella stagione non malarica; preservazione dalle punture degli *Anopheles* — si sono dimostrati applicabili alla pratica dando la sicurezza che è possibile redimere in breve tempo l'Italia dalla malaria.

(Atti della R. Accademia dei Lincei).

BIBLIOGRAFIA

L'Esercizio economico delle ferrovie a traffico limitato, comprese nelle grandi reti della Francia e del Belgio. — Relazione del R. Ispettore delle Strade ferrate ing. VINCENZO CAPELLO a S. E. il Ministro dei Lavori Pubblici. — Opuscolo in 8° di pag. 186 e 5 tav. litografate. — Roma, 1900.

La diligente relazione che l'ing. Vincenzo Capello, Regio Ispettore delle strade ferrate, ha presentato sulla missione che eragli stata affidata dal Ministro dei Lavori pubblici, l'On. Lacava, nell'intento di studiare con quali modalità le grandi Amministrazioni ferroviarie della Francia e del Belgio esercitino le linee di traffico limitato comprese nelle loro rispettive reti e di raccogliere così gli elementi più utili e necessari a compiersi per iniziare sulle nostre linee di traffico limitato un sistema di servizio più confacente alle condizioni delle linee stesse ed ai bisogni delle regioni servite, è riuscita densa di fatti e tale da portare un utilissimo contributo alla soluzione del problema per le ferrovie italiane, che in questi ultimi anni si è venuto presentando sempre più grave.

Inquantochè è duopo notare che le medesime condizioni di cose si sono manifestate in Francia e nel Belgio per la successiva aggregazione alle linee principali di linee di secondaria importanza, e con traffico siffattamente debole da non compensare industrialmente le spese dell'esercizio fatto colle norme in uso sulle linee principali.

Dapprima fu tentato l'espedito di limitare la velocità ed il numero dei convogli e la quantità del personale di servizio, ma si ebbe per risultato la diminuzione del numero dei viaggiatori e il peggioramento del servizio; inoltre l'elevato rapporto che persisteva fra le spese ed i prodotti impediva ogni riduzione di tariffe, e quindi ogni aumento nel traffico.

Mentre così serie difficoltà si incontravano sulle reti principali per un esercizio industrialmente economico delle linee a debole traffico, sorgevano, specialmente nel nord della Francia, società le quali assumendo l'esercizio di linee costruite da Consorzi o da Comuni, le esercitavano con norme assolutamente differenti, con soddisfazione del pubblico e con buoni risultati economici. Il principio era quello di adattare i mezzi al fine; quindi norme di servizio e tariffe semplici, conformi alla natura ed entità del traffico servito, personale limitato, treni di piccola composizione, ma con velocità non eccessivamente ridotte, e con frequenza di corse sufficiente, personale dirigente ridotto di numero, e quindi spese generali modeste.

Fu la Compagnia delle strade ferrate del Nord francese la prima a risolversi ad abbandonare il concetto dell'uniformità delle norme

di servizio su tutte le linee della rete, e, stralciando da questa le linee di traffico limitato, ad applicare ad esse modalità di servizio che permettessero un esercizio più economico.

Alle ferrovie del Nord fecero seguito quelle dell'Ovest, e poi quelle dell'Orléans. L'Amministrazione delle ferrovie dello Stato venne ultima, sebbene abbia la massima parte di linee a traffico limitato.

Le altre reti, quelle dell'Est, del Paris-Lyon-Méditerranée e del Midi hanno anch'esse, in seguito, semplificato il loro servizio per diminuire le spese, ma in effetto senza dare al servizio economico l'importanza che vi hanno dato le altre.

Nel Belgio, lo Stato, man mano che col riscatto delle ferrovie, fra le quali diverse di secondaria importanza, andò aumentando la sua rete, fu costretto anch'esso ad adottare modalità di esercizio, adatte all'importanza del traffico servito, ma per la natura ed ubicazione delle linee, nelle quali si hanno tratti saltuari di traffico importante, dovette limitare il numero delle linee esercitate in modo economico, intercalando però dei servizi economici locali nel servizio generale e cercando di raggiungere, nel complesso delle norme di servizio, una certa semplicità, che permettesse di tenere il costo dell'unità di trasporto abbastanza limitato.

Inoltre, tanto in Francia che nel Belgio veniva pure studiato quali fossero le modalità da preferire sia per la costruzione che per l'esercizio delle linee in progetto, le quali si prevedevano di poco traffico. E si concluse per la costruzione di ferrovie a scartamento ridotto, ma ricordate alle stazioni delle ferrovie principali.

L'ingegnere Capello prese ad esporre, nella sua Relazione, le modalità di esercizio economico adottate dalle grandi reti ferroviarie ora accennate, e ad indicare pure sommariamente le condizioni alle quali venne assoggettata tanto la costruzione che l'esercizio delle ferrovie a scartamento ridotto, aggregate alle grandi reti.

In Francia le *Strade ferrate del Nord* hanno diviso le linee di traffico limitato in 11 gruppi oltre a 5 linee isolate; esse complessivamente presentano uno sviluppo di km. 1656.

Ma son tutte linee sulle quali la scarsità del traffico va intesa in modo del tutto relativo, cioè avuto riguardo al prodotto medio chilometrico sull'intera rete del Nord, che nel 1898 raggiunse l'ingente cifra di lire 58.696, mentre da noi il prodotto medio chilometrico non arriva alle 24.000.

Orbene, degli 11 gruppi di linee trattate col regime economico uno solo ebbe soltanto un prodotto annuo chilometrico inferiore alle lire 9000, gli altri lo hanno tutti superiore alle lire 13.500. Le linee isolate, salvo la Chauny-Anizy e la Denain-St. Armand che presentano un prodotto chilometrico di circa lire 6500, hanno tutte un traffico sensibilmente alto fino alla St. Omer-en-Chaussée-Amiens il cui prodotto chilometrico annuo è di lire 18.500. Invece per la maggior parte delle nostre linee secondarie il prodotto chilometrico annuo di lire 6000 sarebbe un vero desiderato.

Il regime economico attuato sui suddetti 11 gruppi di linee si fonda sull'azione direttiva pressochè autonoma lasciata ai capi-gruppo, sulla specializzazione per ogni gruppo di un dato numero di locomotive, vetture e carri, col relativo personale, sulla interpolazione fra le stazioni di fermate varie, coi nomi di *haltes, garages, points d'arrêt*, servite da personale limitatissimo, il più delle volte da quello stesso addetto alla custodia della linea e dei passaggi a livello, e spesso da donne, mogli, figli o sorelle degli impiegati e dei casellanti; sulla istituzione di treni leggerissimi e frequenti, sulla conseguente separazione del servizio merci da quello viaggiatori, e sull'uso del telefono anche per i bisogni del movimento dei treni.

Speciale e personale cura del capo-gruppo è la maggior possibile utilizzazione del materiale, e le sue facoltà si estendono fino ad ordinare variazioni nel numero dei treni.

La limitazione del personale nelle stazioni è spinta fino all'ultima espressione: un capo-stazione ed un manovale, aiutato solo nei momenti di maggior traffico da un secondo manovale, bastano al servizio di una stazione di movimento relativamente considerevole, mentre nelle fermate il servizio intero è generalmente affidato ad una donna. Quando occorre anche l'opera di un manovale, la Società vi pone un agente di categoria inferiore con la moglie. Questa funziona da capo-fermata ed il marito da manovale con l'incarico anche della sorveglianza di un piccolo tratto di linea o di un passo a livello.

Oltre agli *haltes*, sulle ferrovie del Nord sono numerosissimi i *points d'arrêt* posti in corrispondenza a passi a livello, soprapassaggi o sottopassaggi, e dove senza alcun impianto speciale, si fa il servizio dei viaggiatori. La distribuzione dei biglietti è fatta dai guarda-barriera se ve ne sono, dietro il compenso del 2 per cento circa degli incassi, o altrimenti dal personale viaggiante. Presso taluni passi a livello, poi, che funzionano come *points d'arrêt*, si trovano dei binari merci ricordati al binario di corsa (*garages*). I deviatori chiusi a chiave sono aperti dal capo-treno e per ogni servizio amministrativo, compresa la tassazione delle merci, questi *garages* sono appoggiati alla stazione più vicina.

I treni che percorrono queste linee sono leggerissimi e per disposizione generale non possono avere più di 16 assi; ed oltre a quest.

le linee in questione, sono percorse dai treni-tramways, portanti vetture solo di 2^a e 3^a classe, dispensati dal trasporto dei bagagli, cani, articoli di messaggeria, posta, detenuti, ecc., e composti al massimo di due vetture. I veicoli sono in genere muniti di freno continuo, ciò che permette di ridurre il personale viaggiante ad un solo conduttore, che funziona da capo-treno e guarda-freno. Il regolamento autorizza anche la limitazione del personale di macchina al solo macchinista, facendo a meno del fuochista, ma la Società del Nord non si serve di questa agevolazione.

I risultati di tutte queste misure sono tali che nel 1893, ad un traffico medio chilometrico di lire 13 604, corrispose una spesa di lire 7168 donde un rapporto tra spesa e prodotto del 50,2 per cento.

*

Sulle ferrovie dell'Ovest l'applicazione del regime economico è più larga che non sulle ferrovie del Nord, in quanto essa è estesa a tutti i servizi, compreso anche quello dei lavori, e l'autonomia dei gruppi regionali, in cui le ferrovie a traffico limitato sono divise, è, si può dire, completa. I gruppi regionali sono quattro e comprendono 13 linee della lunghezza complessiva di 605 chilometri, ed anche qui troviamo le caratteristiche dello studio continuo per la maggior possibile utilizzazione del materiale, della limitazione del personale al minimo possibile, del largo impiego delle donne. I risultati finanziari non sono così soddisfacenti come nelle ferrovie del Nord, perchè il traffico è assai più limitato, ma in ogni modo dimostrano come nel 1897 per i quattro gruppi corrispondano rispettivamente ai prodotti complessivi chilometrici di

L. 4729	5043	6030	4695
le spese di L. 4498	5860	5083	4997.

In media le spese equivalgono alle entrate, risultato questo che noi siamo ben lungi dall'aver raggiunto sulle nostre linee secondarie aventi un corrispondente traffico.

*

Anche sulle ferrovie d'Orléans e su quelle francesi dello Stato, per quanto non si riscontrino la organizzazione speciale che abbiamo visto esistere sulle ferrovie del Nord e dell'Ovest, sono state su parecchie linee adottate molte delle stesse su riferite misure e degli espedienti diretti ad aumentare il traffico e diminuire le spese.

*

Le ferrovie del Belgio comprendono una rete che al 1° gennaio 1899 era di 3340 chilometri, nella quasi totalità appartenenti allo Stato. Il traffico che vi si svolge è fortissimo, tanto che il prodotto medio chilometrico fu nel 1897 di L. 51 000. Ma non tutte le linee si trovano nelle stesse condizioni di intensità di traffico; ve ne sono alcune poche i cui prodotti sono limitati; e per quanto poche (sette in tutto per una lunghezza complessiva di 252 chilometri) lo Stato belga ha applicato al loro esercizio le massime economie istituendovi un servizio detto delle ferrovie secondarie.

La caratteristica di questo servizio è quella di essere fatto con treni leggeri, composti con materiale speciale, ed essenzialmente di vetture-tramways con corridoio centrale ed intercomunicanti, rimorchiate da vetture automotrici a vapore, da locomotive-fourgons o da altri motori leggeri il cui peso non superi le tonn. 11,5 per asse.

Dato il limitato peso del materiale si è potuto senza inconvenienti utilizzare su queste linee le rotaie provenienti dai ricambi e rifacimenti delle linee principali.

Il numero dei cantonieri è limitato ad uno ogni tre chilometri; i guardiani sono soppressi.

Adottando ovunque è stato possibile, il servizio dei treni a navetta, si sono soppressi i segnali fissi nelle stazioni. I treni vengono effettuati quasi esclusivamente di giorno. Lungo le linee poi sono stabilite numerose fermate nelle condizioni più economiche. L'impianto è limitato ad uno o due marciapiedi secondo che si tratta di linee a semplice od a doppio binario e consistenti in un semplice rialzo delle banchine formato col ceneraccio delle locomotive. Le fermate non sono protette da segnali, ed il loro servizio è fatto da un guarda-barriera.

I treni-tramways sono utilizzati anche con grande frequenza di corsa per servire i traffici locali nei dintorni dei grandi centri, con tariffe bassissime di abbonamenti e grandi facilitazioni di ogni genere per operai, agricoltori e studenti. L'abbonamento settimanale per gli operai, per le distanze fino a 10 chilometri, non costa che un centesimo al chilometro.

*

Dall'esposizione assolutamente obiettiva che l'egregio ing. Capello ha saputo abilmente fare (e che non è facile potere in poco spazio riassumere), risulta ad ogni modo che i sistemi di esercizio escogitati e introdotti nelle principali reti della Francia e del Belgio, per proporzionare le spese di esercizio ai prodotti sulle linee di traffico limitato, hanno condotto a risultati che, sia nei riguardi dell'esercente, sia in quelli del pubblico, si riscontrarono buoni. L'esercente ha potuto limitare le spese in relazione al prodotto. Il pubblico si trova sufficientemente servito. L'aumento nella frequenza dei convogli, l'istituzione delle numerose fermate, le facilitazioni negli abbonamenti, specialmente agli operai ed ai coltivatori dei campi, hanno determi-

nato un aumento nel traffico delle linee, con grande vantaggio delle regioni servite.

Certo, soggiunge l'ing. Capello, le dette modalità di servizio economico non potrebbero essere tutte in breve attuate sulle nostre linee a debole traffico. Per talune occorrerebbero provvedimenti legislativi, per altre sarebbero necessarie radicali modificazioni nei regolamenti di esercizio e contabilità. Ma ciò non toglie che l'esempio di quanto si fa sulle ferrovie francesi e belghe per linee, che in ultima analisi hanno prodotti chilometrici sensibilmente maggiori alle nostre linee secondarie, non debba essere fin dove è possibile, seguito.

*

La Relazione prosegue ad occuparsi dei criteri ai quali presentemente s'informano in Francia lo Stato e le grandi Compagnie ferroviarie per la costruzione di quelle nuove linee, le quali, benché siano da aggregarsi alle reti principali, pure si prevedono di traffico assai limitato. In tutti questi casi la tendenza è decisamente per la costruzione di ferrovie a scartamento ridotto, ed autorizzazioni in questo senso già vennero accordate dallo Stato alle Compagnie delle Strade Ferrate dell'Ovest e dell'Orléans.

La ferrovia a scartamento ridotto presenta sensibili economie, sia nelle opere di costruzione per le curve di minor raggio, per il minor peso dell'armamento e per i più limitati impianti delle stazioni; sia in quelle per acquisto del materiale mobile per le dimensioni più ridotte. Anche le spese di esercizio sono sensibilmente minori, potendo essere contenute quasi sempre fra L. 2500 a L. 3500 per chilometro.

Come esempio, l'ing. Capello espone il sistema adottato dalle ferrovie francesi dell'Ovest. Questa Compagnia provvede alla costruzione delle linee, e di mano in mano che desse sono ultimate, le consegna alla Società generale delle strade economiche, con la quale nel 1886 stipulò apposita convenzione per l'esercizio.

Secondo questa convenzione la Compagnia dell'Ovest consegna alla Società generale le linee completamente ultimate e fornite del materiale rotabile ed attrezzi occorrenti all'esercizio, e la Società generale si assume l'obbligo di fare l'esercizio alle condizioni stabilite nella convenzione fra Società e Governo, ritenendosi per questo effetto come semplicemente sostituita alla Compagnia dell'Ovest. In conseguenza deve applicare le tariffe stabilite o da stabilirsi da quest'ultima, la quale può regolare il servizio secondo le proprie convenienze.

La Società generale ha l'obbligo di mantenere le linee, i fabbricati, il materiale mobile, ecc., in così buono stato come le parti corrispondenti delle linee secondarie esercitate direttamente dalla Compagnia dell'Ovest, la quale ha il diritto di eseguire tutte le verifiche che crede necessarie.

Tutte le spese dell'esercizio, compresa la rinnovazione dell'armamento, sono a carico della Società generale, la quale però deve versare nella Cassa della Compagnia dell'Ovest le ritenute ed il concorso relativo alla Cassa pensioni del personale che è adibito alle linee a scartamento ridotto e che deve essere reclutato con le stesse norme del personale della Compagnia dell'Ovest.

La Società generale ha il libero e gratuito uso delle stazioni comuni, pagando però un compenso di 20 centesimi per ogni tonnellata di merce caricata o trasbordata nelle stazioni comuni in partenza o in arrivo alla sua rete.

I prodotti diretti e indiretti dell'esercizio sono giornalmente versati nelle casse della Compagnia dell'Ovest, la quale a sua volta provvede al pagamento dei mandati che la Compagnia generale emette per far fronte alle spese di esercizio. Ove però i prodotti versati nelle casse della Compagnia siano insufficienti a far fronte alle spese, la Compagnia dell'Ovest anticipa la somma mancante fino a raggiungere l'1/2 delle spese previste nell'anno.

La Compagnia dell'Ovest rimborsa alla Società generale tutte le spese di esercizio sostenute, con l'aumento del 5 per cento per spese generali. Le somme rimborsate non devono però superare prezzi determinati.

La metà dell'economia risultante fra i prodotti e le spese viene data come premio alla Società generale, alla quale, anche per intereasarla ad aumentare il traffico, è accordata una quota del 5 0/0 sul prodotto lordo.

Le linee della rete della Bretagna, a scartamento ridotto, non sono ancora tutte ultimate e quindi il risultato economico del loro esercizio non può essere ancora discusso. Ma questo si può già ritenere di certo che il costo della costruzione, compreso il materiale mobile, fu solo di L. 133 346 per chilometro, cosicchè ritenendo anche solo di L. 200 000 per chilometro il costo della costruzione di dette linee, qualora si fossero fatte a scartamento normale, l'economia avuta compensa per sé sola interamente le spese di esercizio, le quali pare si possano ritenere, secondo le cifre del 1897, di L. 3284 per km.

Sembra che il Governo italiano non creda di poter fare incominciare un esperimento di servizio economico sulle ferrovie di traffico limitato, senza una legge speciale che gliene dia facoltà, poichè tratterebbesi, fra altro, di diminuire le tasse ferroviarie; ma, in tutti i modi, le notizie così diligentemente e con spirito pratico raccolte dall'ing. Capello saranno un utilissimo materiale per i relativi studi.

G. SACHERI.

Fig. 1a — Pianta del solaio del salone esagonale all'angolo delle gallerie interne — 1 a 250.

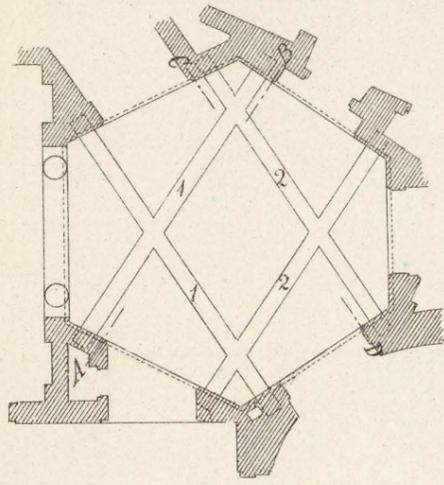


Fig. 1b — Particolari della trave 1 secondo la sezione A B — 1 a 20.

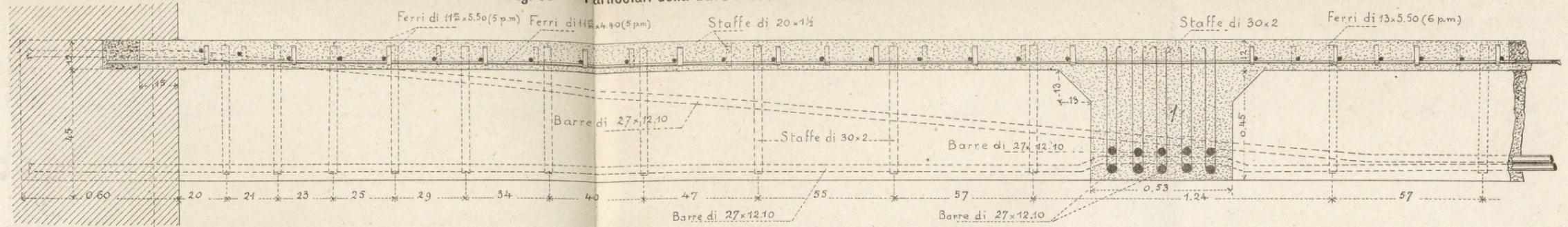


Fig. 1c — Particolari della trave 2 secondo la sezione C D — 1 a 20.

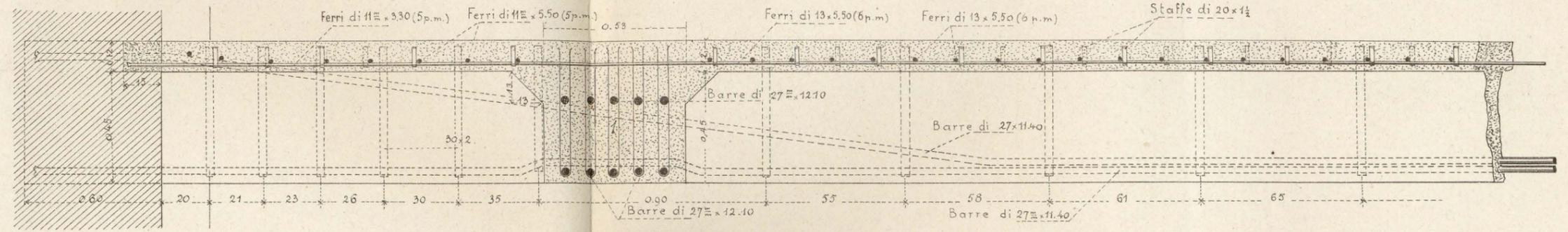


Fig. 2b — Particolari del solaio a volte delle gallerie laterali interne: sezione trasversale secondo M N — 1 a 20.

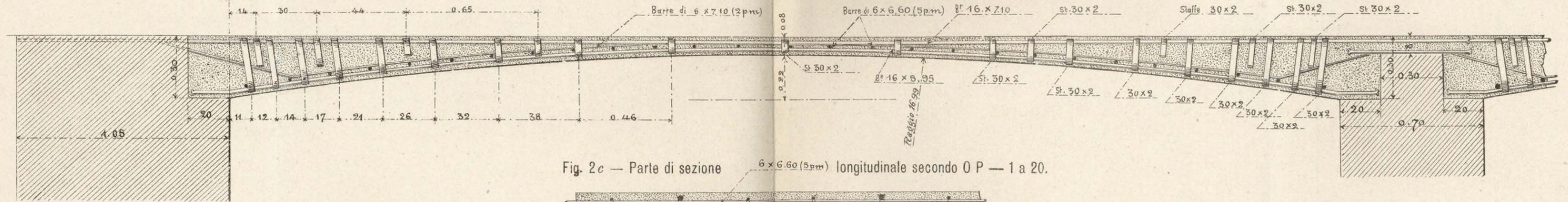


Fig. 2c — Parte di sezione 6 x 6.60 (5 p.m.) longitudinale secondo O P — 1 a 20.

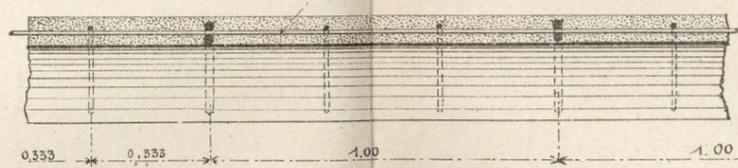


Fig. 2a — Pianta delle gallerie laterali interne — 1 a 250.

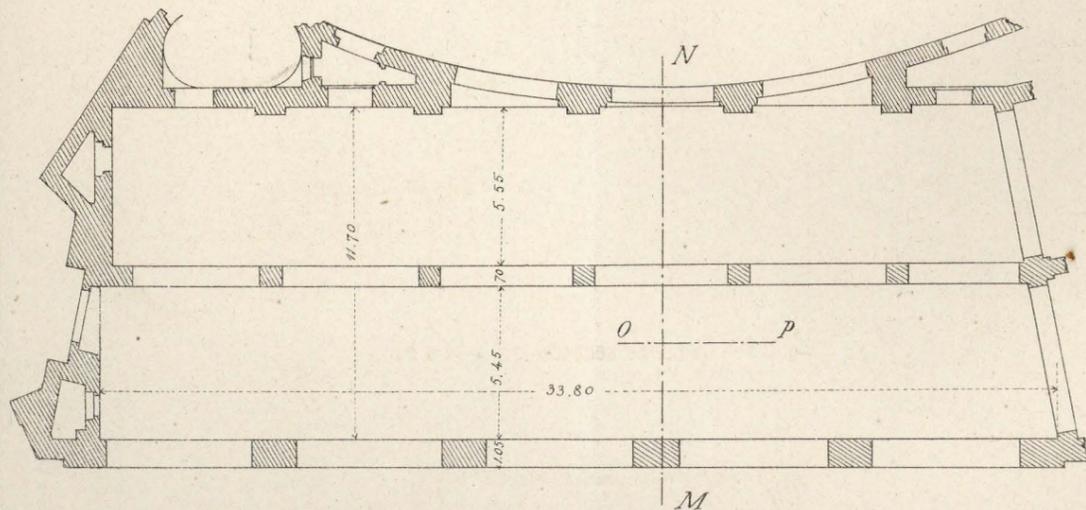


Fig. 3a — Pianta di sotto in su della scala nel centro delle rotonde — 1 a 200.

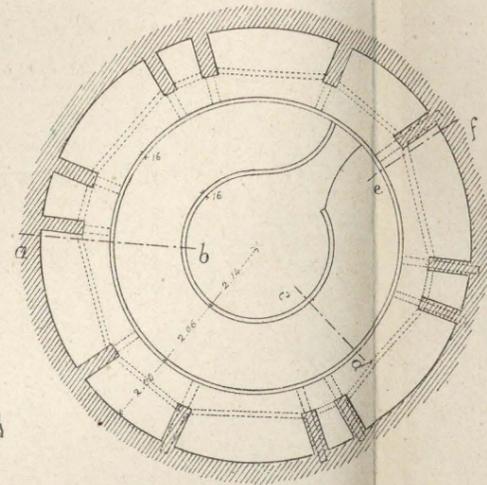


Fig. 3b — Prospettiva della rampa elicoidale.

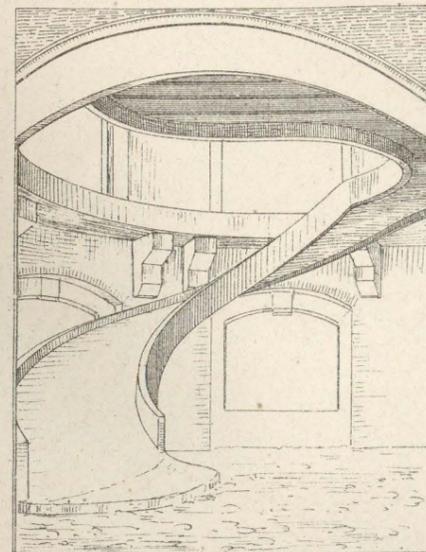


Fig. 3c — Sezione secondo a b — 1 a 50.

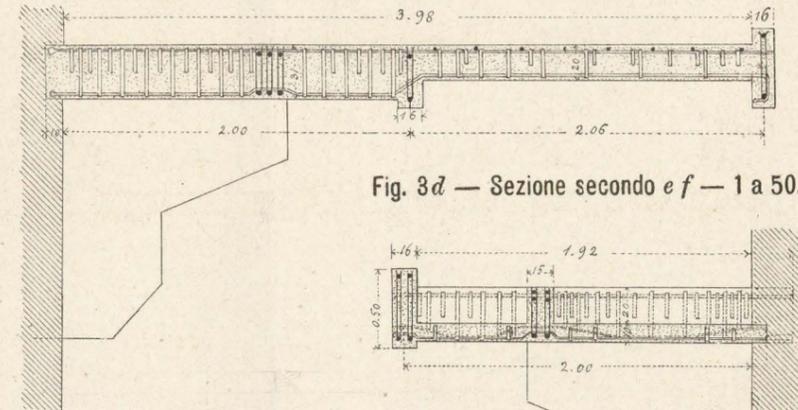


Fig. 3d — Sezione secondo e f — 1 a 50.

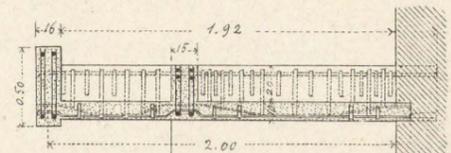


Fig. 3e — Sezione secondo c d — 1 a 50.

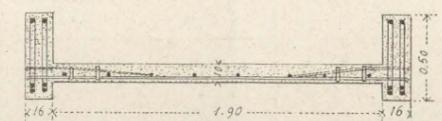


Fig. 1a - Schizzo planimetrico del lato del Grande Palazzo prospiciente sulla via d'Antin.

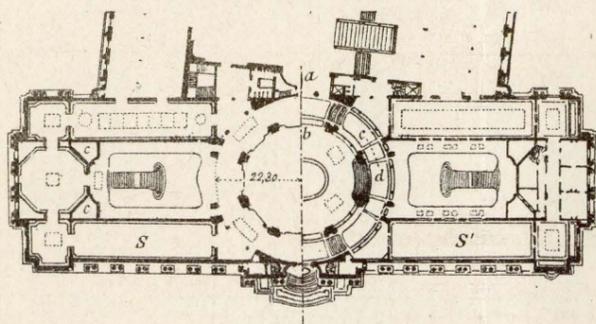


Fig. 2a - Pianta di uno dei saloni S sulla via d'Antin col ballatoio verso la scala.

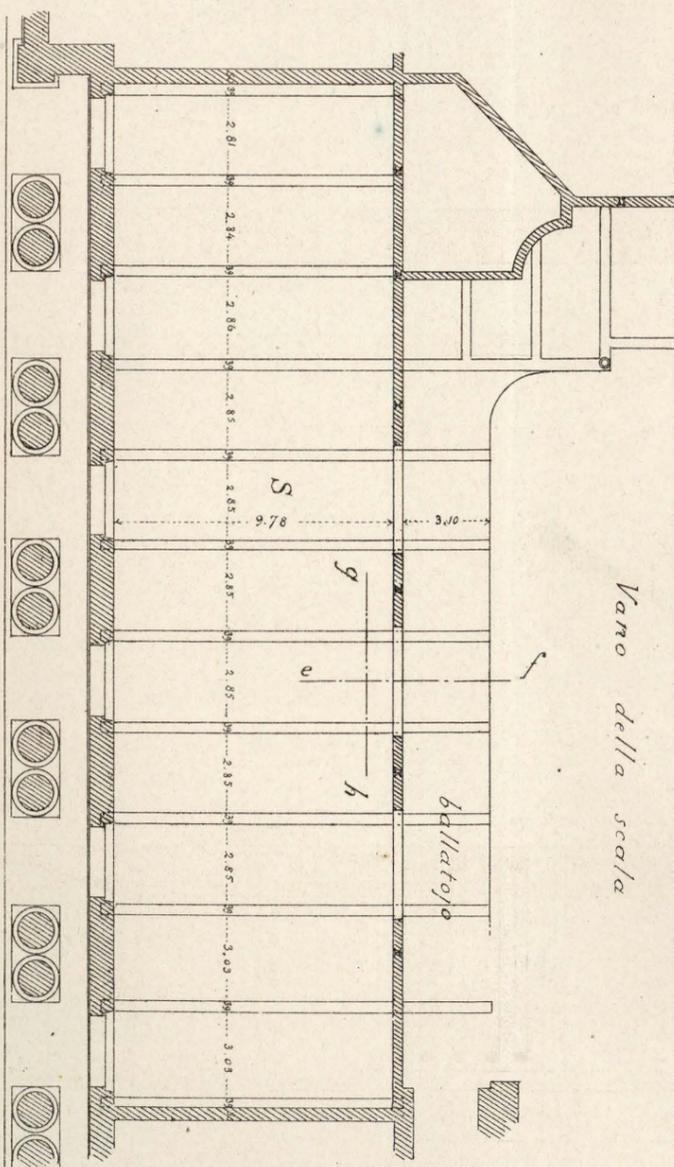


Fig. 1b - Solaio del salone ellittico: sezione secondo a b.

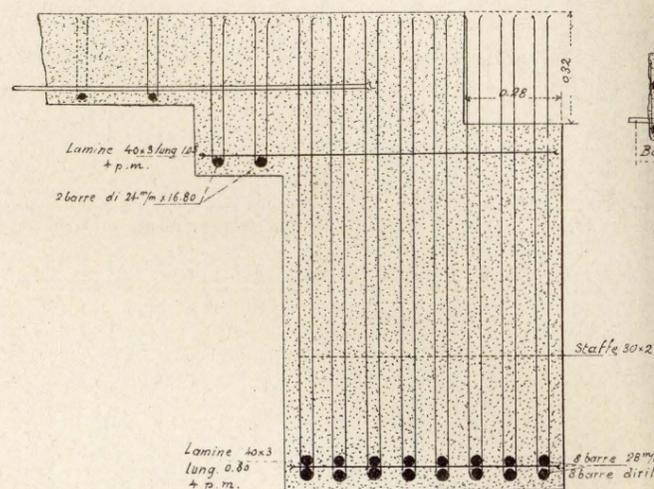


Fig. 1c - Solaio del salone ellittico: sezione secondo c d.

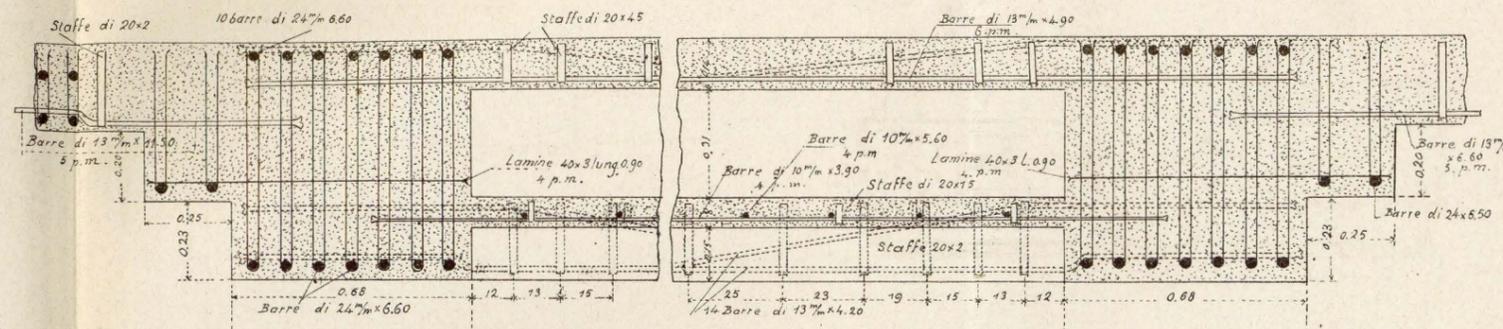


Fig. 2b - Solaio della galleria S e ballatoio: sezione trasversale secondo e f.

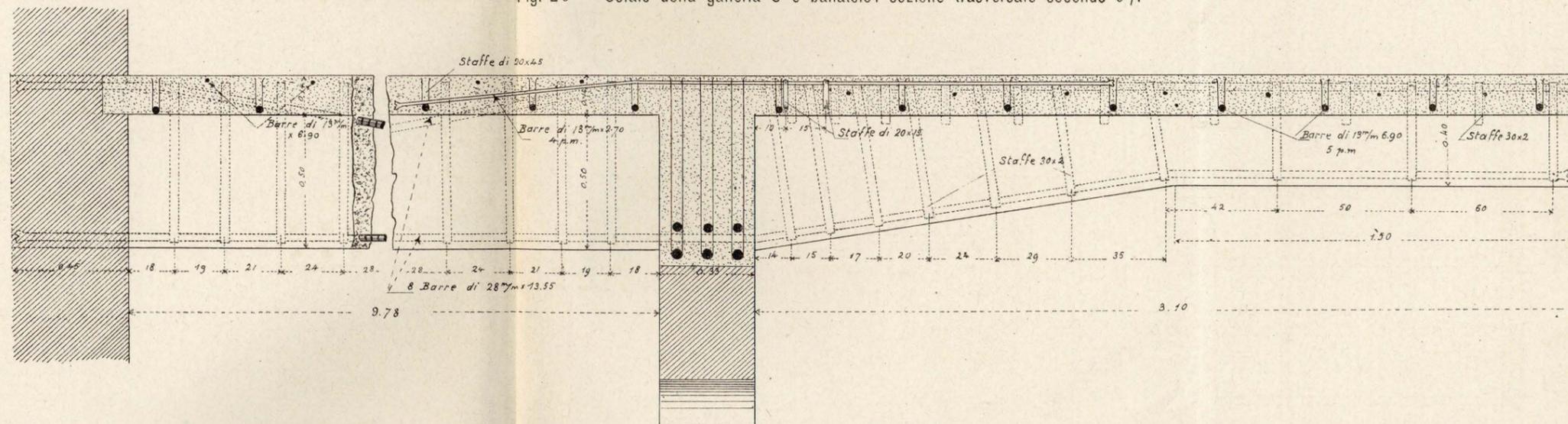
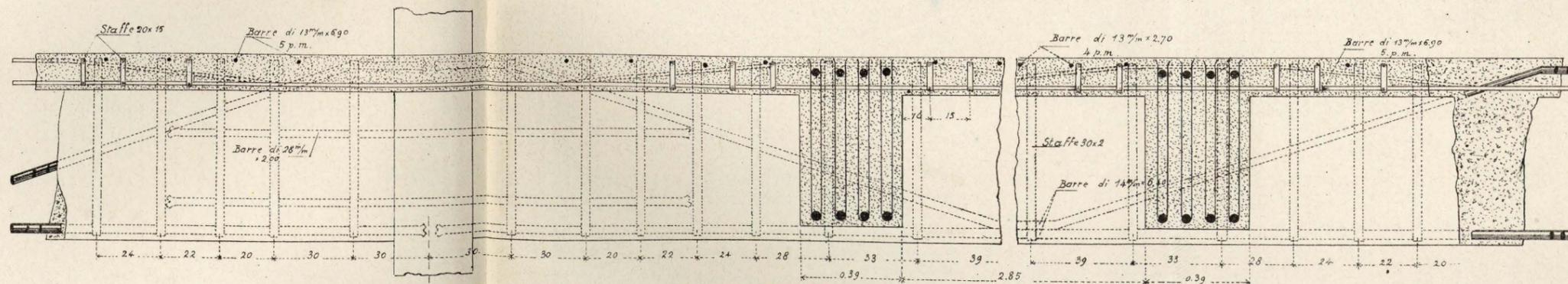


Fig. 2c - Solaio della galleria S: sezione longitudinale secondo g h.



Scala di 1:1760 per la figura 1a; di 1:250 per la figura 2a e di 1:20 per tutte le altre.

COPERTURA DELLA TRINCEA DEI MOULINEAUX A PARIGI (1899): Fig. 1b — Sezione trasversale secondo C D — 1 a 20.

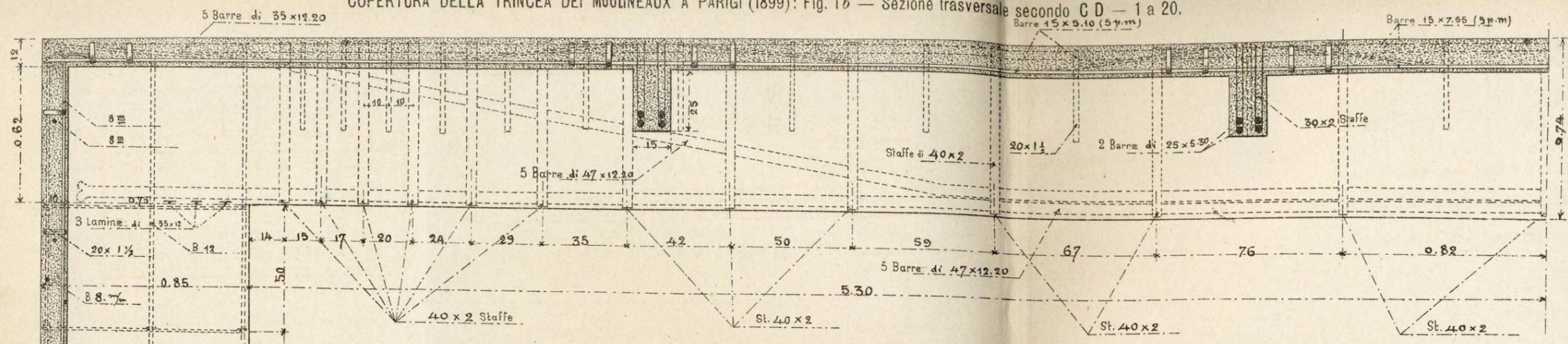


Fig. 1a — Pianta vista di sotto in su — 1 a 200.

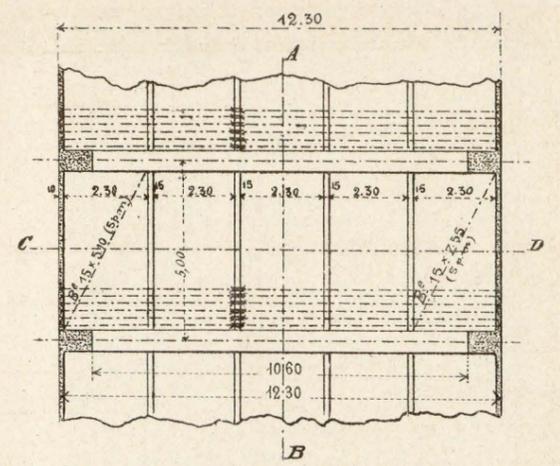


Fig. 1c — Sezione longitudinale secondo A B — 1 a 20.

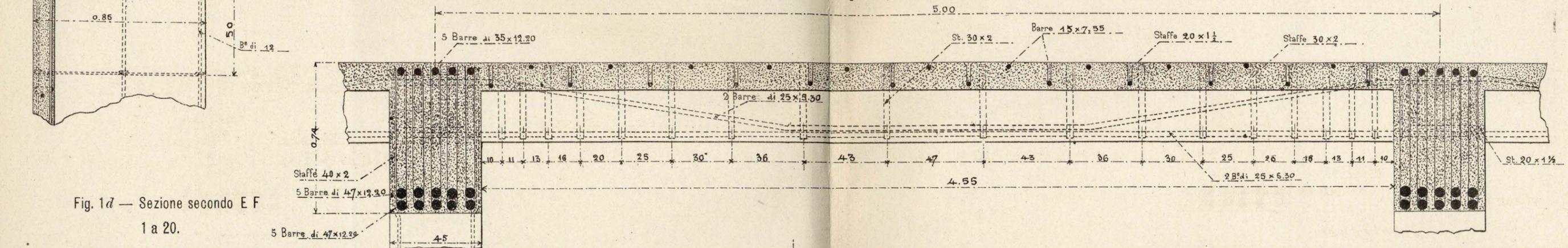
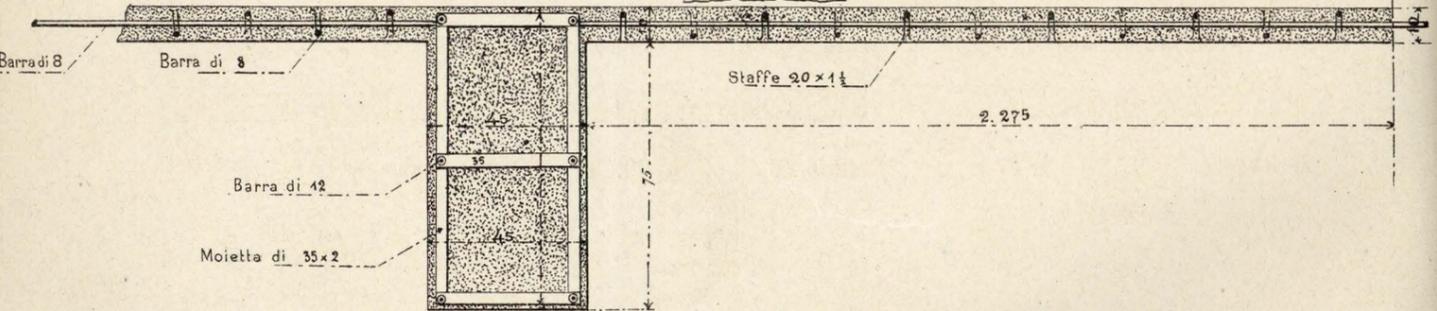
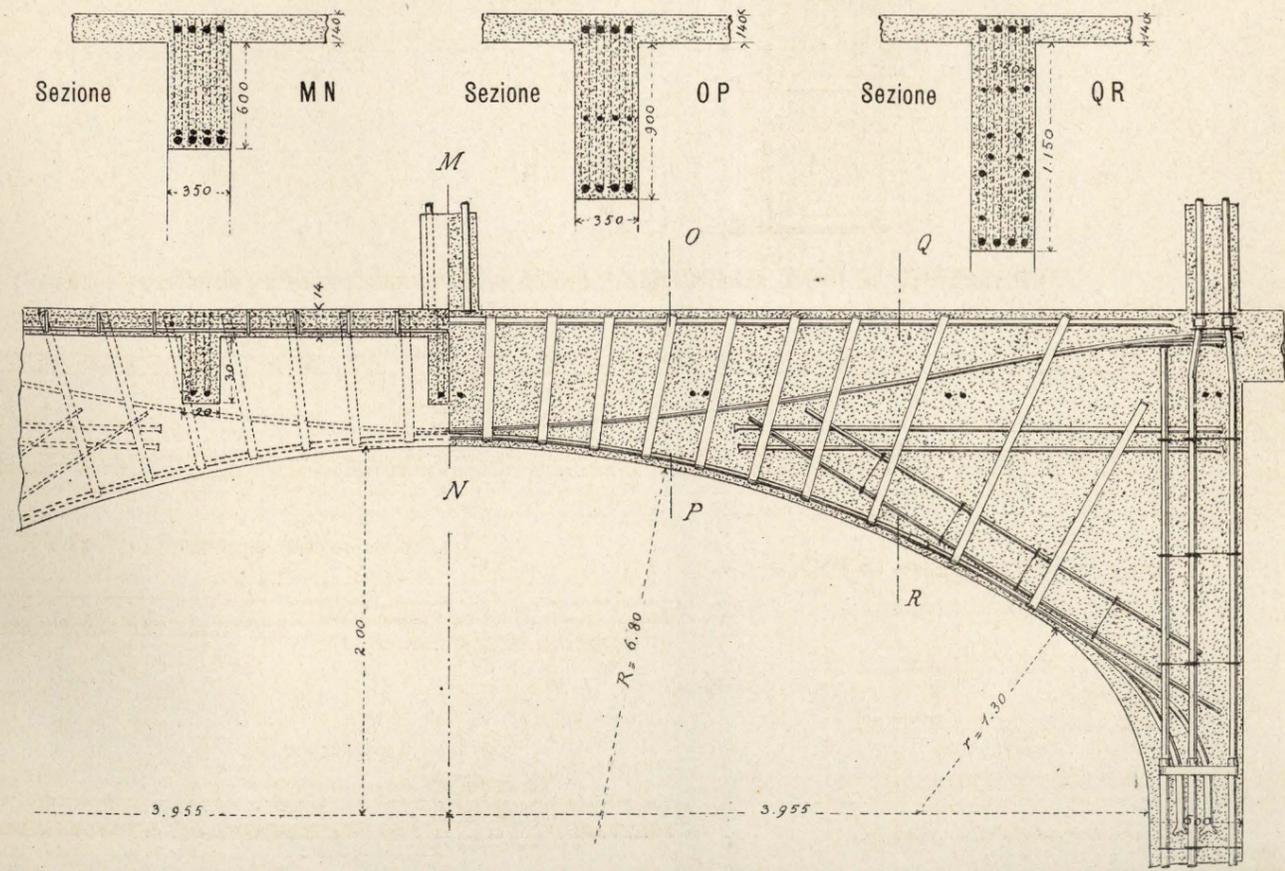


Fig. 1d — Sezione secondo E F — 1 a 20.



MULINO A NANTES (1895): Fig. 3a, 3b, 3c, 3d — Arcata della sala delle macchine — 1 a 40.



NUOVO OSPEDALE INFANTILE A PARIGI (1898): Fig. 2b — Sezione trasversale di solaio secondo a b — 1 a 20.

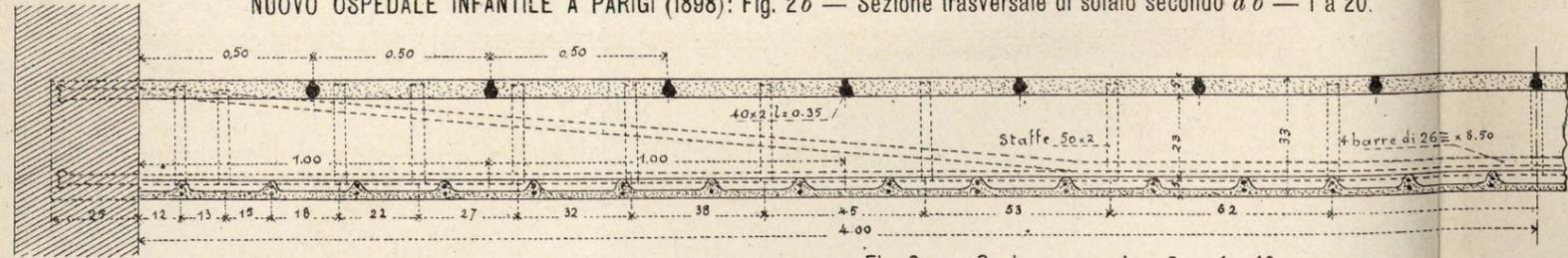


Fig. 2c — Sezione secondo c d — 1 a 10.

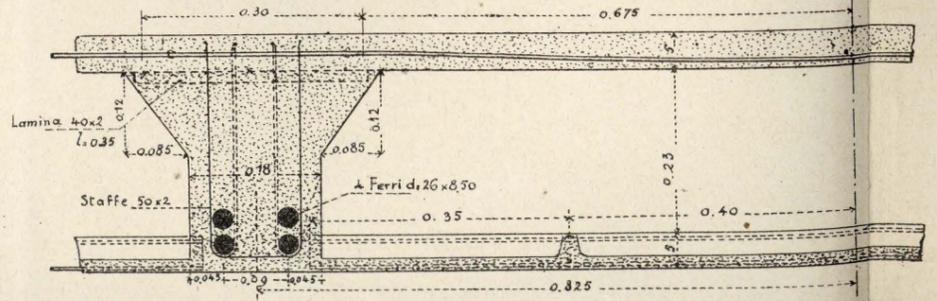


Fig. 2a — Pianta d'assieme — 1 a 200.

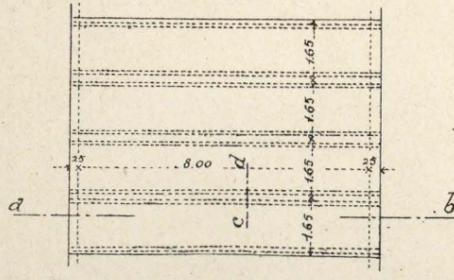


Fig. 5. — Sezione longitudinale.

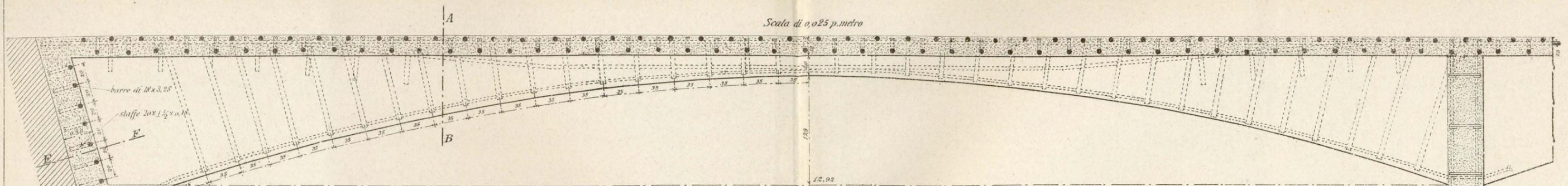


Fig. 6. — Sezione C D.

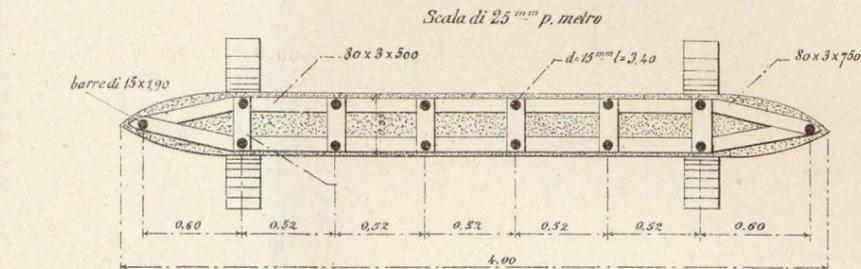


Fig. 8. — Sezione A B.

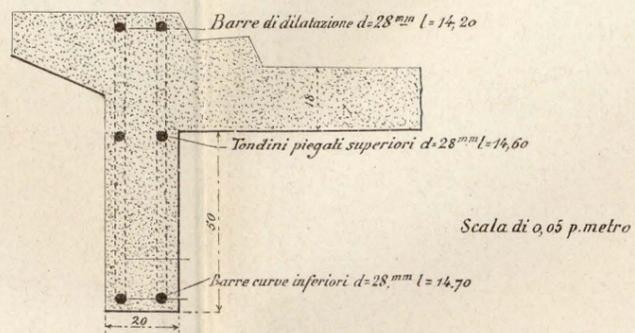


Fig. 9. — Modo di attacco del parapetto.

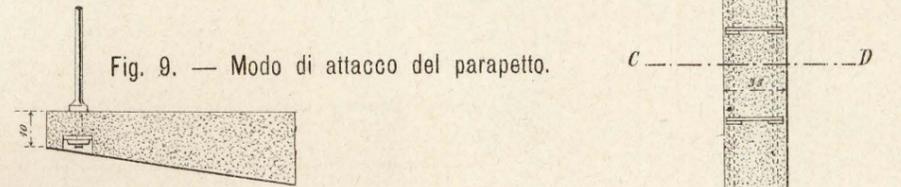


Fig. 7. — Sezione della soletta.

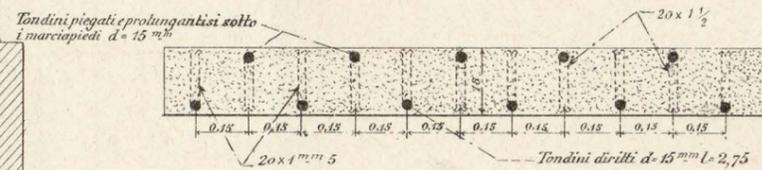


Fig. 11. — Tondini piegati della carreggiata (Sviluppo m. 3,92).

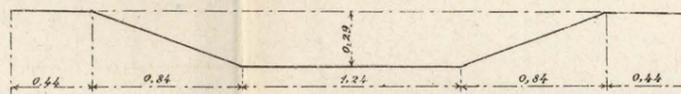


Fig. 10. — Sezione E F.

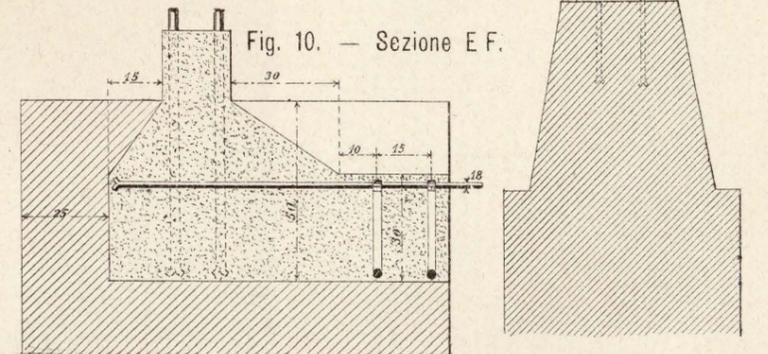


Fig. 1. — Metà elevazione.

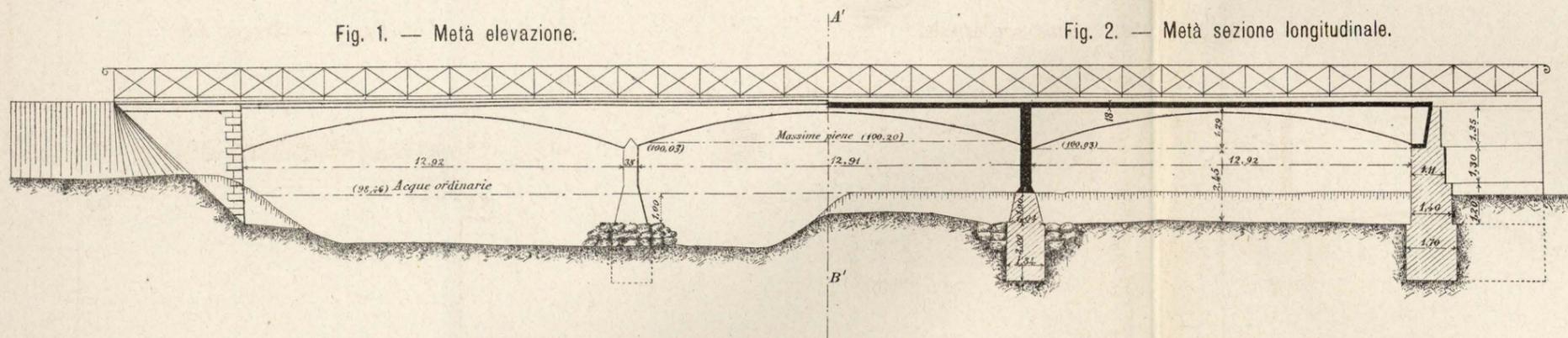


Fig. 2. — Metà sezione longitudinale.

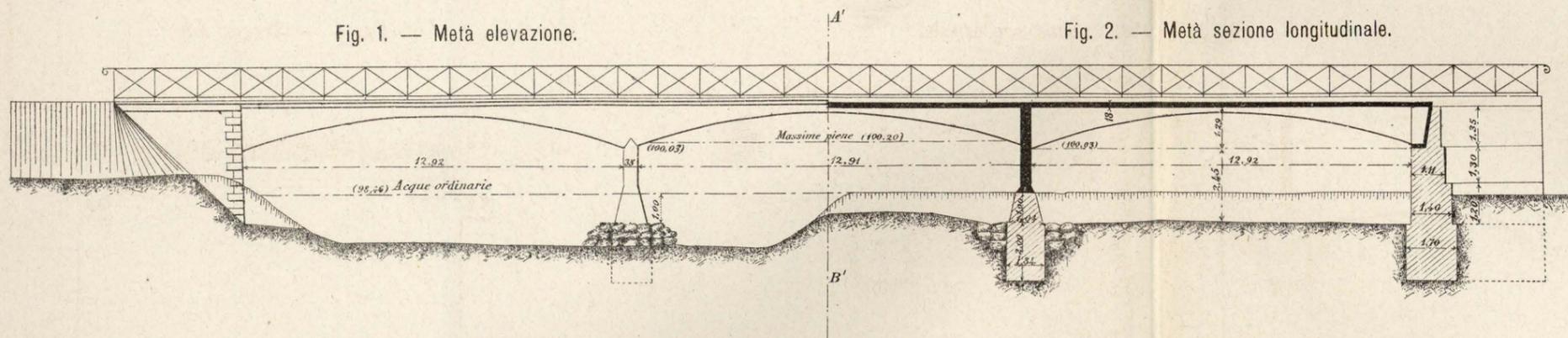


Fig. 3. — Pianta generale.

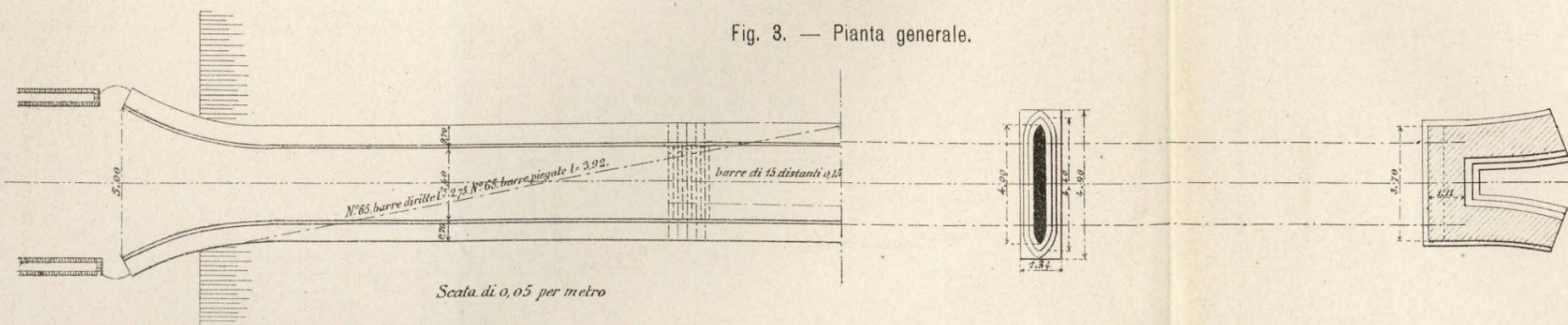
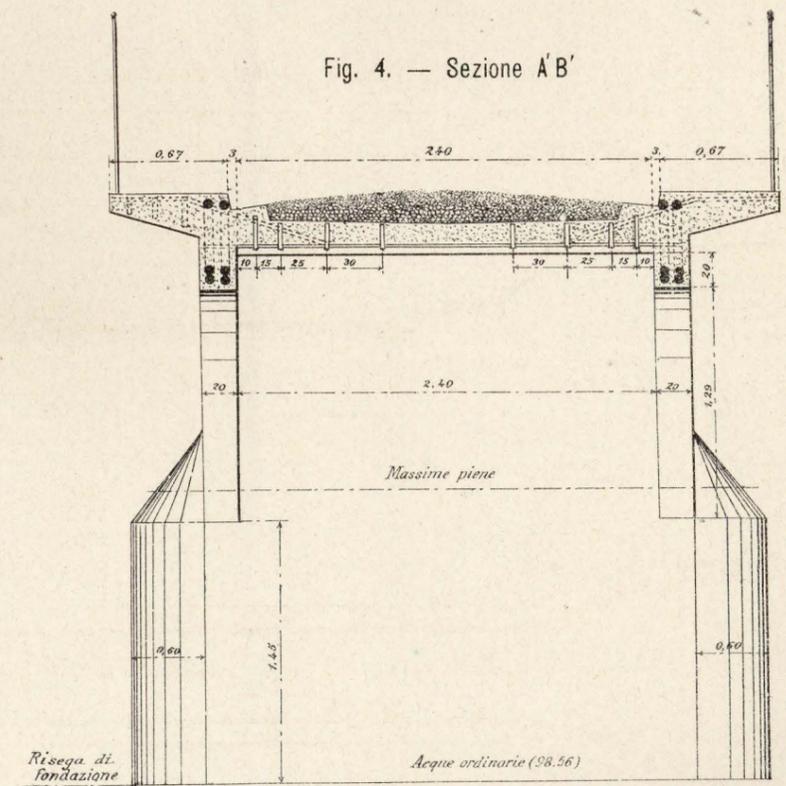


Fig. 4. — Sezione A' B'



PONTE DI CHATELLERAULT SUL FIUME VIENNA (1899) — Fig. 1a.

