

L'INGEGNERIA CIVILE

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO BIMENSILE

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

COSTRUZIONI FERROVIARIE

CENNO SUL VIADOTTO S. SPIRITO DELLA FERROVIA CAIANELLO-ISERNIA.

Nota dell'Ing. ERBERTO FAIRMAN

(Veggansi le Tavole I, II e III)

(Continuazione)

III. — COSTRUZIONE DEL VIADOTTO.

Esposto il metodo adottato per il tracciamento del viadotto, passerò adesso a dire brevi parole sia circa alle sue fondazioni, sia alle murature, non trascurando di far conoscere quanto riguarda i ponti di servizio ed armature usati nell'esecuzione dell'opera.

1. *Scavi di fondazione.* — Come si vede dal profilo longitudinale della Tav. I, per certe fondazioni gli scavi furono spinti a profondità grandi. Alla sinistra del torrente le materie incontrate primieramente erano costituite dalla crosta vegetale della potenza di circa m. 1, alla quale faceva seguito uno strato di terra argillosa mista a ghiaia che presentava i caratteri di una ben determinata stratificazione. Quindi si aveva l'argilla gialla cui teneva dietro quella rossa, che preannunziava la presenza imminente della roccia calcare. Ciò si verificò nella quasi totalità delle pile, tranne però che per quella prossima alla spalla Caianello ed in questa nelle quali si riscontrò dopo lo strato ghiaioso una specie di tufo leggero, granuloso e giallognolo, sotto al quale si rinvenne l'argilla bleu metlica costituente un banco di potenza grandissima.

Nelle fondazioni della parte curvilinea allo strato di terra vegetale seguiva un conglomerato calcareo la cui potenza era rilevante e sul quale si posarono le murature di fondazione.

A misura che si procedeva negli scavi delle fondazioni essi venivano armati onde impedire gli inevitabili distacchi delle materie e gli eventuali franamenti delle pareti. Là dove il terreno era fortemente inclinato, questo si tagliava dandogli le necessarie scarpate superiormente al piano di risega, facendo cioè quello che si chiama *sbanramento* e quindi dal più basso punto del terreno, là dove era progettata la risega, da quel punto s'incominciava a porre le armature. Queste erano costituite da diversi quadri in legno squadrato, e poste alla distanza l'una dall'altra, variabile da m. 1,70 a m. 1,80, servivano a trattenere contro le pareti del cavo delle tavole dello spessore di m. 0,04 e della lunghezza di m. 2 con l'aiuto di zeppe interposte tra queste e il quadro.

I diversi quadri poi nel senso verticale erano fra loro collegati mediante ritti sia negli angoli e sia alla metà delle lunghezze dei travi.

Come vennero tagliate queste nella loro unione agli angoli si vede nello schizzo delle fig. 27 e 28.

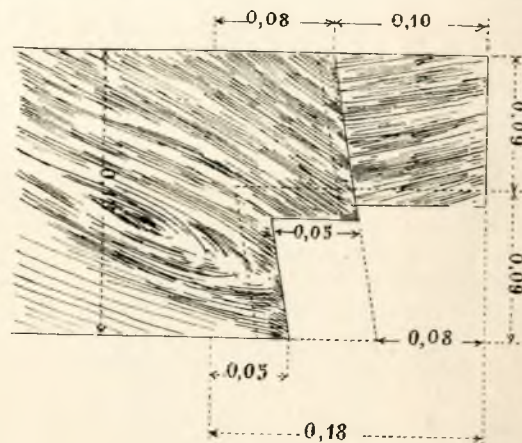


Fig. 27.

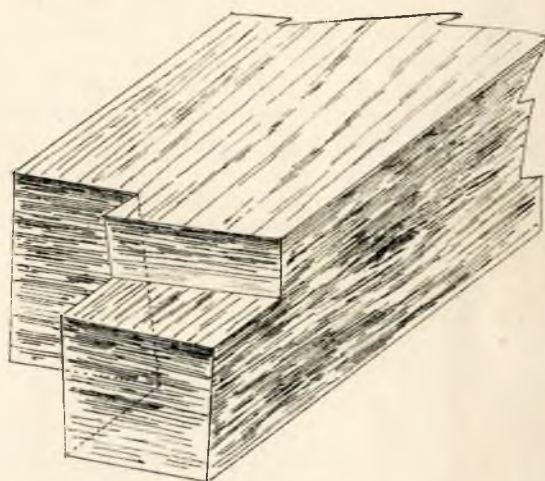


Fig. 28

Dall'ispezione infatti delle figure si vede chiaramente come le diverse faccie abbiano tali inclinazioni da far sì che sia reso difficile ogni distacco fra i pezzi qualora venisse a cedere o rimosso il corrispondente ritto d'angolo sottostante.

Sopra i quadri si poneva per la metà dell'area dello scavo un tavolato sopra cui stavano gli operai che, ricevuto il materiale da quelli del quadro sottostante, a mezzo di paleggiamento, lo gettavano sul tavolato superiore.

Due in generale erano gli operai per ogni ripiano, mentre in fondo al cavo ve ne erano sei, quattro dei quali preparavano lo scavo, mentre gli altri ne rimuovevano le materie.

Tale sistema di paleggiamento da quadro a quadro fu tenuto fino alla profondità di m. 10, mentre, oltre tale limite, fu conveniente mettere una burbera sul ripiano del primo quadro superiore onde estrarre le materie scavate con una coppia di secchioni, uno dei quali saliva carico mentre l'altro scendeva vuoto.

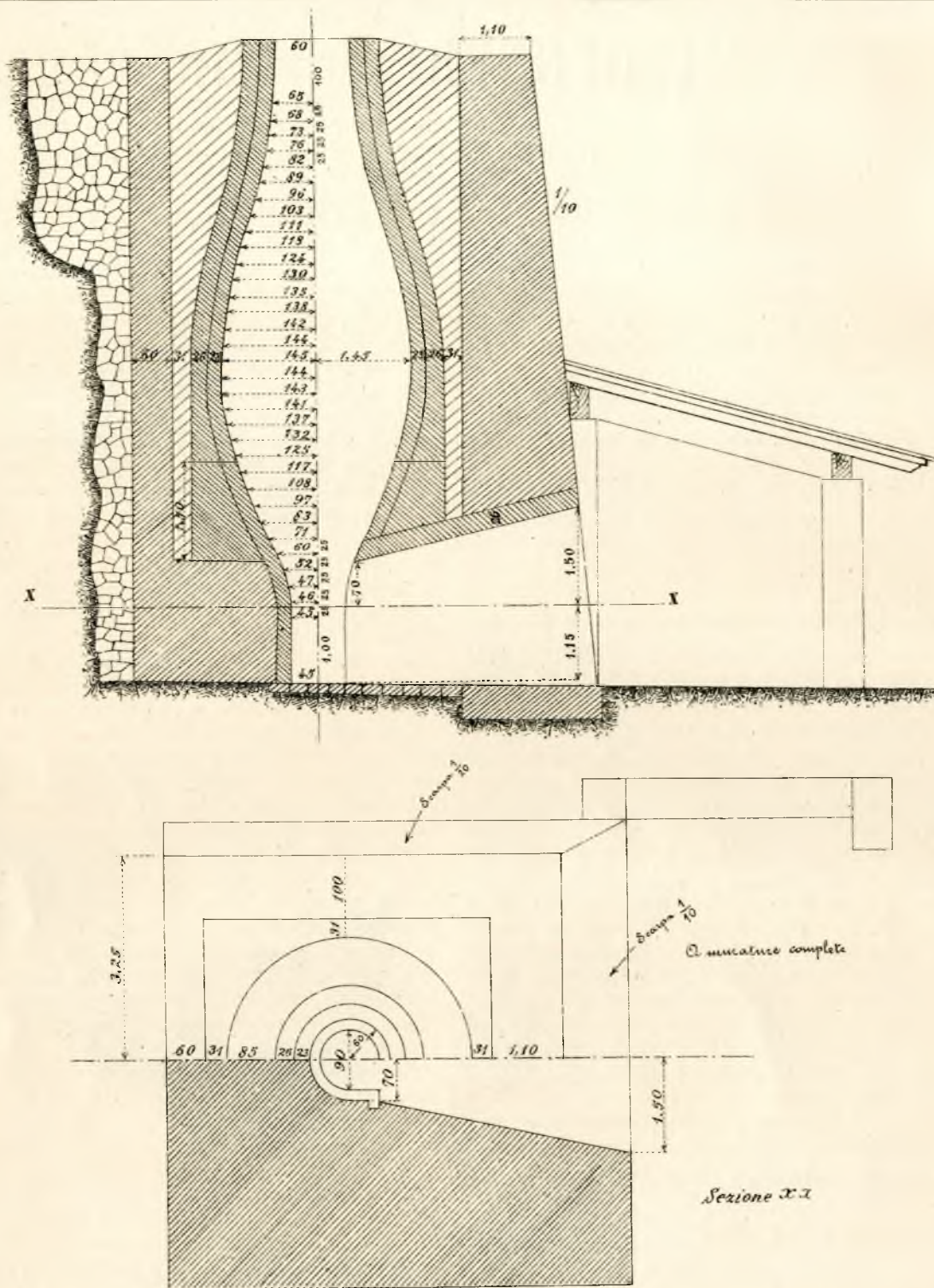


Fig. 29 e 30.

In alcune fondazioni si rinvennero filtrazioni d'acqua che venne esaurita mediante una pompa aspirante e premente, che situata tre o quattro metri sopra il punto più depresso del cavo, veniva manovrata per solito da mute di due operai.

Il volume degli scavi di fondazione ammontò al complessivo volume di m^3 20250, dei quali in roccia m^3 3325.

Il volume degli scavi in terra veniva aumentato di $\frac{1}{5}$ dell'effettivo come compenso delle armature delle fondazioni.

Eseguiti gli scavi, si procedeva alle murature di fondazione le cui malte avevano la calce proveniente da fornaci appositamente costruite.

2. *Fornace da calce a fuoco continuo.* — Poco distante dal viadotto si trovava la fornace da calce a fuoco continuo che diede quasi tutta la calce occorrente per tale opera, di cui si vedono i particolari nelle figure 29 e 30.

Il rendimento giornaliero della fornace fu riscontrato essere $\frac{1}{4}$ della sua capacità, la quale era di m^3 30.

Essendo in generale :

$\frac{1}{n}$ il coefficiente di rendimento;

C la capacità della fornace;

V_m il volume di muratura da costruirsi in un anno;

si ha:

$$\frac{C}{n} = \frac{V_m}{360},$$

donde:

$$V_m = \frac{360}{n} C.$$

Si ebbero i seguenti dati dall'esperienza:

Con m^3 1,000 di calce viva si ottengono m^3 2,500 di calce spenta;

Con m^3 1,000 di calce spenta si ottengono m^3 6,000 di muratura ordinaria.

Quindi m^3 1,000 di calce viva corrispondono a metri cubi $[2,500 \times 6,000]$ di muratura ordinaria, e in conseguenza essendo V_c il volume della calce viva per V_m la relazione:

$$V_c = 0,066 V_m$$

e si trovò:

$$n = 4.$$

Si riscontrò per esperienza fatta che per m^3 1,000 di muratura ordinaria il consumo del carbone litantrace della fornace corrispose a tonn. 0,01576, e quindi per m^3 1,000 di calce si ebbe un consumo di litantrace di tonn. 0,237.

3. *Delle murature e loro costruzione.* — Per la spegnitura della calce viva si scavarono nel terreno delle grandi fosse rettangolari coi lati di circa m. 10,00 e m. 15,00 e con una profondità variabile da m. 0,80 a m. 1,20. Presso tali fosse vi era la *bagnerola* costituita da una cassa in legno di forma trapezica che nel lato più corto aveva un'apertura rettangolare munita da una grata metallica onde impedire che le materie eterogenee e gli incotti scendessero nelle fosse, apertura che si poteva chiudere mediante una caterattina in legno.

Abbassata tale paratoia, si riempiva la bagnerola con la calce viva, sulla quale poi, per spegnerla, si faceva defluire la necessaria quantità d'acqua che era qui condotta per mezzo di una tubulatura in ferro e che proveniva da un deposito all'uopo stabilito sul piazzale della stazione e rifornito periodicamente con l'acqua della conduttura municipale della città. Quei tubi in ferro erano del diametro interno di 35 mm., essendo l'esterno di 40 mm.

Spenta la calce, si apriva la paratoia, e così si vuotava la bagnerola raccogliendo la calce nella sottostante fossa.

Le malte adoperate per il viadotto furono di due specie:

1^a Malta confezionata con $\frac{1}{3}$ di calce in pasta, $\frac{1}{3}$ di pozzolana di Bacoli e $\frac{1}{3}$ di sabbia;

2^a Malta confezionata con $\frac{1}{3}$ di calce in pasta e $\frac{2}{3}$ di pozzolana di Bacoli.

Dal seguente prospetto si vede il rapporto dei volumi dei diversi componenti per ottenere m^3 1,000 di malta.

Indicazione della malta	Indicazione dei componenti	Volume a 1 m ³ di malta	Volume d'acqua a 1 m ³ di malta
1 ^a	Calce in pasta. . .	0,467	0,131
	Pozzolana di Bacoli. . .	0,467	
	Sabbia	0,467	
2 ^a	Calce in pasta. . .	0,494	0,161
	Pozzolana di Bacoli. . .	0,988	

Il pietrame adoperato per le murature ordinarie, in fondazione ed in elevazione, fu per la massima parte di calcare numolitico delle vicine cave appositamente aperte ed anche, in parte, di scampoli di travertino che davano le cave per la pietra da taglio occorrente al rivestimento, ai cantonali ed ai coronamenti del manufatto.

Il materiale proveniente da queste ultime cave situate sull'altipiano della stazione d'Isernia veniva trasportato a piè d'opera per la parte a sinistra del torrente con carri a due o tre cavalli capaci di portare in media m^3 1,000 con un percorso di circa due chilometri, facendo dai 10 ai 12 viaggi al giorno, mentre invece per la parte in curva lo era per mezzo di un binario di servizio dello scartamento di m. 0,60, per il quale erano impiegate 20 chiatte e 2 dei soliti vagoncini del tipo Decauville. La favorevole pendenza del terreno faceva sì che per semplice effetto del carico i vagoncini scendessero dal piazzale al cantiere del lavoro, mentre per il loro ritorno a vuoto erano adibiti dei muli.

Le murature di fondazione, come si vede dalla Tav. I, erano in generale costituite da un blocco di calcestruzzo, al quale faceva seguito quello di muratura greggia che poi al piano di campagna terminava con una platea generale in pietra da taglio dello spessore di m. 0,30.

Nelle fondazioni dove si riscontrò la roccia viva, non si fece uso di calcestruzzo.

Per introdurre gl'impasti nei cavi di fondazione, si fece uso di una canala in legno per quelli profondi mentre il calcestruzzo si gettava con la pala dove poca era la profondità.

Per mettere lo zoccolo alla quota precisa si battevano dei punti col livello lungo le pareti del cavo, ed ivi si ponevano o dei picchetti o dei chiodi, oppure se c'era roccia si facevano dei segni con la tinta, oppure si mettevano sul piano della muratura greggia diversi mattoni sovrapposti e murati provvisoriamente in modo da raggiungere col loro piano superiore quello corrispondente allo zoccolo in pietra da taglio. Naturalmente con lo spessore della malta si otteneva la precisione richiesta dalla battuta di livello.

Murato lo zoccolo, riferendosi ai picchettoni, si procedè allo stacco delle murature d'elevazione che veniva così determinato: si segnava primieramente l'impostare dei volti e quindi alla distanza dovuta alla scarpata del sostegno se ne tracciava lo stacco. I lati del perimetro che lo determinavano, venivano incisi collo scalpello e così pure i prolungamenti in modo da determinare delle tacche sugli spigoli dello zoccolo.

Messi subito i cantonali d'angolo, si eseguiva la fila del paramento a bolognini e quindi se ne riempiva l'interno con muratura ordinaria.

Erano muratori speciali quelli che collocavano i cantonali ed i bolognini, mentre altri venivano impiegati nel riempimento interno. Così quando questi procedevano all'esecu-

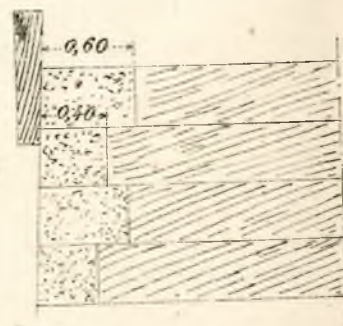


Fig. 31.

zione della muratura grezza, l'altra squadra passava a staccare altre pile o a proseguirle nella loro elevazione. In generale erano due i muratori addetti agli spigoli ed ai bolognini, mentre altri due erano al riempimento.

Per vedere se la scarpata delle faccie rimaneva sempre ugualmente inclinata, si faceva la verifica usando un'assicella in legno, di cui un lato essendo verticale, l'altro aveva l'inclinazione della faccia della pila (fig. 31).

Appoggiandovi così la modina si riscontrava se l'altro spigolo era a piombo.

Via via durante la elevazione dei sostegni non si trascurava di fare la verifica della sezione in quel piano per vedere se corrispondeva a quella dovuta all'altezza che avevano seggiunto le murature.

Quando nell'elevazione delle pile si raggiunse dal piano di campagna un'altezza tale per cui non era più possibile lavorare a quel piano senza impalcature speciali, si pensò che il miglior modo era quello per il quale il servizio degli operai e del materiale si facesse per ogni coppia di pile, cercando così di evitare l'agglomeramento dei manovali in uno stesso posto, volendosi sviluppare il lavoro per esteso. Perciò

ad ogni due pile in generale si accedeva mediante una rampa che, o giungendo ad un castello intermedio dava due passaggi da questo alle due pile, ossivvero conduceva ad una dalla quale si passava all'altra pila mediante una passerella. Queste passerelle fra pile e pile erano costituite da travi della sezione variabile fra quella di $0,18 \times 0,22$ e quella di $0,22 \times 0,25$.

Nelle figure 32 e 33 si vedono accennati questi particolari di costruzione, rendendosi quindi inutile ogni ulteriore spiegazione al riguardo e facilmente comprendendosi come le rampe, a misura che le murature progredivano, venissero rimosse e rialzate. Tale sistema si adoperò in generale per tutta la parte in curva, modificandolo solamente fra le pile 22 e 16 nel modo seguente.

Fra il pilone 16 e la pila 17^a fu pure costruito il castello per adire a questi, ma poi dalla 17^a pila alla 18^a si passava mediante una passerella, e così pure, fatta la rampa alla pila 22^a, per successive passerelle si accedeva a quella 19^a.

Per la parte sinistra del torrente, un castello fra le pile 13^a e 14^a dava la comunicazione fra la 13^a, la 14^a e la 15^a, e una rampa serviva poi per la 12^a, da cui con passerelle

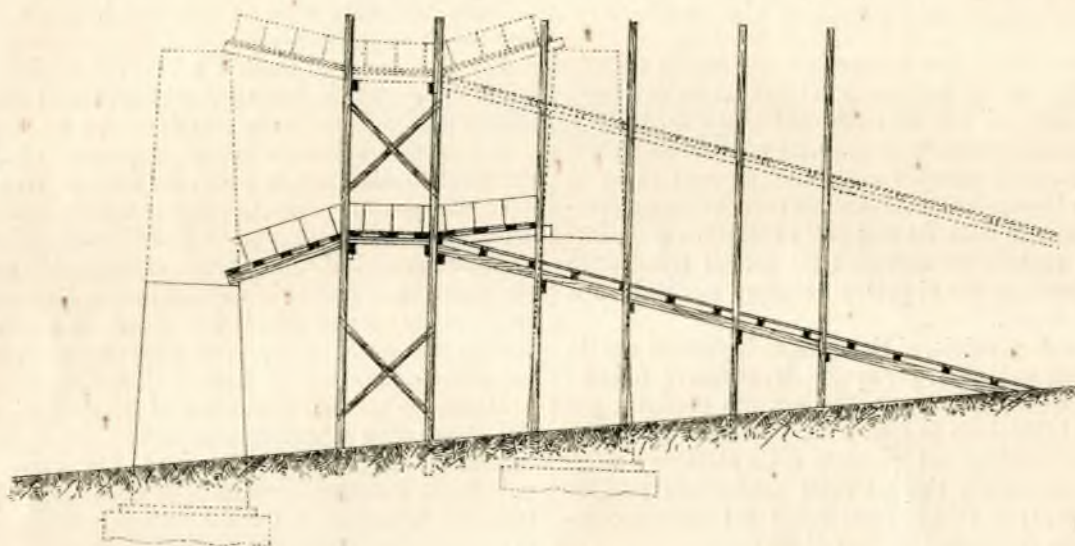


Fig. 32.

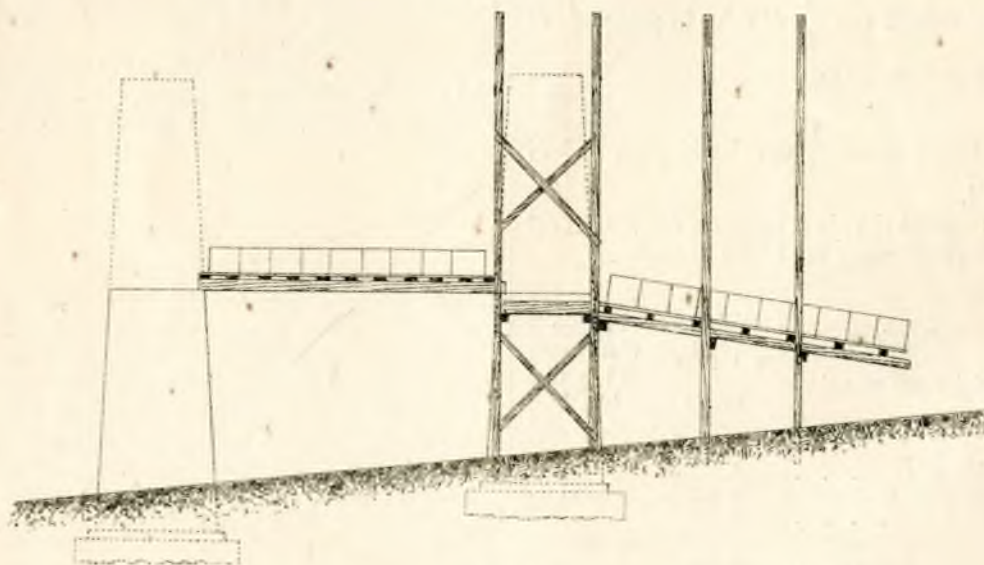


Fig. 33.

si giungeva fino alla 8^a. Con una successione di passerelle si passava dalla 7^a alla 2^a, alla quale corrispondeva la rampa.

Nella elevazione di alcune pile che raggiungevano notevole altezza fu cura nell'atto dell'esecuzione, onde prevenire eventuali infortuni, di porvi dei ripari ad uso parapetto, i cui ritti venivano fissati per mezzo di grappe nei giunti del paramento a bolognini, cercando però di tenerli discosti dagli spigoli, dovendo, traguardando, riferircisi il muratore nel suo lavoro. Come apparisce dalla fig. 3 della Tav. I, a circa ogni due metri di altezza di pila questa aveva una spianata in pietra da taglio dello spessore di circa m. 0,30, costituendo i così detti *legati* o *corsi passanti*.

Quando per ultimare le murature d'una pila mancavano 2 o 3 metri, si determinava la quota esatta dei punti prossimi agli spigoli onde riferircisi per fare l'esatta ripartizione degli ultimi cantonali.

In generale per questi fu tenuta tale altezza del corso che tre cantonali sovrapposti facessero un metro, essendo naturalmente comodo e pratico avere nelle cave, che a ciò si prestavano, un'unica misura per gli scalpellini, limitando l'obbligo delle dimensioni al tratto di pile da ultimarsi.

Terminate le pile si doveva porre in opera il coronamento, alla quale operazione si procedè in generale innalzando i pezzi mediante i semplici sistemi indicati nella fig. 34. Due gambe, costituite da due sostacchine della sezione di $0,18 \times 0,20$, reggevano la taglia per la quale passava la corda che con un capo era raccomandata alla capra, mentre l'altro andava ad un verricello. L'imbracatura del pezzo veniva presa dal gancio unito alla taglia mobile. I controventi servivano a tenere in posizione verticale la capra fintantochè il pezzo non fosse stato tirato ad un'altezza superiore al piano della pila di tanto quanto era necessario per portarvelo, inclinando le sostacchine coll'allentamento dei canapi.

Il pezzo così veniva posato sopra dei rulli in legno per essere agevolmente trasportato al posto dove doveva essere messo in opera.

Quando per la troppo grande altezza si richiesero delle sostacchine troppo lunghe, queste furono composte, come si vede nei disegni, unendone le parti mediante ganascie in legno inchiodate.

Nelle fig. 35 e 36 si vede il particolare adottato nel caso speciale per innalzare i pezzi del coronamento delle pile 17^a, 18^a e 19^a, ripiego che corrispose perfettamente allo scopo.

Dalle fig. 37, 38 e 39 si potrà avere un'idea del modo col quale s'innalzarono sul pilone Caianello i pezzi speciali per i cuscinetti in pietra della travata.

Corrispondendo il cuscinetto alle dimensioni di $1,61 \times 1,10 \times 1,19 = m^3 2,107$, esso veniva a pesare circa chilogrammi 47,40, essendo 2250 il peso specifico medio del travertino. E relativamente a tali manovre credo inutile dilungarmi più oltre e passerò senz'altro alle vòlte.

Le vòlte del viadotto sono a mattoni provenienti dalle fornaci di Roma e corrispondenti alle dimensioni di $0,29 \times 0,14 \times 0,05$.

Dalle fig. 3 e 9 della Tav. I si vedono gli spessori degli archi, sia relativamente alle ghiere, sia alle parti interne risegate in corrispondenza dell'angolo di 35° a partire dal mezzo del vòlto.

Per costruire le vòlte primieramente furono messi sulla fascia d'imposta i dormienti su cui appoggiavano 4 corde destinate a sorreggere il tavolato che doveva servire per il piano di manovra degli operai.

Potendosi eseguire un tratto di vòlta senza centina, così si ubicarono nel modo indicato dalla fig. 40 modine sagomate secondo la curvatura del vòlto. Il tratto di questo, che in tal guisa si poteva formare, era di uno sviluppo variabile fra m. 1,80 e m. 2. Per mettere poi a posto le modine si procedeva nel modo seguente.

Certi della precisione nello stacco di elevazione delle pile e di un immediato tratto di muratura si prendeva a pian di campagna la misura fra gli spigoli di un corso e si determinava il punto di mezzo che poi col piombo si trasportava sulla fascia d'imposta. In tal guisa si veniva a segnare sulle pile l'andamento dell'asse ferroviario. I punti corrispondenti

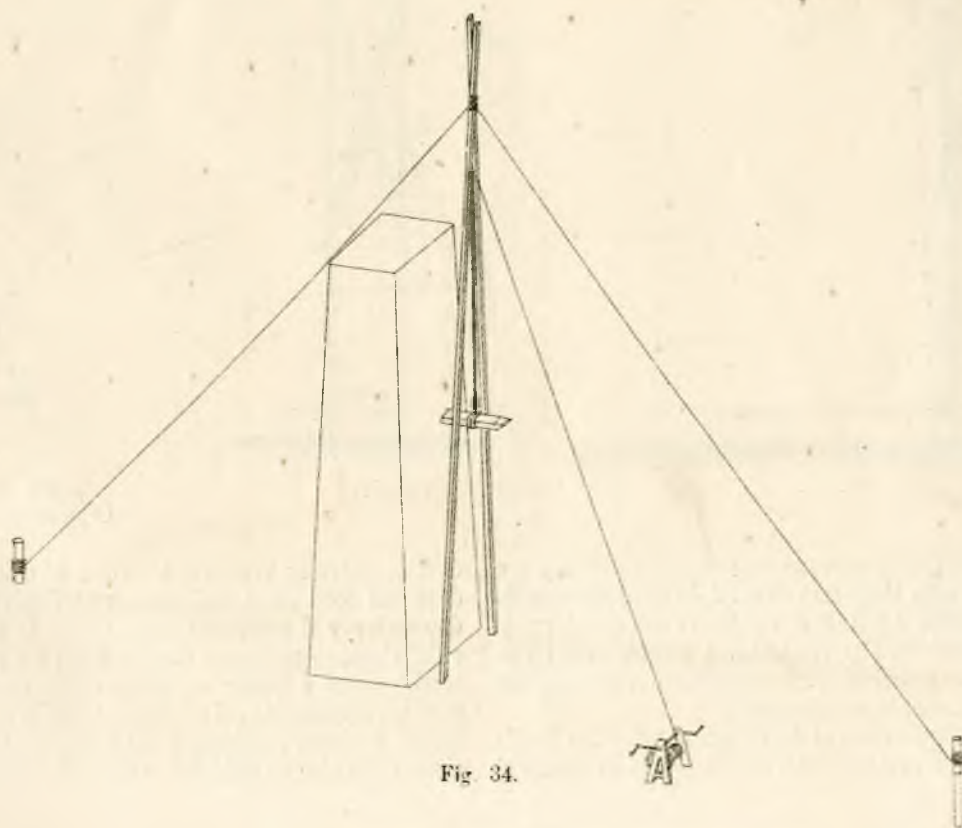


Fig. 34.

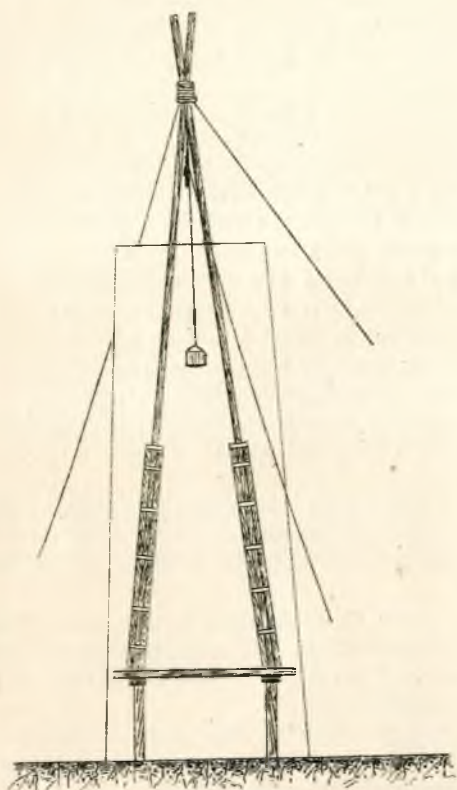


Fig. 35.

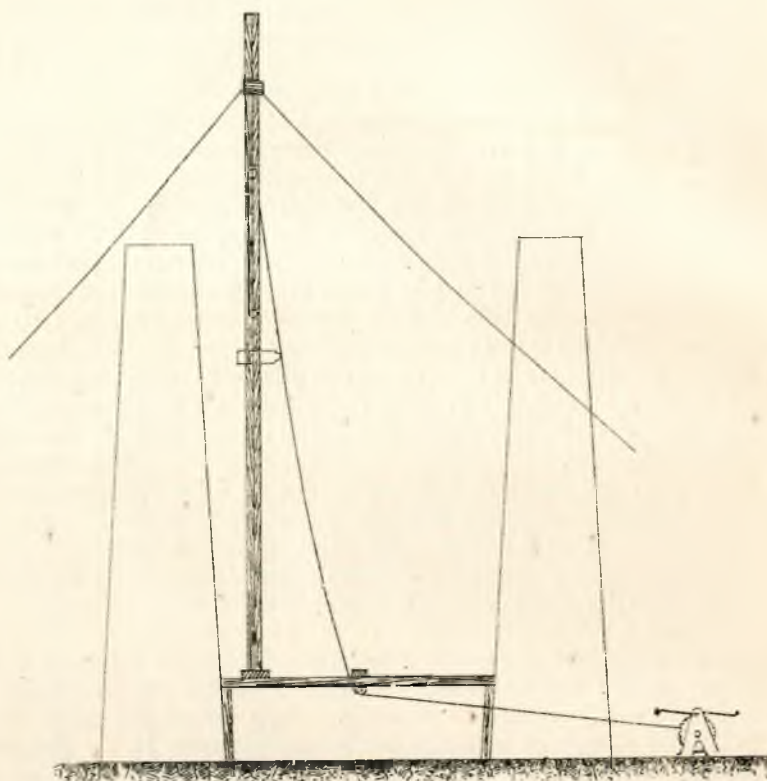


Fig. 36.

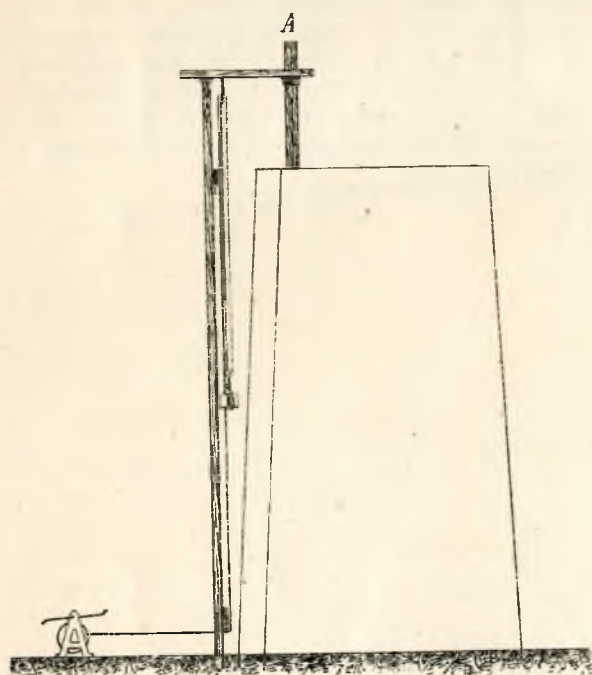


Fig. 37.

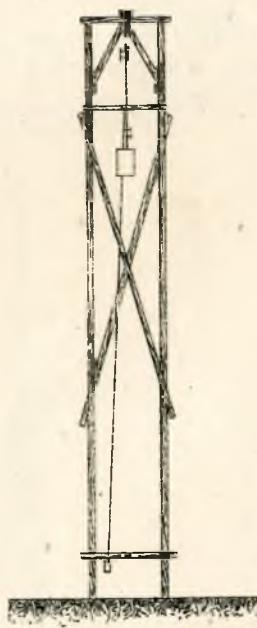


Fig. 38.

Fig. 39.
Capretto A sul pilone.

alle ghiera dei vòltsi si ottenevano trasportando a destra e a sinistra di tale asse la larghezza di m. 2,40 lungo lo spigolo della fascia d'imposta e quindi si verificava con questi punti se la luce corrispondeva alla richiesta. I piccoli errori inevitabili in simili operazioni si correggevano compensando col ripartire debitamente le differenze.

Le modine s'inchioldavano ai dormienti posati sulla fascia delle pile, e la parte di vòlto, che con la scorta di quelle si

doveva costruire, veniva in tal guisa ad essere nella direzione data dai loro piani, dei quali una lenza (vedi fig. 40) ne determinava il prolungamento. Sicchè le faccie delle ghiera e del timpano frapposto erano piane; ma poi però dovevano corrispondere a quella superficie curva che era necessario di dare all'andamento dei vòltsi per avere il fascione di coronamento in curva continua, e già nello studio della rastremazione delle pile ne abbiamo veduto il calcolo relativo.

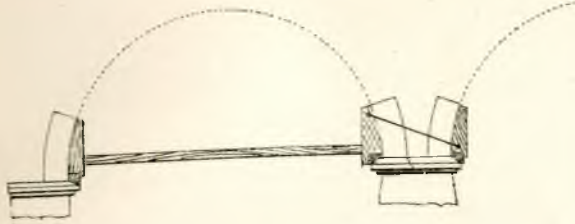


Fig. 40.

Costruite queste prime parti di vólto, s'incominciava l'armatura per la rimanente.

4. Armature dei vólti di m. 10,50 di luce (Tav. I). —

a) *Premessa.* — Il pregio del tipo della presente armatura sta nel modo comodo e facile con cui si procede al disarmo. Le biette o cunei che servono a tale scopo sono poste sopra i puntoni e quindi il calo vien dato solamente al manto ed alle forme, evitando in tal guisa di smuovere tutta quanta la massa di legname dell'armatura. *Forme* si denominano quei travi centinati a seconda della curvatura del vólto e che stanno sotto al manto immediatamente.

b) *Diagrammi.* — Il diagramma della fig. 41, per le forze sollecitanti l'armatura, si costruisce supponendo, onde mettersi nelle più sfavorevoli condizioni di stabilità, che graviti tutta quanta la vólta, ma non chiusa in chiave.

Il vólto si scompone in conci e i pesi di questi, le pressioni che essi esercitano sull'armatura, le azioni reciproche fra loro sono le forze con le quali viene costruito il diagramma.

La risultante massima che si ottiene è OO_1 .

La risultante delle forze che agiscono su una parte dell'armatura, dal cervello del vólto al punto A, è Or . La componente di Or normale alla forma è On . È facile quindi determinare le reazioni dei conci, cioè i carichi concentrati in quei punti sul puntone 1, come pure è facile costruire per un tale sistema di carichi concentrati il diagramma dei momenti inflettenti relativi a detto puntone 1.

Fatto il diagramma rappresentato nella fig. 42, si trasporta parallelamente OO_1 e si costruisce separatamente un secondo diagramma rappresentato nella fig. 43 per determinare le tensioni nelle diverse membrature, decomponendo la risultante OO_1 in due componenti, una passante per il cervello del vólto e l'altra per il punto A ed entrambe a raggio.

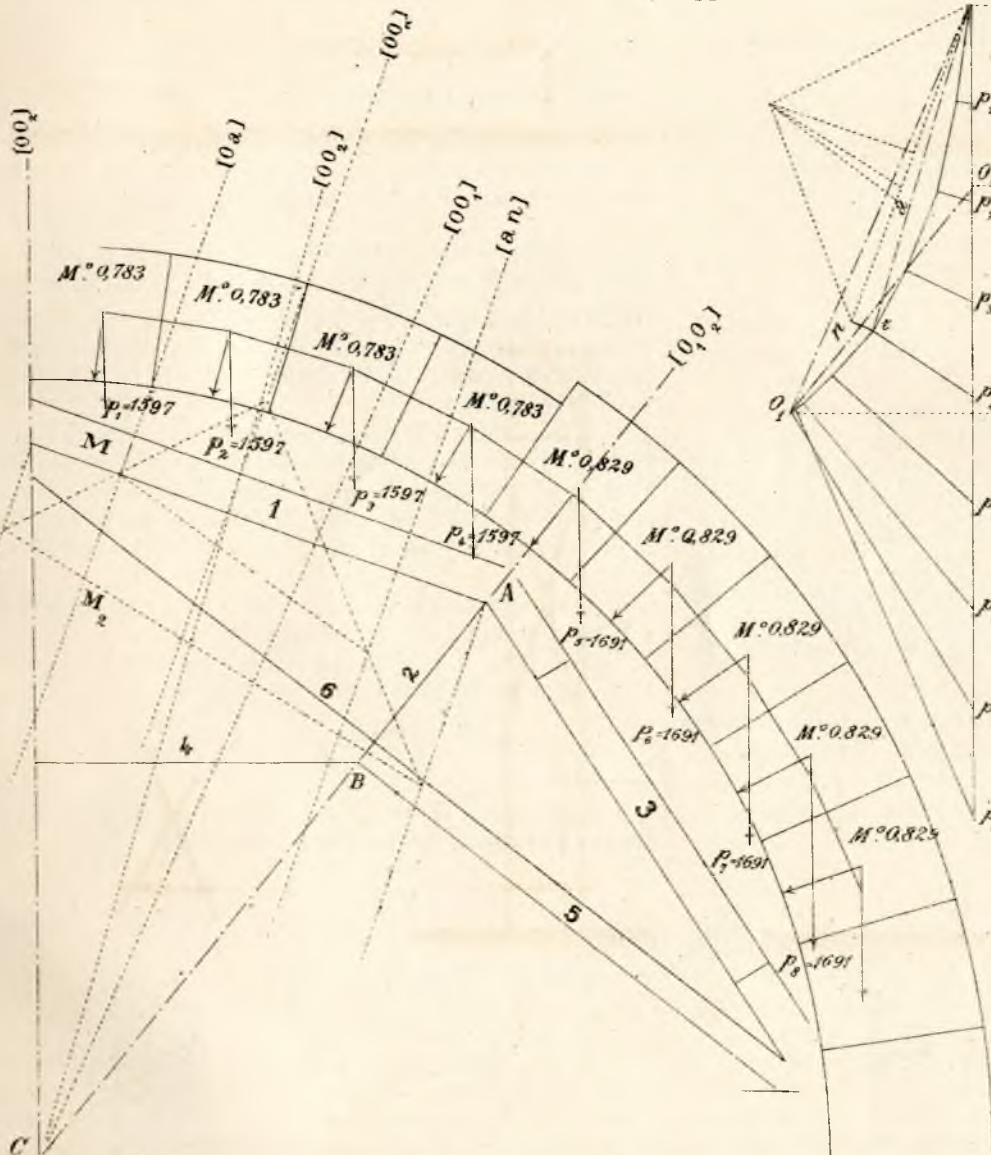


Fig. 41.

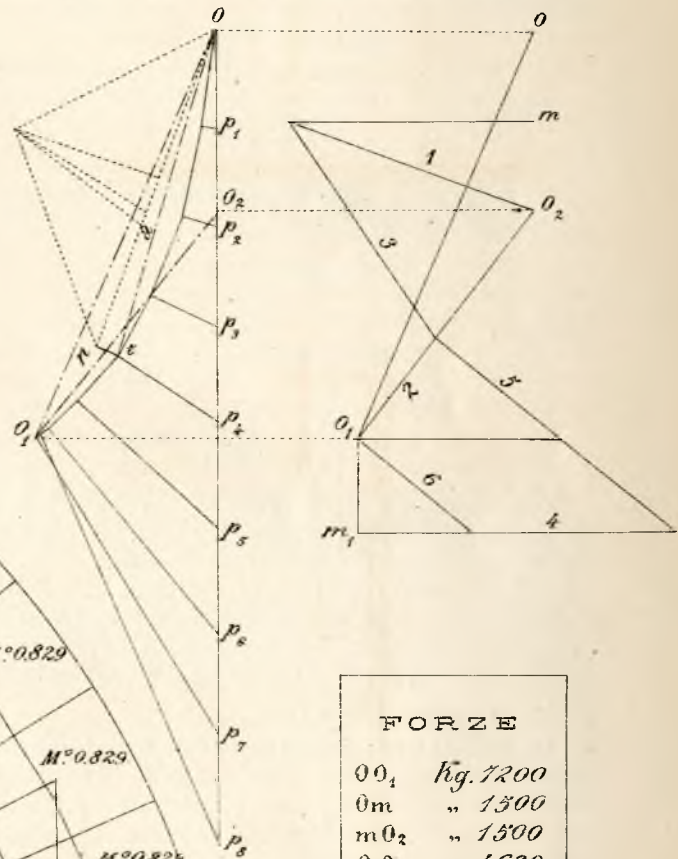


Fig. 42.

FORZE	
OO_1	kg. 1200
Om	" 1500
mO_2	" 1500
O, O_2	" 4620
1	" 4200
2	" 2040
3	" 4200
4	" 3240
5	" 2520
6	" 2420
$0a$	" 3300
an	" 2100
M, M	" 45000

Fig. 43.

c) *Resistenza del manto* (vedi fig. 44). — In un metro lineare d'intradosso essendovi 7 travetti della sezione di 80 mm. $\times$ 80 mm., il peso che gravita su di un tratto di travetto fra due armature consecutive sarà approssimativamente:

$$Q = \frac{1,26 \times 1,05 \times 1700}{7} = \text{Chg. } 321,7,$$

e arrotondando le cifre:

$$Q = 322 \text{ Chg.},$$

essendo Chg. 1700 il peso di m³ 1000 di muratura di mattoni bagnati e non tenendo conto che dello spessore centrale del volto, m. 1,05, e ciò a maggior vantaggio per i calcoli di stabilità.

Il travetto lo considereremo come un trave incastrato agli estremi e sopraccaricato uniformemente. Quindi il momento massimo inflettente sarà:

$$M_m = \frac{Q l^2}{12}.$$

Nel caso attuale essendo:

$$Q = \text{Chg. } 322; \quad l = 1260 \text{ mm.},$$

avremo:

$$M_m = \frac{322 \times 1260^2}{12}.$$

La formula di resistenza è:

$$M = R \cdot \frac{I}{z}.$$

Uguagliando i momenti per conoscere lo sforzo unitario ed essendo nel caso attuale:

$$\frac{I}{z} = 0,167 \times 80^3 = 85504,$$

avremo:

$$\frac{322 \times 1260^2}{12} = 85504 R,$$

$$R = \frac{322 \times 1260^2}{12 \times 85504} = 0,3.$$

Ottenendosi per R un valore $< 0,7$ si conclude esservi la necessaria stabilità, assumendosi Chg. 0,7 per mm. quadrato, come *limite dei carichi permanenti*.

d) *Resistenza della forma* (vedi fig. 45). — Il trave che costituisce la forma essendo appoggiato sulle biette che servono all'allentamento dell'armatura, lo considereremo appunto come un trave su due appoggi e uniformemente caricato di un peso totale $Q n$.

La formula da applicarsi per avere il massimo momento inflettente è:

$$M_m = \frac{1}{8} Q l.$$

Essendo nel caso attuale:

$$Q = Q n = \text{Chg. } 5400,$$

$$l = 2000 \text{ mm.},$$

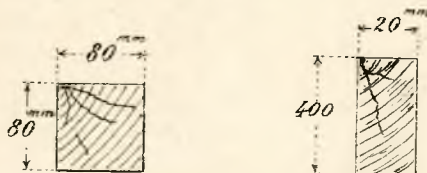


Fig. 44.

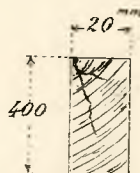


Fig. 45.

avremo:

$$M_m = \frac{1}{8} \times 5400 \times 2000 = 1350000,$$

Le formule di resistenza essendo:

$$M = R \cdot \frac{I}{z},$$

ponendo:

$$R = 0,7$$

$$\frac{I}{z} = 0,167 \times 200 \times 400 = 5344000,$$

avremo:

$$M = 0,7 \times 5344000 = 3740800.$$

Essendo $M > M_m$ si vede che c'è la necessaria stabilità.

e) *Resistenza a flessione del puntone 1*. — Fatto il diagramma dei momenti inflettenti per i carichi concentrati nei punti delle biette si vede che il massimo momento inflettente che sollecita il puntone 1 è:

$$M_1, M_2 = \text{Chg.} \times m. 45000.$$

La formula di resistenza:

$$M = R \cdot \frac{I}{z},$$

darebbe nel caso attuale, ponendo:

$$\frac{I}{z} = 0,167 \times 200^3 = 1336000,$$

$$M = 0,7 \times 1336000 = 935200.$$

f) *Resistenza dei puntoni 1 e 3 alla compressione*. — Ho di già detto in qual modo venga costruito il diagramma (fig. 47). Aggiungerò adesso che la componente $O O_2$ è stata divisa in due parti: una parte di tale forza viene applicata nel nodo corrispondente al puntone 1 mentre l'altra agisce al nodo del puntone 6.

Così impostato il problema, indeterminato senza una tale ipotesi, avremo facilmente la spinta in chiave dovuta all'azione del puntone 1. Quindi facilmente si determineranno le forze che agiscono nel nodo A. Passando poi al nodo B si determinano le tensioni che agiscono nelle membrature 2, 4, 5.

Così si determina la spinta in chiave dovuta al puntone 6 e la tensione alla quale è esso soggetto.

Considerando i puntoni 1 e 3 come soggetti a compressione, lo sforzo unitario sarà:

$$\frac{4200}{200 \times 200} = 0,1.$$

Considerandoli poi invece come solidi caricati di punta e liberi agli estremi, faremo uso della formula:

$$P = 4 \times 2,5 + \frac{1}{m} \times \frac{E I}{l^2},$$

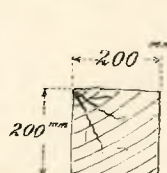


Fig. 46.

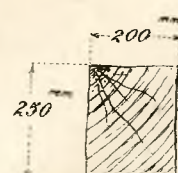


Fig. 47.

dove P è il carico a cui il solido caricato di punta può essere sottoposto con sicurezza:

$$m = \text{coefficiente} = \frac{1}{10};$$

$$E = \text{modulo d'elasticità} = 1000;$$

$$l = \text{lunghezza del trave} = 3600 \text{ mm.};$$

$$I = \text{momento d'inerzia della sezione} = 0,0833 \times 200^4 = 133280000.$$

Quindi avremo:

$$P = 4 \times 2,5 \times \frac{1}{10} \times \frac{1000 \times 133280000}{3600^2} = 10283.$$

g) *Resistenza del puntone 6.* — Considerando questo come un trave caricato di punta, ma incastrato in un estremo al nodo B, farò uso della formula:

$$P = 2,5 \times \frac{1}{m} \times \frac{E \cdot I}{l^2}.$$

Essendo nel caso attuale:

$$I = 0,0833 \times 200 \times 250^3 = 260312500,$$

$$l = 3500,$$

avrò:

$$P = \frac{2,5}{10} \times \frac{1000 \times 260312500}{3500^2} = 5312.$$

5. *Della ultimazione dei vólti e rin fianchi* (fig. 48). — Sopra quelle parti di vólto già costruite nel modo detto più sopra, si poggiavano i travi di un ponte di servizio provvisorio per mettere a posto le centine.

Primieramente si collocarono i puntoni, quindi i sottopuntoni e la corda. Si procedeva poi alla ubicazione dei monaci tenendo lente le chiavarde onde introdurre gli altri puntoni al loro posto.

Messi i pezzi di collegamento, le forme e le biette e riscontrato l'andamento circolare della centina si serravano le chiavarde. Per mezzo di una randa era fatta la verifica della curvatura, la quale randa partiva dal centro del vólto determinato sul prolungamento di un monaco. Fatta la verifica si metteva il manto che s'inchiodava sulle forme, e

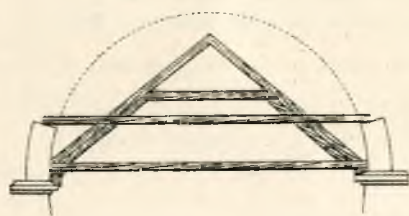


Fig. 48.

quindi, sul manto si tracciava l'andamento delle ghiera. Tirata una lenza da spigolo a spigolo d'imposta del vólto si trovava il punto di mezzo; si piombava e sul manto si spostava tal punto di quanto era necessario per l'andamento della ghiera.

Quindi, sempre nella proiezione della ghiera, si determinava il quarto delle curve e a questo quarto si dava lo spostamento di 0,01. Sul manto si segnavano tante linee equidistanti di 0,25 e nella direzione delle generatrici degli archi, e ciò allo scopo di ben collocare i mattoni. Inquanto all'ordine che fu tenuto nella costruzione dei diversi vólti esso fu il seguente (vedi fig. 49).

Contemporaneamente si trovavano armati 3 vólti. Mentre il primo si sta chiudendo, il secondo è al terzo dalla chiave ed è sopraccaricato; al successivo si è prossimi al terzo ed in parte è caricato.

Il quarto vólto è senza armature, avendo i pieducci ultimati mentre sono in costruzione quelle del quinto.

Disarmata la prima arcata si armava subito la quarta in modo che nel mentre si compie tale manovra si lavora all'ultimo terzo della seconda arcata e si giunge al terzo della terza e se ne completa il caricamento mentre si terminano i pieducci della quinta e s'incominciano quelli della sesta.

Il disarmo si eseguiva allentando primieramente le biette centrali battendo contemporaneamente tutte quelle che corrispondevano alle quattro centine.

La prima vólta che venne disarmata dopo l'allentamento delle biette fece un calo di m. 0,01; a tale allentamento, a disarmo completo, fece seguito un calo definitivo di m. 0,035.

Usando dei traguardi si fece la verifica di tale calo.

Messi tre traguardi, avanti di procedere all'allentamento delle biette, due sopra due punti che non si sarebbero mossi mentre il terzo era posato sul cervello dell'estradosso del vólto in osservazione, si riscontrò, disarmate le vólte, che il traguardo del vólto era primieramente calato di m. 0,01 ed infine di m. 0,035.

Il sovralzamento dato in precedenza ai vólti era stato di m. 0,05 in prevenzione del calo.

Per la costruzione dei vólti fino al loro terzo verso chiave, i mattoni dal luogo di deposito, che debitamente si faceva al piede di ogni pila, per mezzo di argani venivano sollevati al tavolato che costituiva un praticabile al piano d'imposta. Giunte le murature al terzo verso chiave, i mattoni ed i pietrami provenivano sul luogo d'impiego percorrendo la parte superiore del viadotto già costruita mediante un binario di servizio che, dove non erano ultimate le cappe e i riempimenti fra i rin fianchi, era posato su di un tavolato sorretto da travi alla distanza da m. 1,50 a m. 2,00 come si vede accennato nella fig. 49, mentre le malte confezionate al sottostante piano di campagna venivano innalzate al punto del lavoro con dei bigonci manovrati da appositi castelli.

Questi furono messi in corrispondenza delle diverse pile-spalle incominciando da quella 40ª fino alla 22ª. Ai castelli

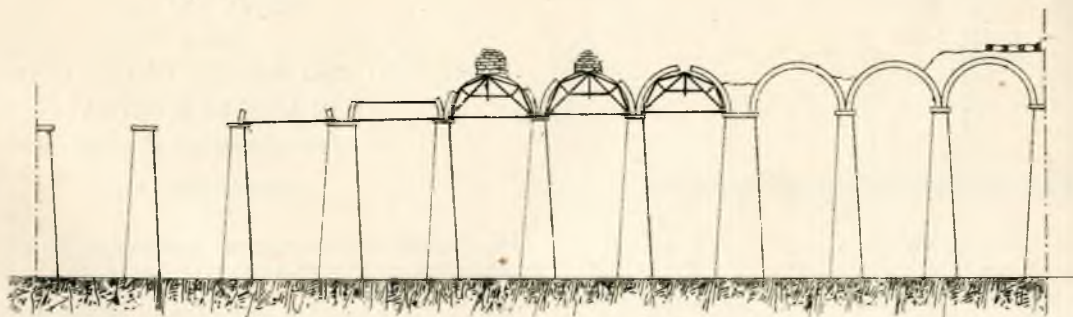


Fig. 49.

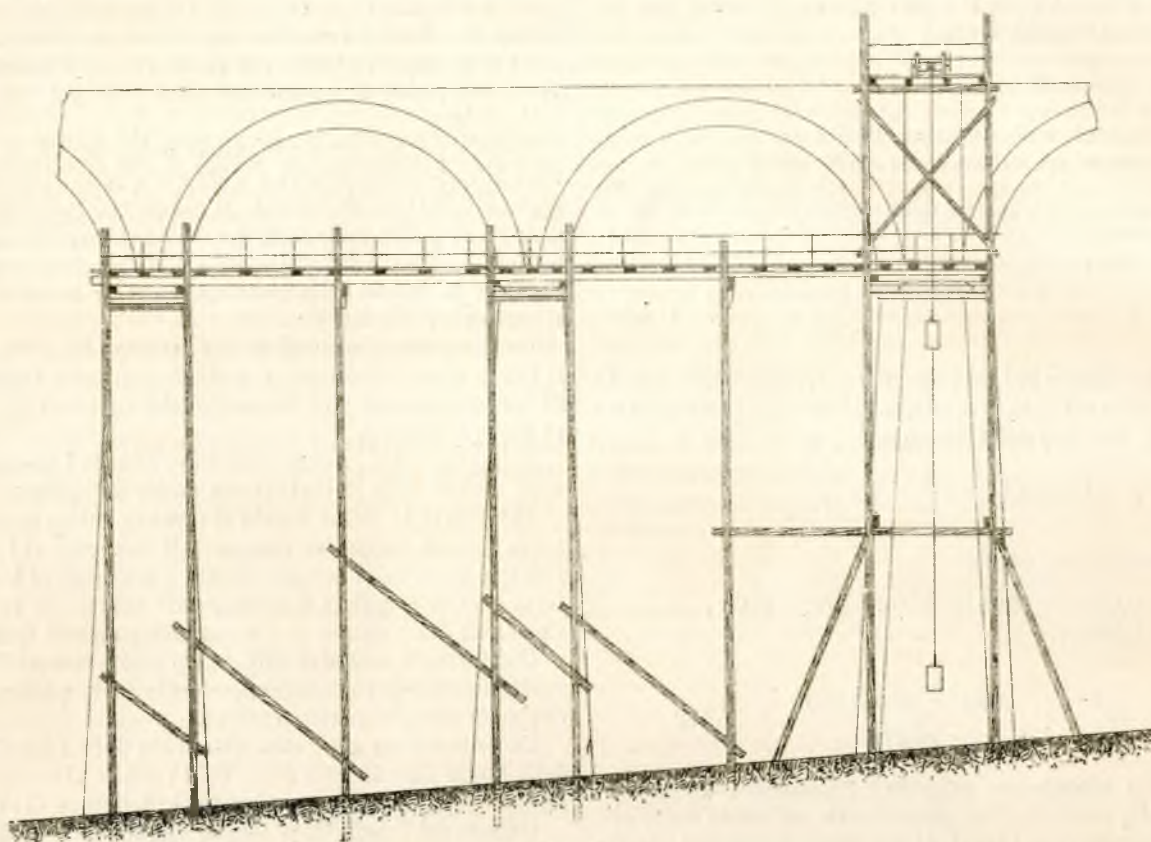


Fig. 50.

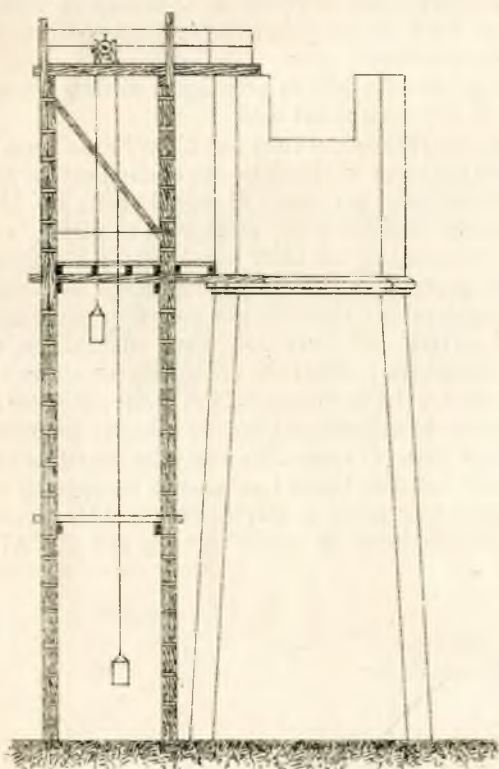


Fig. 51.

facevano capo le diverse rampe che davano comunicazione tra il cantiere al piano di campagna e l'andatore che era stato costruito lungo il piano d'imposta del viadotto, come si vede nelle fig. 50 e 51.

A misura poi che si ultimava una tratta di viadotto, i castelli e l'andatore inservibili si smontavano per rifarli più innanzi.

La larghezza degli andatori era di circa m. 1,00 e le pendenze delle rampe di circa 25 % o poco più.

Nella costruzione dei vòlti si lasciarono i vani per i tubi di piombo mettendo provvisoriamente al loro posto un cilindro di legno. Quei tubi di piombo dovendo sporgere dalla superficie d'intradosso di circa m. 0,30, avrebbero fatto forare in loro corrispondenza il manto delle armature se fossero stati immediatamente murati nel vòlto. La cappa di questo era costituita da calcestruzzo di ghiaia e malta di $\frac{1}{3}$ di calce in pasta e $\frac{2}{3}$ di pozzolana di Bacoli. Uno strato di m. 0,01 di cemento copriva quindi il calcestruzzo della cappa che aveva uno spessore di m. 0,10.

(*Continua*).

MECCANICA APPLICATA

BREVE STUDIO

SULLE

CONDIZIONI PER LA PIU' FACILE GUIDABILITÀ DI UNA BICICLETTA

del Ten.-Colonnello G. BERTINI

(Continuazione e fine)

IV. — ESPERIMENTI PRATICI E DEDUZIONI DI CONFRONTO PER LA MIGLIORE POSTAZIONE DEL TIMONE IN UNA BICICLETTA.

23. — Collo sviluppo in tabella di alcuni valori dell'eccentricità e del sopravanzo da darsi a una bicicletta in base alle formole N. 5 e N. 6, si è fornito un modo spiccio di determinare teoricamente quale abbia a essere la migliore po-

sizione dell'asse del timone per concorrere con esso alla più facile guidabilità; ma pel fatto d'aver esaminato l'alzamento e l'abbassamento del centro di gravità nel solo caso d'un quarto di giro dello sterzo, può nascere il dubbio giustissimo che per le deviazioni o voltate tra zero e 90 gradi, i conseguenti alzamenti e abbassamenti, non siano più in proporzione. Qualsiasi operazione d'altra parte ha bisogno d'un controllo; e non tutti restano persuasi delle verità ricavate dalla pura teoria.

24. — Per le ragioni anzidette si è creduto buono di suffragare i risultati teorici avuti, con qualche dato pratico, e a tal fine si è costruito appositamente una specie di manichino di bicicletta che potesse dar luogo a diverse inclina-

zioni dell'asse del timone, a diversi spostamenti dell'eccentricità, e a diverse deviazioni per le voltate.

Si armò quindi questo manichino per le posizioni corrispondenti, a 4 angoli d'inclinazione α dell'asse del timone, a 4 spostamenti dell'eccentricità ε , e a 7 deviazioni ω di spostamento laterale. Si ebbero così 112 posizioni diverse, per ciascuna delle quali si misurò il più esattamente possibile l'altezza di un punto costante da cui si dedusse poi quella del centro di gravità. Si compensarono quindi, con metodi analoghi a quelli del calcolo delle probabilità, gli errori incogniti ed inevitabili; e si riunirono i risultati avuti nella Tabella N. 2, raggruppandoli in 16 serie aventi ognuna lo stesso angolo α d'inclinazione e la stessa eccentricità, ma diverso angolo di deviazione per ognuno dei suoi termini.

TABELLA II.

Tabella comparativa di 16 serie di numeri dimostranti i sopranvanzi λ in una bicicletta e i sovralzamenti z del centro di gravità

in dipendenza di 4 posizioni diverse dell'inclinazione α dell'asse del timone,
di 4 spostamenti diversi dell'eccentricità ε , e
di 6 ampiezze diverse dall'angolo ω di deviazione del timone.

Eccentricità e deviazioni prese in esame		Valori emergenti del sopranvanzo λ e del sovralzamento z per							
		$\alpha = 15^\circ$		$\alpha = 25^\circ$		$\alpha = 35^\circ$		$\alpha = 45^\circ$	
		λ	z	λ	z	λ	z	λ	z
ε	ω	Millimetri		Millimetri		Millimetri		Millimetri	
Metri	Gradi								
0,00		A		B		C		D	
	0°,00'	+ 94	0,0	+ 163	0,0	+ 245	0,0	+ 350	0,0
	15		— 0,6		— 0,9		— 1,2		— 1,5
	30		— 1,5		— 2,6		— 3,8		— 5,3
	45		— 2,4		— 4,8		— 8,7		— 13,5
	60		— 3,0		— 8,1		— 15,0		— 23,4
	75		— 3,5		— 9,9		— 20,0		— 31,5
	90		— 3,6		— 10,5		— 22,0		— 36,0
0,04		E		F		G		H	
	0°,00'	+ 52	0,0	+ 119	0,0	+ 196	0,0	+ 294	0,0
	15		— 0,3		— 0,6		— 0,9		— 1,2
	30		— 0,3		— 1,3		— 2,3		— 3,6
	45		— 0,0		— 2,1		— 5,5		— 10,4
	60		+ 0,3		— 4,2		— 9,9		— 18,0
	75		+ 0,8		— 4,5		— 12,0		— 22,5
	90		+ 1,8		— 3,9		— 11,1		— 24,0
0,08		I		L		M		N	
	0°,00'	+ 11	0,0	+ 75	0,0	+ 147	0,0	+ 273	0,0
	15		0,0		— 0,3		— 0,6		— 0,9
	30		+ 0,3		— 0,7		— 1,7		— 3,0
	45		+ 0,6		— 1,5		— 4,8		— 9,6
	60		+ 1,5		— 1,8		— 7,5		— 15,0
	75		+ 3,0		— 1,0		— 7,0		— 18,0
	90		+ 4,5		+ 0,9		— 6,0		— 18,0
0,12		O		P		Q		R	
	0°,00'	— 31	0,0	+ 31	0,0	+ 99	0,0	+ 181	0,0
	15		+ 0,6		+ 0,3		0,0		— 0,3
	30		+ 1,8		+ 0,9		— 0,5		— 2,0
	45		+ 3,9		+ 2,1		— 1,5		— 6,3
	60		+ 6,3		+ 3,3		— 1,5		— 9,3
	75		+ 9,2		+ 5,7		+ 0,6		— 9,0
	90		+ 12,9		+ 9,6		+ 4,8		— 3,0

25. — Dall'analisi delle cifre messe a confronto tra loro in questa tabella, si possono ricavare le seguenti principali particolarità:

1° I maggiori valori del sopranvanzo λ si avrebbero per le serie che, prese in complesso, corrispondono alla massima inclinazione dell'asse del timone, e nel contempo alla minima eccentricità, come d'altronde era prevedibile;

2° I maggiori valori del sovralzamento z del centro di gravità si avrebbero dalle serie che corrispondono alla minore inclinazione dell'asse del timone, e nel contempo alla massima eccentricità;

3° Per qualsiasi angolo di inclinazione α combinato con qualsiasi angolo di deviazione ω , il sovralzamento z del centro di gravità, cresce in ragione dell'eccentricità ε ;

Tabella dimostrativa di alcune serie dei valori di λ e di z generati dalle inclinazioni α e dalle eccentricità ε

Eccentricità e deviazioni prese in esame		Valori emergenti, del sopravanzo λ e del sovralzamento z ,									
ε	ω	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 16^\circ$	$\alpha = 17^\circ$	$\alpha = 18^\circ$	$\alpha = 19^\circ$	$\alpha = 20^\circ$	$\alpha = 21^\circ$	$\alpha = 22^\circ$	$\alpha = 23^\circ$	$\alpha = 24^\circ$
		λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z
Metri	Gradi	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri
Serie I											
0,08	15°	+ 11 0,0	+ 17 0,0	+ 23 0,0	+ 30	+ 36	+ 43	+ 49	+ 55	+ 61	+ 69
	30	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1							
	45	+ 0,6	+ 0,4	+ 0,2							
	60	+ 1,5	+ 1,2	+ 0,8							
	75	+ 3,0	+ 2,7	+ 2,3							
	90	+ 4,5	+ 4,2	+ 4,0							
0,09	15°	0,0	+ 7	+ 13	+ 19 0,0	+ 25 0,0	+ 32 0,0	+ 38	+ 44	+ 50	+ 58
	30				+ 0,2	+ 0,1	+ 0,0				
	45				+ 0,5	+ 0,3	+ 0,1				
	60				+ 0,9	+ 0,6	+ 0,2				
	75				+ 3,0	+ 2,6	+ 2,2				
	90				+ 4,7	+ 4,3	+ 4,0				
0,10	15°	- 10	- 4	+ 2	+ 9	+ 15	+ 21	+ 27 0,0	+ 33 0,0	+ 40 0,0	+ 47
	30							+ 0,1	+ 0,0	+ 0,0	
	45							+ 0,6	+ 0,4	+ 0,2	
	60							+ 0,9	+ 0,6	+ 0,3	
	75							+ 3,2	+ 2,8	+ 2,4	
	90							+ 5,0	+ 4,6	+ 4,2	
0,11	15°	- 20	- 14	8	- 2	+ 4	+ 11	+ 17	+ 23	+ 29	+ 36 + 0,1
	30										+ 0,3
	45										+ 1,0
	60										+ 1,5
	75										+ 3,7
	90										+ 6,2
Serie O											
0,12	15°	- 31 + 0,6	- 24	- 19	- 12	- 7	0	+ 6	+ 12	+ 18	+ 25
	30	+ 1,8									
	45	+ 3,9									
	60	+ 6,3									
	75	+ 9,2									
	90	+ 12,9									

4° La combinazione che tra le considerate porterebbe alla più facile guidabilità mediante il massimo sopravanzo, senza che il centro di gravità si abbassi nelle voltate, sarebbe quella segnata P, che ha per inclinazione ($\alpha = 25^\circ$) ed ($\varepsilon = 0,12$), con rispettivo sopravanzo ($\lambda = 31$).

26. — Quando si volesse istituire un confronto tra il risultato pratico e il teorico, lo si potrebbe avere subito, paragonando qualcuno dei valori emersi dalla Tabella N. 2 cogli analoghi di quella N. 1. E infatti la serie L della tabella numero 2 ci dice che per l'inclinazione ($\alpha = 25^\circ$) si dovrebbe assumere un'eccentricità ($\varepsilon = 0,080$), donde ($\lambda = 0,075$); mentrecchè nella Tabella N. 1, per ($\alpha = 25^\circ$) si è trovato ($\varepsilon = 0,073$) e ($\lambda = 0,082$).

Ma essendosi già prestabilito che, di questi due valori teorici, il primo doveva aumentarsi e il secondo diminuirsi, ne viene di conseguenza che teoria e pratica si trovano completamente d'accordo; e che l'una controlla e conferma l'altra.

27. — I brevi calcoli ai quali si è ricorso non ci hanno detto di quanto si sarebbe dovuto aumentare l' ε , nè di quanto diminuire il λ ; ma questo ha ragione di essere soltanto perchè a parte teorica non è stata sufficientemente compulsata. La

pratica invece, a cui si è domandato qualche cosa di più, ci fa conoscere che l'aumento fino ad ($\varepsilon = 0,080$), e la diminuzione fino a ($\lambda = 0,075$), come vorrebbe la serie L presa ora a paragone, non sarebbero modifiche sufficienti, perchè tutti i valori di z in questa serie, ad eccezione dell'ultimo, sono negativi. Bisognerebbe quindi fare ($\varepsilon > 0,080$) e ($\lambda < 0,075$), e avvicinarsi così alla serie sottostante segnata P, che, come si è già osservato, è la più conveniente tra le 16 della Tabella. Ma prima di arrestarsi a questa come la migliore, sarebbe utile il cercare se non ve ne siano altre ugualmente confacenti, o meglio; e questo è quanto si tenterà di fare qui appresso.

28. — Per scoprire queste nuove serie, e per averne così più d'una a disposizione nelle diverse contingenze della costruzione d'una bicicletta, si è creduto conveniente il farne una ricerca apposita; e visto che col metodo teorico si sarebbe andati incontro ad un immenso lavoro pel completamento dei lavori corrispondenti a quelli di ω tra gradi zero e 90, si è pensato che poteva esser più spiccio seguire il metodo pratico, ricavando le nuove serie abbisognevole per mezzo d'intercalazione tra qualcheduna di quelle della Tabella N. 2.

TABELLA III.

he potrebbero essere scelte nella costruzione del telaio di una bicicletta per ottenere una più facile guidabilità.

in base ai valori controsegnati di ϵ e di ω , e dei successivi per

$\alpha = 25^\circ$	$\alpha = 26^\circ$	$\alpha = 27^\circ$	$\alpha = 28^\circ$	$\alpha = 29^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 31^\circ$	$\alpha = 32^\circ$	$\alpha = 33^\circ$	$\alpha = 34^\circ$	$\alpha = 35^\circ$
λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z	λ z
Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri
Serie L										Serie M
+ 75 - 0,3 - 0,7 - 1,5 - 1,8 - 1,0 + 0,9	+ 82	+ 89	+ 96	+ 103	+ 110	+ 117	+ 124	+ 132	+ 139	+ 147 - 0,6 - 1,7 - 4,8 - 7,5 - 7,0 - 6,0
+ 64	+ 71	+ 77	+ 84	+ 91	+ 98	+ 105	+ 112	+ 120	+ 127	+ 135
+ 53	+ 60	+ 66	+ 73	+ 80	+ 87	+ 93	+ 101	+ 108	+ 115	+ 123
+ 42 + 0,1 + 0,2 + 0,8 + 1,2 + 3,3 + 5,8	+ 49 + 0,1 + 0,5 + 0,8 + 2,8 + 5,3	+ 55 0,0 0,0 + 0,2 + 0,4 + 2,4 + 4,8	+ 62	+ 69	+ 75	+ 82	+ 89	+ 96	+ 103	+ 111
Serie P										Serie Q
+ 31 + 0,3 + 0,9 + 2,1 + 3,3 + 5,7 + 9,6	+ 37	+ 44	+ 50 + 0,2 + 0,4 + 1,2 + 2,0 + 4,4 + 8,3	+ 57 + 0,2 + 0,3 + 0,8 + 1,6 + 3,9 + 7,8	+ 64 + 0,1 + 0,2 + 0,5 + 1,1 + 3,4 + 7,3	+ 70 0,0 + 0,1 + 1,5 + 0,7 + 2,9 + 6,8	+ 77	+ 84	+ 91	+ 99 0,0 - 0,5 - 1,5 - 1,5 + 0,6 + 4,8

Dopo vari tentativi e dopo varie prove, si sono scelti come capisaldi le quattro serie segnate I, M, O, Q; e tra queste se ne sono intercalate 99, appoggiandosi nel contempo alle due di mezzo L e P. L'intercalazione fu eseguita per mezzo di curve di diversi generi, estese per maggior controllo a tutte le altre serie della Tabella N. 2; e i risultati più importanti si sono raggruppati nella Tabella N. 3 sovrariportata, che per essere completa, dovrebbe contenere le 105 serie a cui dà luogo, ma di cui, per maggior chiarezza, se ne tralasciarono molte.

29. — Tutte le serie ommesse in questa Tabella N. 3 sono state effettivamente ricavate al pari delle iscritte, ma non si trascrissero per non ingenerare confusione, e per far risaltare meglio le più interessanti, le quali, come si vede, procedono discendendo in linea diagonale da sinistra a destra. Le serie ommesse in alto a destra avrebbero tutte sovralzamenti negativi, vale a dire abbassamenti del centro di gravità in

ogni voltata, e corrisponderebbero a posizioni dell'asse del timone, che sarebbero perciò da scartarsi. Le serie ommesse in basso a sinistra avrebbero tutte le loro deviazioni con sovralzamenti positivi; ma i rispettivi sovravanzi sarebbero via via più piccoli, fino a diventar negativi; e corrisponderebbero perciò anche queste a posizioni del timone, da scartarsi.

Le serie adunque di questa tabella che ci indicherebbero alcune posizioni dell'asse del timone, da ritenersi come tra le più convenienti per le biciclette non da corsa, sarebbero in numero di 17. Ma queste 17 serie sono ancora suscettibili di un piccolo miglioramento, il quale si sarebbe ottenuto regolarizzando la curva determinata dalle più salienti; e in tal modo si sarebbe giunti in definitiva alla tabellina seguente, la quale, coll'aggiunta d'una in più, ci dà 18 posizioni dell'asse del timone, da ritenersi le più indicate, perchè il centro di gravità della bicicletta non si abbassi in qualsiasi voltata o deviazione, conservando nel tempo stesso un discreto sovravanzo.

$\alpha =$	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°
$\epsilon =$	74	77	80	83	87	90	93	97	100	103	105	107	110	113	115	117	120	123
$\lambda =$	17	20	23	26	29	32	35	37	40	44	48	51	55	59	62	66	70	74

I valori dell'inclinazione α sono espressi, come prima, in gradi. I valori dell'eccentricità ε e del sopravanzo λ in millimetri.

Non occorrerà il dire che nella scelta a farsi di una posizione dell'asse del timone è sempre conveniente prendere quella della maggior inclinazione compatibile colle altre condizioni che entreranno di conserva pel miglior funzionamento della bicicletta.

V. — PARTICOLARITÀ OSSERVATE IN ALCUNE BICICLETTE CIRCA LA LORO GUIDABILITÀ E POSTULATI GRATUITI.

30. — *Inclinazione usuale del timone.* — Come utile riscontro alla conclusione teorico-pratica epilogatasi nell'ora esposta tabellina delle migliori postazioni dell'asse del timone, sarebbe interessante l'esaminare quali siano l'inclinazione e l'eccentricità più comunemente usate dai migliori costruttori per le biciclette non da corsa.

Il già citato ing. Bourlet, competentissimo in materia, tratta a tal proposito, in modo molto elevato, la questione da lui detta del « lasciamano », e a pagina 66 del suo libro, dopo una premessa (della quale non mi è riuscito averne conferma con esperienza pratica), stabilisce grosse formole, dalla risoluzione delle quali fa scaturire una relazione tra l'inclinazione dello sterzo e l'eccentricità, la di cui soluzione, per rispetto all'inclinazione, la fa dipendere dall'eccentricità e dalla deviazione della linea di base, qualità queste due che egli lascia arbitrarie.

Conchiude poi col far osservare che i costruttori in genere inclinano l'asse del timone alla verticale di circa $22^{\circ}30'$, e ciò probabilmente (secondo lui) per essere questa cifra il quarto dell'angolo retto. E nello stesso tempo fa noto esservi delle biciclette, per le quali il lasciamano è molto agevole, mentrechè per alcune altre è quasi impossibile.

L'enunciazione di questo fatto avrebbe portato per deduzione logica a cercare qual forma avessero le une e quale le altre, e il risultato pratico di una tale ricerca avrebbe giovato moltissimo allo scopo verso cui si tende con questo studio; ma disgraziatamente non si è proceduto oltre.

L'inclinazione alla verticale, che più comunemente verrebbe data allo sterzo, secondo il referto del Bourlet, non è suffragata da una ragione che palesi un qualche vantaggio, e tanto varrebbe il dire che si usa far così, perchè si crede bene far così.

Una qualche norma razionale del pari per trovare come debbano essere l'eccentricità o il sopravanzo non è finora a conoscenza di chi scrive queste pagine.

31. — *Direzione del timone, perchè la ruota direttrice giri dalla parte della caduta.* — L'ingegnere Bourlet, nella premessa qui citata al paragrafo precedente, fa osservare che, affinchè la ruota direttrice giri dalla parte della caduta quando il piano mediano si inclina, bisogna che il suo centro di gravità sia al disopra dell'asse del timone intorno al quale deve ruotare.

Col manichino di bicicletta più sopra accennato si sono sperimentate diverse eccentricità assieme a diverse inclinazioni dell'asse del timone e col centro della ruota al disotto di questo contrariamente all'usato, e in tutti i casi contemplati si è trovato che inclinando il piano mediano la ruota girava sempre dalla parte della caduta, tale e quale come quando il centro della ruota sta al disopra e che il prolungamento dell'asse del timone dà un sopravanzo positivo.

32. — *Direzione fuori luogo dell'asse del timone.* — Nell'Annuario ciclistico del 1897, pubblicazione questa, che quasi si può dire faccia testo in Italia, vien dato per consiglio, a pagina 207, che nell'acquisto di una macchina abbiasi ad osservare, come cosa importantissima, che il prolungamento dell'asse dello sterzo passi pel punto di contatto della ruota anteriore col suolo, e che l'angolo di inclinazione di questo asse alla verticale sia il più piccolo possibile.

Se si dovesse accettare questo consiglio come articolo di fede, tutto l'elaborato di questo scritto cadrebbe per intero; ma siccome nulla vien dato in appoggio e nulla vien detto

circa lo scopo a cui dovrebbe tendere una tale disposizione, sarà meglio aspettare in proposito una qualche dimostrazione un po' positiva. Lo stesso ingegnere Bourlet, d'altronde, a pagina 63 del suo trattato, parla di tale disposizione, trovandola difettosa, e le macchine fatte in tal modo, o che si avvicinano, se ve ne sono, saranno di quelle per cui il lasciamano è quasi impossibile.

Il rappresentato come importantissimo nel detto Annuario porta dritto dritto alla disposizione qui esposta nella figura 3^a, già risultata da scartare.

33. — *Confronti tra biciclette di diverse fabbriche.* — Se qualche regola per la buona costruzione delle biciclette già esistesse riconosciuta, come in genere ve ne sono per tutte le altre macchine, si troverebbe che per biciclette di fabbriche diverse, ma di ugual tipo, le stesse quantità sarebbero pressochè identiche; ma questo invece, da quanto pare, non è ancora stato largamente riscontrato.

Nell'esimio giornale *La Bicicletta* (N. 22 del 16 marzo 1895) si legge infatti quanto segue:

« In 20 biciclette delle migliori fabbriche inglesi, tutte a ruote identiche, si trovò che il passo variava da metri 1,05 a metri 1,17.

« La lunghezza delle macchine da viaggio fu trovata in parecchi velocipedi maggiore per quelle da corsa e in parecchi altri il contrario.

« L'inclinazione dello sterzo alla verticale fu trovato variare da 21 a 26 gradi per una dozzina delle migliori macchine.

« L'eccentricità fu trovata diversificare da 7 a 80 millimetri ».

Sarebbe stato molto più utile se questi particolari di costruzione, invece che a blocco, fossero stati riportati distinti per ogni macchina, perchè così qualche cosa forse se ne sarebbe potuto dedurre. Dati, come si direbbe, a fascio, dimostrano soltanto che tante biciclette costruite per lo stesso e identico scopo, non sono dotate d'organismi eguali, e che uno stesso criterio non ha presieduto alla determinazione delle loro parti attive.

I singoli criteri adottati da ciascun costruttore saranno stati tutti buoni, ma non conoscendoli, si ha ragione di dubitare che la sola estetica o la moda, o il capriccio, o l'economia, abbiano guidato qualche direttore di fabbrica nella determinazione minuta dei suoi tipi; perchè quando da molti si vuol costruire un determinato oggetto con identici scopi, si deve pur finire a trovarsi d'accordo, e prova ne siano gli oggetti di uso comune nelle diverse arti e mestieri, come gli orologi, i pianoforti, i veicoli, le barche, ecc., ecc., che sebbene provenienti da diverse fabbriche, per nulla differenziano tra loro di sostanziale.

Negli organi delle biciclette invece si hanno molte diversità di tipi. Le disposizioni interne, ad esempio, per far girare gli assi, e da cui dipende il primo pregio di una bicicletta, sono molto differenti, e ogni costruttore vanta la propria come il *non plus ultra*. Segno evidente questo che la disposizione veramente migliore non è ancora stata trovata, perchè altrimenti verrebbe adottata dalla generalità.

34. — *Deficienza di dati sui particolari delle migliori biciclette.* — Il fascicolo 25 settembre 1897 del periodico *L'industrie vélocipédique et automobile*, che tratta molti argomenti con grande competenza tecnica e scientifica, ha un articolo a pagina 336, nel quale sono giustamente stigmatizzati coloro che per avere imparato un po' a pedalare, vorrebbero portare novità e riforme nella costruzione delle biciclette, senza riflettere che le fabbriche del genere, prima di appigliarsi a un sistema, costruiscono a grandi spese macchine speciali, e impegnarono grandi capitali, dopo aver ben studiato quanto vi fosse meglio da fare.

Tutto questo sarà giustissimo e da ritenersi totalmente vero, ma è anche vero che i direttori delle grandi fabbriche non danno mai nei loro cataloghi una ragione dimostrativa di quel che fanno, o un perchè convincente delle dimensioni date ai particolari dei loro prodotti. Ed è vero ancora che queste grandi Case, non ostante i superlativi di cui adornano

la loro merce, pigliano qualche volta grandi svarioni, quale sarebbe, a mo' d'esempio, quello del *Boudar Gear*, tanto decantato pochi anni sono e già tanto dimenticato.

Nelle varie Esposizioni, che si succedono senza tregua, si ammirano biciclette bellissime e si sentono da ogni parte assicurazioni portentose della loro bontà. Sarebbe molto più utile invece, per compratori e per miglioramento progressivo delle macchine, una qualche distinta dei particolari tecnici delle medesime, colle ragioni che ci hanno dato luogo, e siccome questo non vien fatto, nè dagli espositori, nè dai pubblicisti, che viaggiano per dar materia ai giornali, sarebbe desiderabile che le Autorità, incaricate di distribuire le ricompense, prendessero nota degli elementi importanti e li facessero conoscere a chi può avervi interesse.

Nell'ultima Esposizione del *Palais-Sport*, a Parigi, fu testè ammirata come un portento su tutte le altre la bicicletta della fabbrica americana Luthy. Una forcola di questa bicicletta sostenne un peso di 200 chili. La messa in moto di una sua pedivella fece girare la ruota posteriore per 6 minuti. Le sue parti essenziali sarebbero rettifiche a un millesimo di pollice, cioè a metri 0,0000254, o, in altri termini, a un quarto di decimillimetro. Il grado di perfezione raggiunto nelle sue parti costò, come vien annunziato, 125,000 lire di impianto e 18 mesi di studio da parte dei più abili ingegneri e meccanici.

Il cronista che ne parla più in esteso dice che su strade cattive non fa sentire trepidazioni, ma non dà alcuna idea del come un tale miglioramento si sia potuto conseguire. Dice essere l'unica che abbia pedali pratici, ma non spiega in che consista la praticità; e non spiega poi qual vantaggio vi possa essere in una pedivella fatta a S.

Una bicicletta, come la Luthy esposta, sarà un progresso per sè stessa, ma non un progresso per le biciclette. Con tanta perfezione di costruzione da empirici di maraviglia, non vien notato un qualche perfezionamento di sistema; non vengono forniti dati di sorta sui particolari di costruzione, e tanto meno, ben inteso, una ragione dei medesimi. La bicicletta Luthy, per rispetto alle altre, sarà come un cronometro per rispetto agli orologi comuni, un teodolito in confronto a uno squadra agrimensorio; e segnerà un progresso reale quando non costi molto più delle altre, perchè un po' di polvere o un po' di trascuratezza potrebbero ridurla presto alla pari delle sue consorelle.

Se qualche nuovo farmacista d'ingegno, come il Dunlop, riuscisse a scoprire una novità che correggesse qualcuno dei difetti tuttora esistenti nella bicicletta, farebbe opera meritoria, con meno spesa, certo, e minor lavoro di tanti ingegneri e meccanici riuniti assieme. Compiangiamo pure, se si vuole, tutti coloro che gettano danaro e fatica per riuscire a nulla; e invece di deriderli, aiutiamo finchè si può, i più promettenti, perchè la scintilla d'una genialità può scaturire fortuitamente donde meno si aspetta.

35. — *Ragione per cui si volta il timone dalla parte che si penola.* — Nella spiegazione data al § 14 della manovra a cui il ciclista in marcia usa ricorrere per evitare una caduta laterale, si considerò come causa unica efficiente lo sviluppo momentaneo d'una forza centrifuga; e non si sottopose a calcolo l'opinione emessa nel giornale *La Bicicletta* del 7 ottobre 1897, dove al capitolo *Equilibrio* vien detto che girando il timone, per esempio, a sinistra, la linea di base della bicicletta si sposta di tanto a sinistra che la verticale passante pel centro di gravità del sistema, a metà distanza tra le due ruote, viene a trovarsi per tal fatto a destra della linea di base, con azione correttiva per conseguenza di trazione a destra, contro la primitiva tendenza di caduta a sinistra.

Per contrapposto a questa asserzione, non appoggiata ad alcunchè di positivo, si è detto già che per quanto si giri il timone per pericolo di caduta in marcia, si arriva ben difficilmente a trasportare la linea di base fino al di là della verticale che passa pel centro di gravità del sistema. E per verificare se le cose stavano proprio in questi termini, si ricorse al seguente esperimento pratico:

Si collocò una bicicletta in posizione verticale.

Si girò quindi il timone e la ruota direttrice di un angolo di 30 gradi.

Si rilevò lo spostamento avvenuto dei punti di contatto col suolo; e si notò che il centro della linea di base si era spostato lateralmente di circa 20 millimetri.

Si ricavò quindi col grafico e col calcolo il raggio di curvatura del punto di contatto della ruota posteriore, e si trovò $R = 2,206$.

Si fece quindi il supposto di una velocità di marcia di metri 10,000 all'ora; si determinò la conseguente inclinazione del piano mediano alla verticale, e da questa si dedusse il corrispondente spostamento del centro di gravità dal piano verticale passante per la linea di base, che si trovò essere:

$$\delta_1 = 399 \text{ mm.}$$

Se invece di una velocità di metri 10,000 all'ora, se ne fosse considerata una di metri 8000, lo spostamento del centro di gravità sarebbe stato:

$$\delta_1 = 251 \text{ mm.}$$

Per una velocità di metri 7200 si avrebbe avuto:

$$\delta_1 = 200 \text{ mm.}$$

Per una velocità di metri 6000 si avrebbe avuto:

$$\delta_1 = 144 \text{ mm.}$$

Per una velocità di metri 5000 si avrebbe avuto:

$$\delta_1 = 100 \text{ mm.}$$

Per una velocità di metri 4000 si avrebbe avuto:

$$\delta_1 = 64 \text{ mm.}$$

Analizzando questi risultati coll'aiuto, caso mai, dei relativi disegni, se ne può inferire che per avere la possibilità di trasportare di un colpo la linea di base al di là della verticale del centro di gravità già spostato, occorre che la velocità di marcia sia piccolissima o quasi nulla; e che lo spostamento fortuito della verticale passante pel centro di gravità non salga in nessun caso al valore della metà dell'eccentricità, perchè lo spostamento massimo possibile del centro della linea di base, è quello dato da un quarto di giro del timone; e in questo caso il centro della linea di base si sposta appunto della metà dell'eccentricità.

La spiegazione adunque della manovra del ciclista contro le cadute, come viene emessa nel citato giornale del 7 ottobre 1897, servirebbe solo per casi molto limitati di velocità quasi nulla, e per quali non vi sarebbe più caduta, ma discesa.

36. — *Influenza esagerata dell'altezza d'una bicicletta sulla sua stabilità.* — Nel § 10 si è voluto dimostrare con una applicazione pratica la pochissima influenza dell'altezza della bicicletta sulla sua più o meno facile guidabilità, e questo per due buoni motivi: il primo, perchè stando al semplice enunciato dei quantitativi della formula N. 3, si può essere indotti a credere che l'altezza abbia eguale influenza della lunghezza, mentre invece, come si è visto, ne ha meno di $\frac{1}{200}$; il secondo motivo poi, per dissipare una facile credenza, che potrebbe nascere da un esame superficiale di formule non appropriate, o non interpretate colla dovuta cautela.

In un articolo infatti del giornale di Parigi *Le Cycle* del 17 dicembre 1892, dopo stabilite le condizioni dell'equilibrio nel moto curvilineo, si fa un ragionamento che si può tradurre press'a poco nel seguente:

La misura dello spostamento del centro di gravità dal piano verticale passante per la base MN, è determinato per mezzo della quantità:

$$\delta = h \times \sin \beta$$

come lo potrebbe indicare la fig. 9.

L'angolo β è l'angolo che il piano mediano deve fare colla verticale perchè la componente delle forze che sollecitano il centro di gravità non sorta nè da una parte nè dall'altra del piano mediano, nel qual caso vi sarà l'equilibrio: in dipendenza sempre, l'ampiezza di quest'angolo dalla velocità di marcia e dal raggio di curvatura.

Per ragione ancora d'equilibrio, quest'angolo β non può mai essere superiore d'un angolo ψ d'attrito, e deve contemporaneamente verificarsi la condizione:

$$\sin \beta < \sin \psi$$

donde:

$$\delta < h \sin \psi$$

Il massimo valore possibile della deviazione del centro di gravità della verticale, sarà dunque:

$$\delta = h \sin \psi$$

e la conservazione dell'equilibrio sarà perciò tanto più facile quanto più sarà alta la bicicletta.

Al qui riportato ragionamento si può osservare quanto segue:

Che lo spostamento δ abbia sempre ad essere minore di $h \sin \psi$, non si può negare; ma che da questo spostamento dipenda il più facile equilibrio della macchina in moto è tutto un altro affare. La condizione della giusta misura per l'equilibrio è data dall'angolo β , il quale deve essere di una ampiezza tale che la componente delle forze sollecitanti il centro di gravità passi pel lato inclinato di esso angolo. La condizione di ($\delta < h \sin \psi$) è una condizione concomitante, e non la condizione dell'equilibrio: ogni deduzione estranea, quindi, non regge. La considerazione inoltre di ($\delta = h \sin \psi$) non vale per la generalità dei casi; ma serve puramente a farci conoscere il limite di destra e il limite di sinistra entro i quali può aver campo d'azione l'equilibrio; se non si sta entro questi due limiti, è lo stesso come mancasse il suolo stradale. L'equilibrio può esistere indipendentemente dall'attrito; e le leggi che lo regolano devono essere trattate perciò all'infuori di questo. Nelle curve dei velodromi, ad esempio, una bicicletta può inclinarsi quanto vuole e senza bisogno di alcun attrito, purché segua il suolo in pendenza identica.

Stando coll'attrito, si avrebbe che per ($\psi = 0,00$), cioè senz'attrito, dovrebbe essere ($\delta = 0,00$); ma ciò non è assolutamente vero, perchè una ruota lanciata sopra un piano senz'attrito può camminare anche con spostamenti del centro di gravità dalla verticale, come verrà dimostrato in un altro studio, dove si tratterà dell'equilibrio; il quale equilibrio poi non è da confondersi colla più o meno facile guidabilità, sebbene vi abbia molti punti di contatto.

L'ingegnere Bourlet, nel suo libro già accennato, ripete gli stessi ragionamenti qui infirmati; e a pagina 60 conchiude che *le macchine alte sono più stabili delle basse*; assioma che non è, come si è visto, da accettarsi nudo e crudo senza beneficio d'inventario.

37. — *Miglioramenti per le biciclette di servizio.* — Le citazioni qui richiamate, assieme a tante altre del genere, portano a ritenere che regole fisse e razionali non abbiano presieduto finora la costruzione d'ogni singola parte dei vari tipi delle biciclette, ma che l'empirismo solo e il buon senso dei costruttori abbiano dato norma alle migliaia di officine produttrici della regina delle macchine pel trasporto individuale.

Il solo e vero collaudo che si può avere finora circa la buona riuscita di una bicicletta è quello che vien dato dai corridori: ma questo non vale che per le macchine da corsa. Il milione e più di biciclette rotolanti ogni giorno nella sola Europa, non è certo di biciclette da corsa, ma di servizio; e i requisiti di queste ultime hanno poco da fare con quelle da corsa.

Le qualità per un buon servizio usuale sono: una buona scorrevolezza; una buona solidità con relativa leggerezza; un sistema di costruzione che prevenga il più possibile i guasti, e che prometta nel contempo la massima durabilità; una facilità di maneggio, nel montare, nel scendere, voltare, arrestarsi, far le salite, le discese, e simili; un andamento dolce, senza scosse e vibrazioni; una comoda manutenzione per quel che riguarda la scomposizione, il cambio facile delle parti, le registrazioni, le lubrificazioni, le tenute d'aria, ecc., ecc.; e infine una discreta economia nell'acquisto.

Le qualità per una bicicletta da corsa, invece, si compendiano in pochissime, portate però ad alto grado: la scorrevolezza e la leggerezza.

L'Accademia di Francia ha aperto, non è molto, un concorso sul funzionamento teorico delle biciclette; e ciò proverebbe che di norme direttrici per una costruzione razionale di questa macchina non se ne conoscono finora da potersi dire pienamente accettabili.

Di qualche utilità quindi potrebbero essere gli studi teorici (anche a titolo di tentativo) per scoprire una qualche legge meccanica, che collaudata poi dalla pratica, serva di regola un po' precisa ai costruttori, e più che tutto a chi vorrebbe essere ben consigliato nell'acquisto della macchina che tanto ci aiuta per far molta strada senza troppa fatica.

A completare infine gli studi teorici pel miglioramento delle biciclette di servizio, e a precorrerli potendo, sarebbe a desiderarsi fortemente che un incoraggiamento venisse dato a coloro che nella circostanza di qualche Esposizione presentassero un qualche congegno o sistema da misurare imparzialmente il grado di bontà di qualcuno dei principali requisiti d'una buona macchina di servizio, e primo tra gli altri la scorrevolezza.

NOTIZIE

Risultati dei concorsi all'Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti. — Nell'adunanza del 6 gennaio fu data comunicazione dell'esito dei premi per l'anno 1898. Di 10 concorsi solo 4 ebbero concorrenti ritenuti meritevoli di premio. Riferiamo l'esito di due i quali interessano più da vicino i lettori dell'*Ingegneria Civile*.

Fondazione Cagnola. — « Esposizione critica della dissociazione elettrica, principalmente in riguardo alle prove sperimentali di tutte le sue deduzioni. Illustrare la teoria con nuove esperienze, là dove sembra che di esse vi sia più bisogno ». I concorrenti furono due. Fu conferito il premio di L. 2500 e la medaglia d'oro del valore di L. 500 ai signori Angelo Battelli ed Annibale Stefanini, autori della Memoria col motto: « *Valgami il lungo studio e il grande amore* ».

Fondazione Kramer. — « Sull'impiego dei condensatori nelle trasmissioni di energia elettrica a correnti alternate e loro costruzione industriale ». Due concorrenti. Premio di L. 2500 al professore Luigi Lombardi, di Torino, per la sua Memoria col motto: « *Spes ultima dea* »; premio di L. 1500 all'ing. Gio. Batt. Folco, direttore delle tranvie elettriche di Livorno, per la sua Memoria col motto: « *Juvat integro accedere fontes* ».

(L'Elettricità).

Nuovi dati sperimentali sulla cilindratura a vapore delle strade. — L'Ufficio tecnico della provincia di Pavia ha sperimentato, seguendo l'esempio della provincia di Milano, l'applicazione della cilindratura a vapore su un tratto di strada che ordinariamente, sia per la natura del sottosuolo e del materiale impiegato, sia per il frequentissimo carreggio, si trovava in cattive condizioni. Il tronco di strada sul quale si è operato ha la lunghezza di m. 3250; in esso fu ricoperta, con nuova massicciata, una zona di m. 4 di larghezza, usando, per m. 2950, pietrisco calcare di Arona, per m. 250, ghiaia del Po, e per m. 50, ghiaia mista a pietrisco. Era stata prevista, per l'operazione, una spesa complessiva di L. 25,67 per decametro e poichè la spesa media di ordinaria manutenzione, nell'ultimo quinquennio, era risultata per quel tratto di L. 8,06 per decametro, se ne deduceva che, senza tenere conto della migliorata viabilità, la nuova massicciata avrebbe dovuto avere una durata di circa 3 anni, per non alterare la spesa annua media di manutenzione, ma la spesa superò di assai il preventivo.

Nel tratto maggiore, nel quale si impiegò pietrisco d'Arona, con un numero medio di 175 passaggi del compressore per ogni zona di metri 2,30, larghezza del compressore stesso, si ebbe, per m.q. di strada consolidata la spesa così ripartita:

Materiale	L. 0,614
Compressione	» 0,321
Inaffiamento	» 0,046
Mano d'opera	» 0,035

Totale L. 1,016

corrispondente a L. 45,30 per decametro; con un aumento dell'80 per cento su quella preventivata.

Nel tratto di 50 m. nel quale si usò materiale misto, la spesa fu di L. 0,83 per m.q., pari a L. 37 per decametro; nel tratto di 250 m. nel quale si usò soltanto ghiaia del Po, la spesa fu ancora minore: L. 0,724 per m.q., o L. 32,90 per decametro, sebbene il risparmio sul costo del materiale sia stato in parte assorbito da un maggior costo di compressione, dacchè si ebbero in media 203 passaggi in luogo di 175; ma sembra che, per quest'ultimo tratto si abbia già fin da ora la certezza di un cattivo risultato.

(Le Strade).

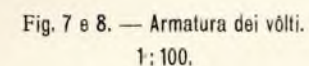


Fig. 5. — Parapetto a fascione.
1 : 50.

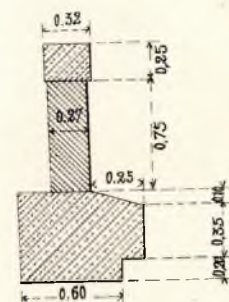


Fig. 6. — Coronamento delle pile.
1:50.

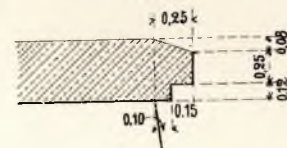


Fig. 3. — Particolari del Viadotto - Sezione longitudinale e prospetto — 1 : 250.

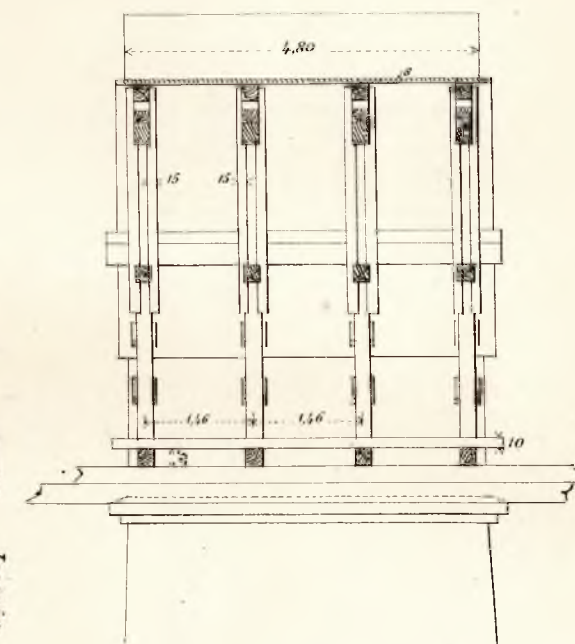
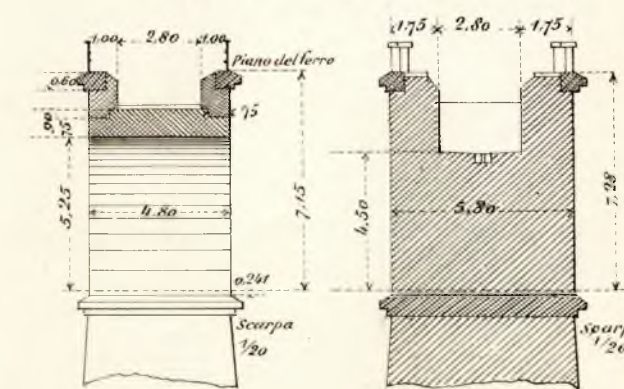


Fig. 9 e 10. — Sezioni trasversali.



Sul mezzo dell'arco A

1:50.

Sulla pilaspalla B

Fig. 4. — Particolari delle pile 17 e 18.

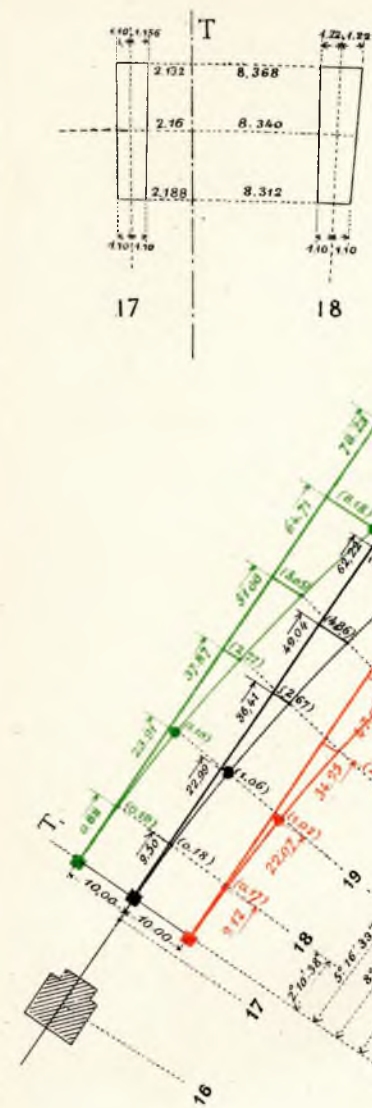
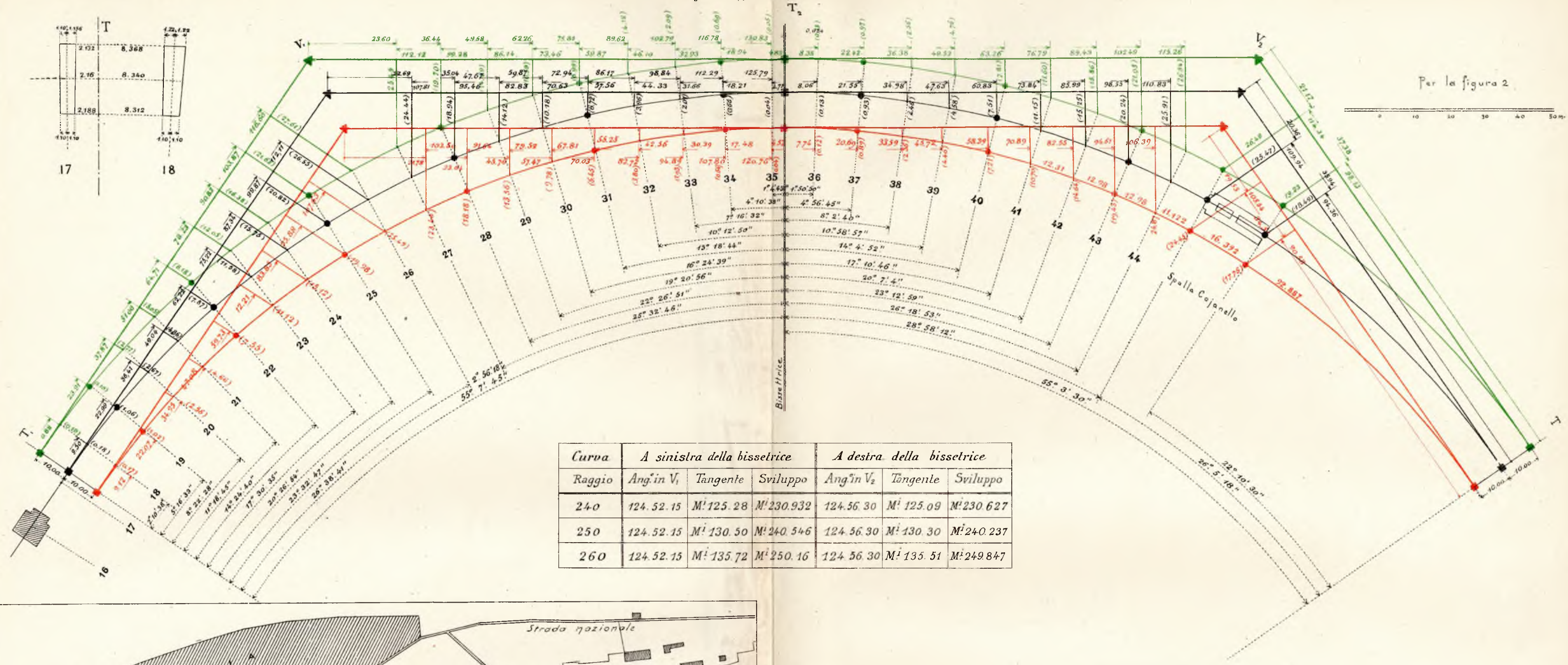
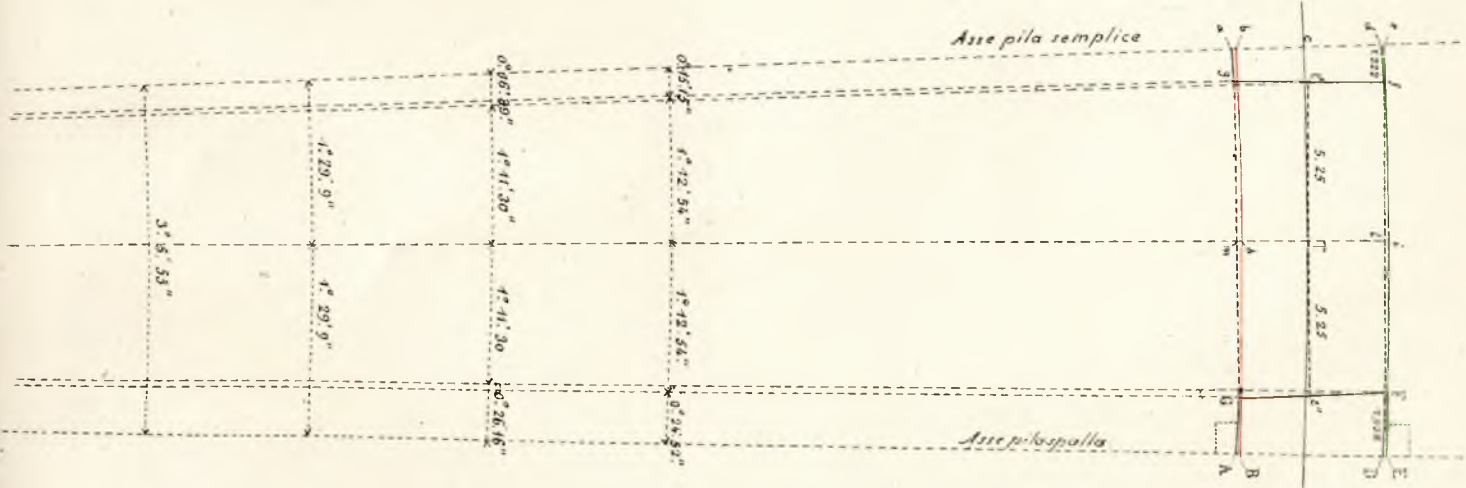
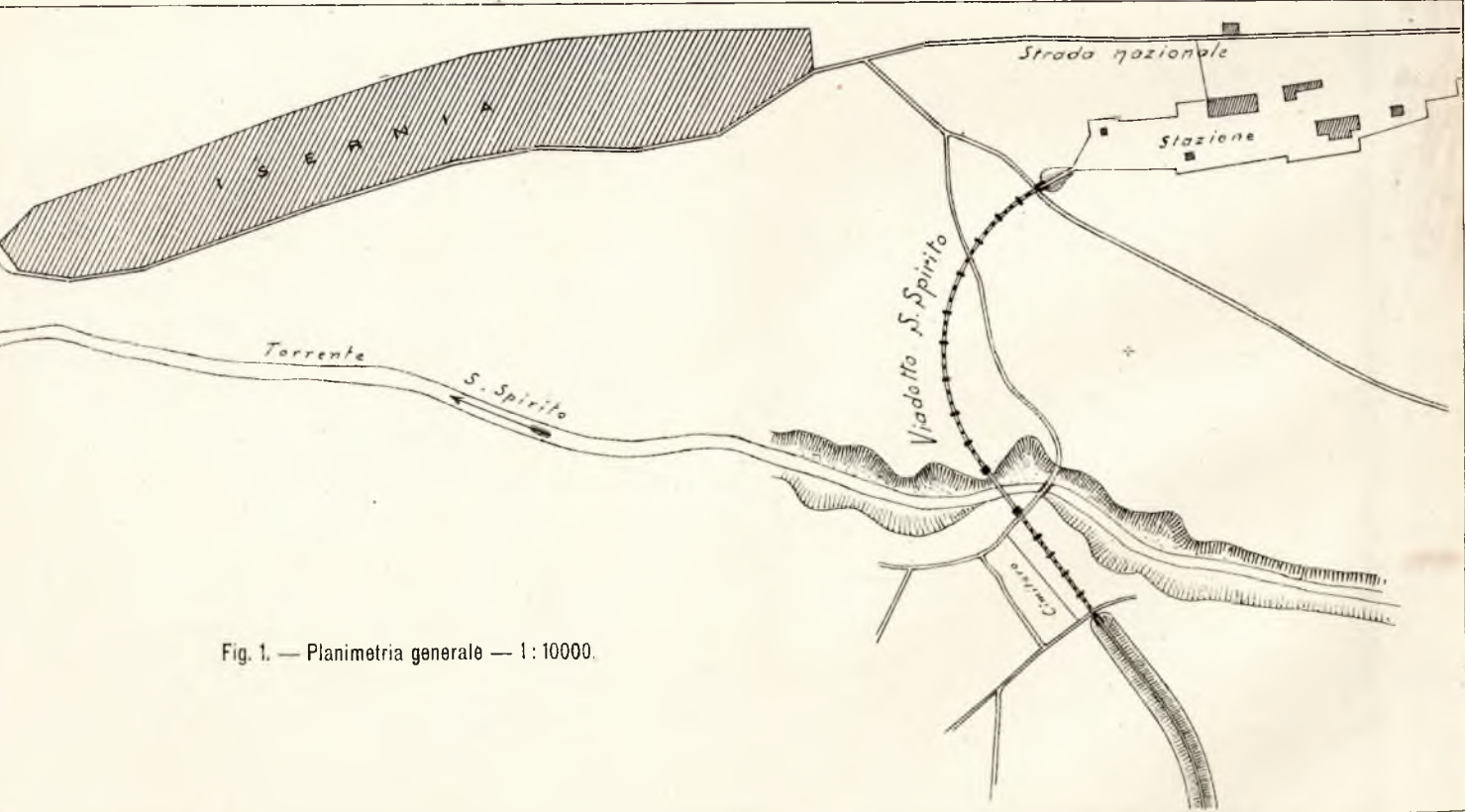


Fig. 2. — Apparecchio per il tracciamento.



Curva	A sinistra della bisettrice			A destra della bisettrice		
	Raggio	Ang. in V_1	Tangente	Sviluppo	Ang. in V_2	Tangente
240	124.52.15	$M^1 125.28$	$M^1 230.932$	124.56.30	$M^1 125.09$	$M^1 230.627$
250	124.52.15	$M^1 130.50$	$M^1 240.546$	124.56.30	$M^1 130.30$	$M^1 240.237$
260	124.52.15	$M^1 135.72$	$M^1 250.16$	124.56.30	$M^1 135.51$	$M^1 249.847$

Fig. 3. — Rastremazione delle pile.



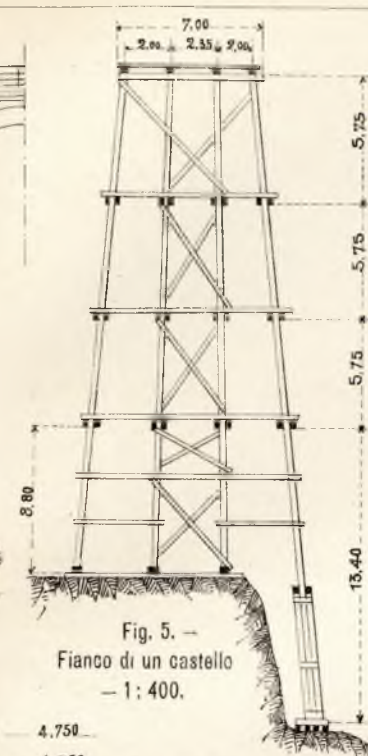


Fig. 5. —
Fianco di un castello
— 1:400.

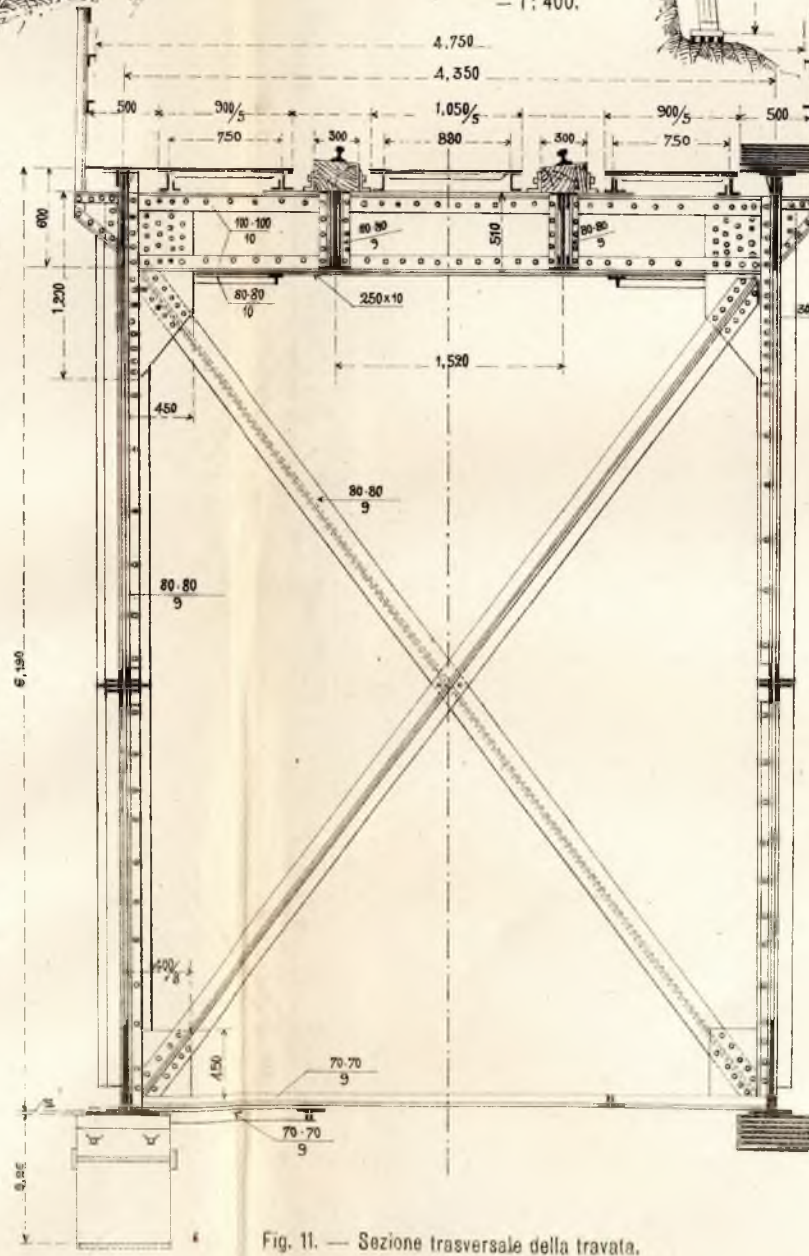


Fig. 11. — Sezione trasversale della travata.

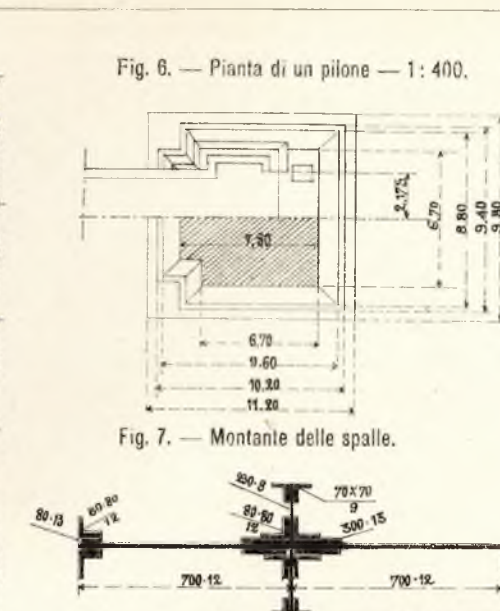


Fig. 8. — Appoggio mobile

Technical drawing of a mobile support (Appoggio mobile). The drawing shows a cross-section of a structure with a central circular element. Dimensions include a total width of 1.400, a central opening of 0.200, and a base width of 1.500. The structure is supported by a base with a height of 0.60. The drawing also shows a side view with a height of 0.60 and a base width of 1.500.

Fig. 9. — Rulli.

Fig. 10. — Prospetto della travata.

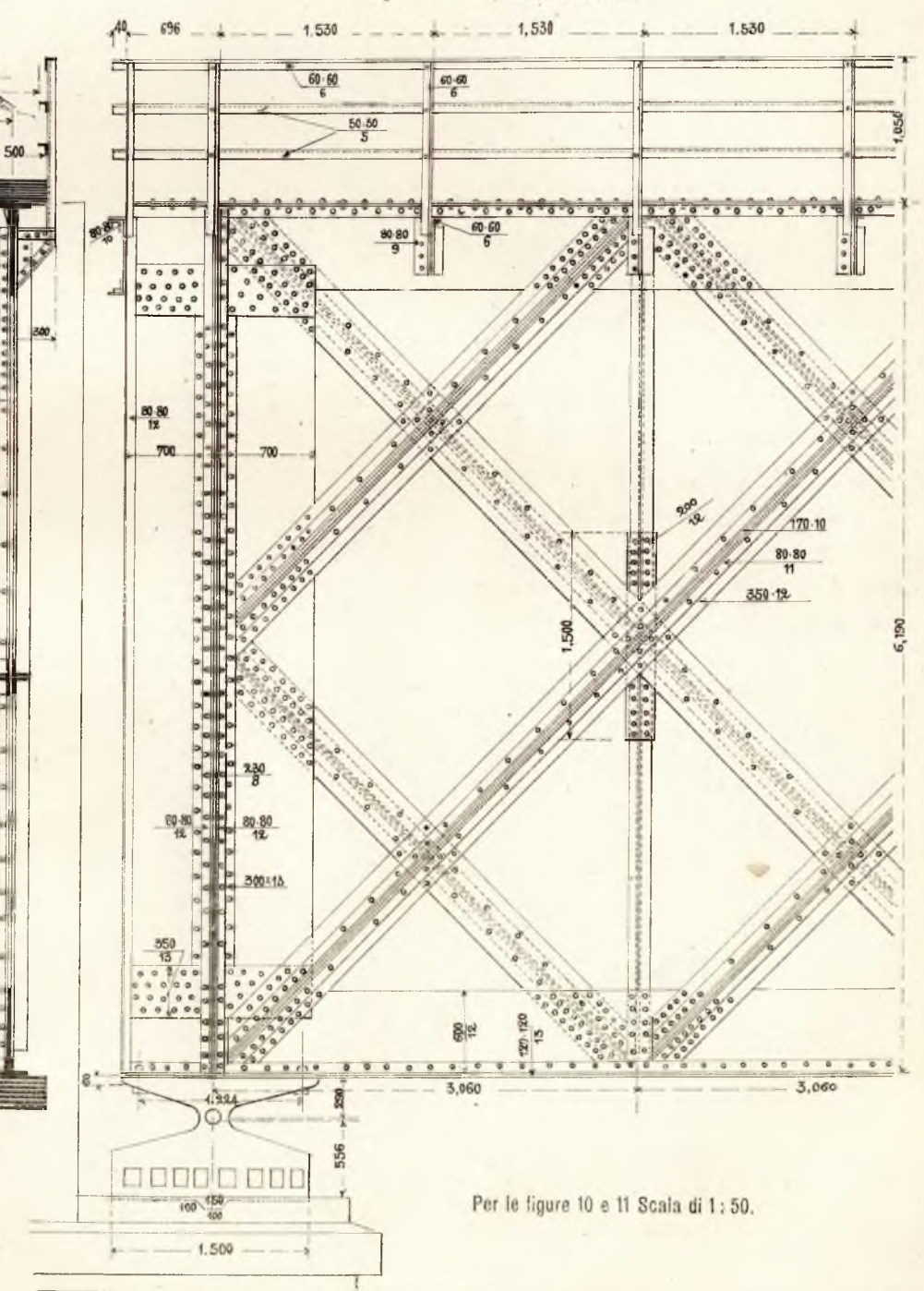


Fig. 4. — Dimensioni dei ferri del traliccio.

Per le figure 10 e 11 Scala di 1 : 50.