

## L'INGEGNERIA CIVILE

B

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

## COSTRUZIONI METALLICHE

DEI PONTI GIREVOLI  
IN GENERALE  
E DI QUELLO RECENTEMENTE COSTRUITO  
PER L'ARSENALE DI TARANTO

Veggansi le Tavole X e XII

(Continuazione).

## 3. — PONTI GIREVOLI SOPPORTATI INTERAMENTE DA UN PERNO.

Questo genere di ponti trovò le principali applicazioni nei Paesi Bassi; il perno si costruisce abbastanza solido per sopportare tutto il peso del ponte non solo durante la manovra di girarlo, ma anche quando è in posizione, quindi anche il sopraccarico; la sua forma è conica per facilitare il movimento. Per evitare un barcollamento, soprattutto nei ponti a doppio binario, nei quali una parte del ponte laterale al perno si trova di solito carica, mentre l'altra non lo è, si aggiunsero delle rotelle, le quali in allora non hanno altro scopo che d'impedire questo barcollamento, e di ben guidare il ponte nel suo movimento di rotazione. Talvolta invece di rotelle si applicarono delle lastre d'appoggio e, per maggior sicurezza, si aggiunsero dei sostegni fissi nel mezzo delle travi principali.

E ovvio però che questo sistema non presenta una grande sicurezza, il perno può venir rotto dall'urto di qualche bastimento, ed allora il ponte diventa perfettamente inutile fino a che non si sia riparata la rottura, il che non è sempre cosa di poco momento. Il perno viene spesso cementato da una forza eccentrica laterale che tende a piegarlo, e per quante siano le precauzioni prese, aggiungendo delle rotelle che impediscano il barcollamento o con altre disposizioni, non si può sempre ovviare all'inconveniente accennato; in quanto che riesce difficilissimo il mantenere le rotelle e i punti di appoggio secondari in posizione tale che non si sviluppino la forza eccentrica accennata, poichè un po' di giuoco deve sempre lasciarsi per facilitare il movimento; ora questo giuoco basta in date condizioni a produrre un abbassamento laterale, e quindi una cementazione alla flessione del perno.

Per sopprimere tutti questi inconvenienti converrà quindi sempre aggiungere una corona di ruote, alla quale si faccia sopportare una porzione più o meno grande del peso del ponte con che si rientra nel sistema del numero 2.

In Olanda si è ricorso ad un altro provvedimento, si applicarono al perno dei supporti mobili i quali a ponte chiuso sostengono il ponte, in modo però da non sopportarne il peso, vale a dire che lo toccano appena. Quando però il ponte è caricato, entrano in azione e ricevono tutto il peso del sopraccarico, liberando così il perno che non viene punto af-

faticato. Volendosi aprire il ponte, questi supporti mobili si abbassano, e tutto il peso del ponte viene così sopportato dal perno, il quale allora non corre pericolo di venire cementato altrimenti che per pressione, potendosi bilciare la travatura a piacere.

Questi appoggi mobili si manovrano tanto dalla piattaforma del ponte, quanto in altri modi.

Noi abbiamo visitato il ponte di Rappersweil all'estremo del lago di Zurigo, costruito appunto in questo modo; i suoi appoggi mobili sono lastre situate sotto il mezzo delle travi principali, e toccano appena le lastre d'appoggio, cosicchè del peso del ponte non ne sopportano parte alcuna, e solo entrano in azione al passaggio dei carichi mobili. Col mezzo di piani inclinati e apparecchi a leva si abbassano di 5 millimetri quando si deve aprire o chiudere il ponte.

È evidente che tutte queste precauzioni non hanno grande importanza quando si tratta di un ponte a semplice binario, poichè allora il sopraccarico può distribuirsi in modo che non avvengano squilibri di pressione laterali e quindi nel perno non può venire cementata la resistenza alla flessione; allora il ponte gira attorno al perno nello stesso modo d'una gru intorno al proprio albero come si fece nell'andatoia costruita sulla darsena di Surrey (fig. 159).

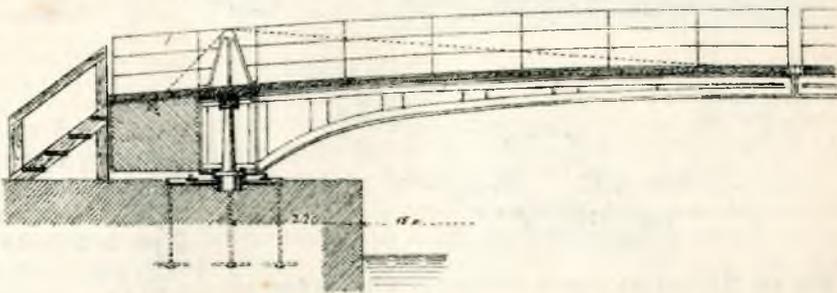


Fig. 159. — Andatoia girevole sulla darsena di Surrey. — Scala di 1 a 125.

In generale il sistema si adatta più specialmente per ponti a binario superiore, nei quali per conseguenza, le travi si trovano sottoposte al medesimo, e quindi il centro di gravità al disotto del punto d'appoggio; poichè allora si ottiene la voluta stabilità.

Non è però a negarsi che se avviene un cedimento nelle fondamenta del perno, il che non è difficile, in causa del gravissimo peso che sopporta, il movimento viene assai a soffrirne; ciò è tanto più facile, quanto più lungo è il perno.

Un altro vantaggio di questo sistema consiste nel poter rendere il perno su cui ruota il ponte, completamente indipendente dalla travatura, cosicchè tutti gli organi del perno e gli apparecchi destinati a girare il ponte possono togliersi e ripararsi, senza che sia necessario di sollevare o di spostare la travatura stessa, come è il caso invece pel sistema del numero 1.

## 4. — PONTI GIREVOLI SOPRA UN PERNO MOBILE.

A tutto rigore questi ponti non avrebbero dovuto formare una classe speciale, poichè essi sono costruiti cogli stessi principii dei precedenti, ed avrebbero potuto classificarsi in una delle tre categorie esposte; la sola differenza si è che il perno invece di essere fisso, viene costruito come uno stantuffo idraulico, vale a dire appoggia e gira nell'acqua. Ora, secondo che il perno può elevarsi ed abbassarsi, od è mantenuto sempre allo stesso livello, si hanno due sistemi distinti di ponti.

Al primo di questi sistemi appartengono moltissimi ponti recentemente costruiti in Inghilterra e possono suddividersi in tre altre categorie, a norma del modo con cui avviene il movimento del ponte. Nella prima il perno viene contemporaneamente sollevato a vite e girato, cosicchè il ponte nell'elevarsi si equilibra e compie la propria rotazione appena l'attrito sul perno ha raggiunto un certo grado. Aperto il ponte, il perno continua ad elevarsi per un brevissimo tratto, affinchè nel rinchiuderlo vi sia giuoco sufficiente nel senso verticale, per permettere alla travatura di assettarsi convenientemente sul perno.

Il ponte girevole sul Canale grande di Trieste, costruito nel 1857, appartiene a questa categoria, ed è anzi il primo nel quale si sia fatta applicazione del principio esposto. Esso (fig. 160 e 161) è ad una sola falda, ha una lunghezza totale di m. 18,12 ed una luce libera di m. 9,47. Il retrobraccio ha una lunghezza di m. 5,00, l'avambraccio di m. 13,12. La larghezza del ponte è di m. 5,62, di cui m. 0,90 per ciascun andare, m. 3,82 pel resto del ponte. Il perno  $a$  ha un diametro di m. 0,40. Il peso totale del ponte è di circa 49,000 chilogrammi.

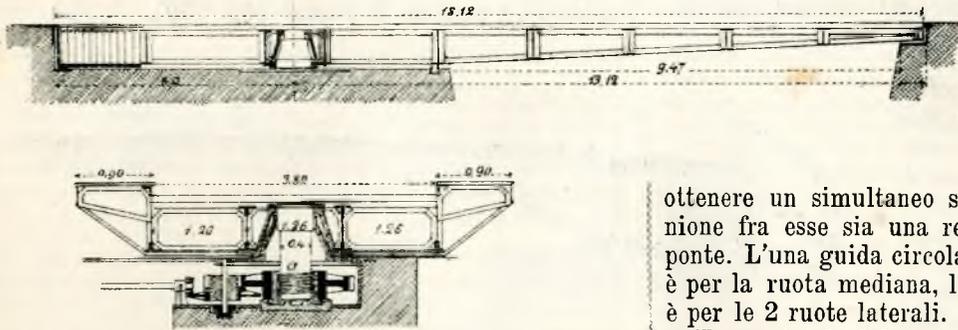


Fig. 160-161. — Ponte girevole sul Canal grande di Trieste. Scala di 1 a 150 e scala di 1 a 100.

Nella seconda categoria il perno galleggia nell'acqua e quando si deve aprire o chiudere il ponte viene sollevato insieme al medesimo. La travatura riposa sul perno senza essere bilanciata, uno dei bracci è di poco più pesante dell'altro; sollevando il perno, il ponte comincia a bilanciare intorno alla cima rotonda del medesimo, fino a che il retrobraccio, che è munito di rotelle, va ad urtare dolcemente contro una corona che serve di guida alle rotelle nel movimento di rotazione del ponte. Ora questa corona può trovarsi sullo spallone stesso al disotto della travatura o al disopra; nel primo caso bilanciando il ponte, la coda si abbassa fino a raggiungere il punto d'appoggio, nel secondo caso si eleva fino ad urtare contro una lastra metallica fissata superiormente nella muratura. La differenza di peso nei due bracci è piccolissima, appena sufficiente per produrre il movimento accennato, per cui riesce facile l'assicurare superiormente il retrobraccio, e far sì che le rotelle percorrano una guida sicura, anzi con questa disposizione

si ottiene molta rigidità nel ponte, e un appoggio sicuro, il che torna di molto vantaggio, specialmente in quei ponti che sono a due falde e che s'incontrano nel mezzo senza un sostegno fisso.

I ponti costruiti tanto nell'uno che nell'altro modo sono moltissimi; fra i primi troviamo i più recenti, gran parte dei quali furono costruiti da Armstrong. Così, per esempio, uno dei più importanti è quello di Vittoria sul Leith, costruito nel 1874, e i cui bracci hanno m. 44,80 l'uno, e m. 20,4 l'altro; la luce coperta fra il vivo degli spalloni è di m. 36,6. Ha una larghezza di m. 11,90, un peso di 620 tonnellate ed un contrappeso di 240 tonnellate; serve per ferrovia e per strada ordinaria. Il perno è corto e sferico, convesso inferiormente; appoggia sopra uno stantuffo idraulico di spessore m. 0,35, e superiormente sostiene una piastra quadrata di m. 2,10 di lato su cui appoggia il ponte mediante un traversone a sezione rettangolare. Il retrobraccio appoggia su due rotelle aventi un diametro di m. 0,762 e con una pressione piccolissima. È questo, crediamo, il più gran ponte girevole esistente in Inghilterra.

Due altri ponti appartenenti a questo sistema e costruiti quasi contemporaneamente (1874) a quello descritto, sono i ponti sul Bacino nazionale di Marsilia. Essi sono certamente i più pesanti e i più larghi (14 m.) di tutti i ponti esistenti in Europa (1). Nelle fig. 162, 163 e 164 offriamo riprodotto il prospetto di uno di essi, la pianta delle disposizioni pel suo movimento, ed una sezione trasversale; nella fig. 165 altre particolarità del perno. Ciascun ponte è destinato ad una ferrovia, ad una strada ordinaria e ad un andare per pedoni. L'avambraccio ha una lunghezza di m. 38,40; la coda di m. 23,60; cosicchè la lunghezza totale del ponte risulta di m. 62. Le

travi principali sono in numero di tre; ciascuna di esse porta all'estremità della parte della coda una ruota scorrevole sopra una guida di ferro; due sono le guide perchè essendo tre le ruote d'appoggio  $c_1$   $c_2$  e  $c_3$  (fig. 163) è necessario, per

ottenere un simultaneo stato di riposo, che la linea d'unione fra esse sia una retta perpendicolare all'asse del ponte. L'una guida circolare ha un raggio di m. 19,50 ed è per la ruota mediana, l'altra un raggio di m. 20,59 ed è per le 2 ruote laterali.

Il peso totale del ponte è di circa 742 tonnellate, di cui 177,54 costituiscono il contrappeso. Il perno centrale E (fig. 165) sopporta 685 tonnellate, le ruote 5 tonnellate ciascuna. L'appoggio del ponte sul perno ha luogo per mezzo di un traversone su cui insistono le tre travi principali  $a$ ,  $a$ ,  $a$  (fig. 165); il perno ha uno spessore di m. 0,58, è vuoto nell'interno con un diametro di m. 0,28, e gira guidato da rotelle d'attrito in un cilindro di ferro F, il cui spessore è di millimetri 16. Esso può sollevarsi di 15 centimetri. Le rotelle vengono liberate del loro peso a ponte chiuso. Il movimento di rotazione del ponte si ottiene pure con forza idraulica, e per aprire il ponte si richiedono tre minuti; mentre quello di Vittoria sul Leith, di cui parlammo più sopra, si apre in 2 minuti; il primo dispone di una pressione atmosferica di 52 atmosfere, che è quella del bacino e può mediante apparecchi speciali elevarsi fino a 270, mentre nel secondo basta la pressione ordinaria del bacino che è di 47 atmosfere.

(1) Veggasene la descrizione nelle *Annales des ponts et chaussées*. Cinquième série, tom. ix, pag. 413 e seg.



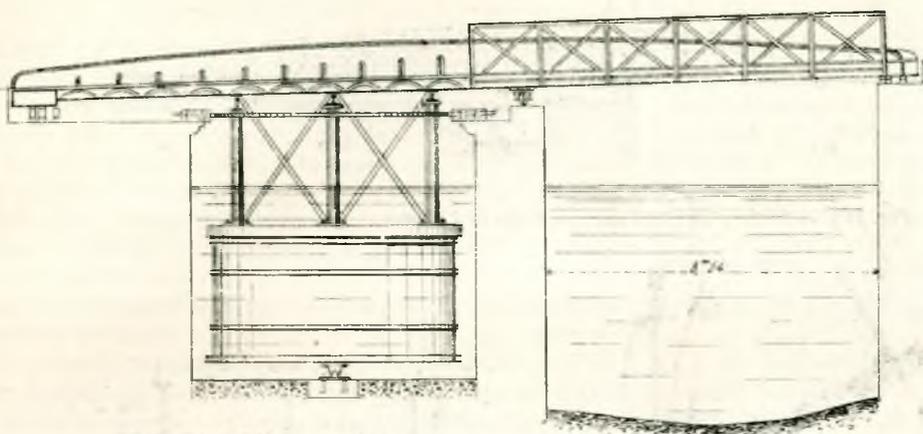


Fig. 167. — Ponte girevole sui Bacini Spencer di Dublino. — Scala di 1 a 195.

cino Canada, la cui luce è di m. 24,38 e il peso di 121,92 tonnellate; quello di Londra all'entrata del Bacino Millwall, che ha pure m. 24,38 di luce, una larghezza di m. 13,72 ed una lunghezza totale di m. 45,72; quello di Birkenhead sul Bacino Morpeth la cui luce è di metri 21,40, la lunghezza totale di m. 42,80 e il peso di 420 tonnellate.

\*

Il secondo dei sistemi dei ponti classificati in questo gruppo comprende quelli che sono sopportati, e girano attorno ad un perno galleggiante nell'acqua, ma mantenuto sempre allo stesso livello; è evidente che non dovendosi sollevare il ponte dalla posizione che ha, il perno funziona solo come punto d'appoggio e come perno di girazione. Price (1) non cita che un ponte solo costruito su questo principio da William Armstrong e Compagnia sul Fiume Tyne presso Newcastle a due luci di m. 33,52 ciascuna, e di un peso totale superiore a tonnellate 1220.

##### 5. — PONTI GALLEGGIANTI.

Questo genere di ponti fu inventato dall'ingegnere Price il quale ne costruì diversi dal 1873 in poi sui Bacini Spencer di Dublino. La travatura metallica del ponte riposa mediante opportune colonne di ghisa ed anche di ferro (figura 167) sopra una botte impermeabile galleggiante in una cisterna, e guidata nel suo movimento di rotazione da apposite guide laterali. Nel fondo inferiore vi è un perno fissato nel centro, e girevole in una ralla corrispondente situata nel pavimento della cisterna. Il volume della botte e l'altezza dell'acqua nella cisterna sono regolate in modo che la spinta idrostatica è di poco inferiore al peso del ponte, cosicchè il perno e la corrispondente ralla, non sopportano che una piccolissima parte del peso totale.

I due ponti costruiti dall'ingegnere Price sul Bacino di Spencer in Dublino hanno una luce fra il vivo degli spalloni di m. 8,54 ed un peso totale di 101,50 tonnellate circa; la spinta dell'acqua è di tonnellate 96,52, cosicchè il supporto inferiore non riceve che un peso di tonnellate 4,98 a ponte vuoto. Le colonne sono di ghisa, rilegate fra loro e riunite superiormente da un doppio anello formato di ferri ad angolo, che costituisce la strada mobile delle ruote orizzontali fissate sui muri della cisterna. Il ponte si apre mediante un albero verticale ed un rocchetto agente direttamente in un segmento dentato, fissato nella muratura dalla

parte della coda. L'uno dei ponti porta due carreggiate e due andari, l'altro una carreggiata e un binario di tramvia.

Questo genere di ponti offre un vantaggio reale in ciò che non richiede una fondazione importante, poichè il peso da esso sopportato è piccolissimo come vedemmo, cosicchè, secondo l'inventore, un semplice palo a vite in molti casi è sufficiente per sopportare il perno. Le pareti laterali della cisterna sono sempre solide abbastanza per sopportare la piattaforma a cui

sono fissate le ruote orizzontali di guida.

Si potrebbe obiettare che le variazioni della marea ed il gelo rendono in molti casi impossibile la attuazione di questo sistema; ma l'inventore consiglia allora di costruire la cisterna chiusa e più elevata del livello dell'alta marea, o meglio ancora di procurarsi l'acqua da un altro luogo, invece di adoperare quella soggetta alle variazioni di marea, mescolandovi opportuni liquidi e sali per impedire che geli.

(Continua)

GAETANO CRUGNOLA.

## COSTRUZIONI MURALI

### DI UN MODO SPECIALE DI ATTACCO DEGLI ARGINI IN MURATURA ALLE SPALLE DEI PONTI.

1. — La maggior parte dei ponti che si costruiscono a traverso a torrenti con sponde poco elevate sul fondo, richiegono muri secondari intestati alle spalle, sia per dirigere la corrente sotto la luce libera, sia per proteggere le opere fatte in prossimità del ponte, sia finalmente per sostenere e difendere dalle corrosioni il piede dei rilevati che accompagnano quasi sempre l'attraversamento di torrenti poco profondi od in pianura.

Chiameremo genericamente *argini* questi muri che, come si comprende, potrebbero essere anche pignoni, pennelli, repelenti ed anche semplici muri di sostegno; e verremo qui occupandoci della questione che praticamente si presenta, del modo di attacco di siffatti argini alle spalle dei ponti: questione che sembra alquanto trascurata dai costruttori, i quali non si preoccupano abbastanza di coordinare la spalla del ponte almeno coll'argine a monte, in modo da non produrre discontinuità nociva all'andamento della corrente. Anzi quasi sempre si vede che l'argine viene intestato sul prospetto della spalla di cui una parte più o meno grande si lascia scoperta, e si fa terminare con uno spigolo vivo, il quale, restando esposto all'urto diretto del torrente, è in pericolo di continue smussature con danno evidente anche della stabilità dell'opera, specialmente nei casi frequentissimi in cui trattasi di torrenti impetuosi convoglianti grosso materiale pesante. È appunto per questi casi che si propone di sopprimere a dirittura lo spigolo vivo della spalla, riaccordando il suo fianco con quello dell'argine: il che sarà sempre possibile.

2. — Distinguonsi due casi.

Nel primo, quando la direzione dell'argine in prossimità del ponte è normale, o quasi, al suo prospetto e perciò parallela al fianco della spalla con cui vuole riaccordarsi; il riaccordo, in generale, non potrà riuscire perfetto col metodo di costruzione che va a proporsi, ma ad ogni modo è stato praticato con ottimo successo in parecchie occasioni da chi scrive.

(1) Memoria citata, pag. 18.

Nel secondo caso, quando la direzione dell'argine è parallela al prospetto del ponte o fa con esso un angolo acuto e non tanto prossimo al retto; il riaccordo sarà completo, non darà mai luogo a spigoli di sorta e presenterà allo sguardo dell'osservatore una superficie di paramento piacevole ed elegante.

In generale, cioè per l'uno e l'altro caso sovra accennati, si supporrà verticale la parete di prospetto del ponte; ed ove questa non lo fosse, sarà assai facile tener conto delle differenze che possono derivarne. Il fianco della spalla verso corrente a questa parallela, si supporrà con una scarpa  $m$  qualunque che può pure ridursi a zero. Il muro d'argine invece avrà una sezione qualunque, ma le facce rigate in senso verticale inclinate comunque, e per fissare le idee sarà costantemente indicata con  $n$  la scarpa esterna del muro d'argine, e con  $p$  la sua scarpa interna. Però, siccome in pratica non si verifica mai il contrario, così verrà ritenuto sempre  $n$  eguale o maggiore di  $p$ . Comunque poi l'argine sia costruito, la parte costituente il riaccordo si dovrà intendere basata sopra un piano orizzontale e terminata pure ad un piano orizzontale, e la distanza fra questi due piani formante l'altezza del riaccordo sarà sempre indicata colla lettera  $h$ .

3. — Ciò premesso si viene all'esame del primo caso.

Sia  $AY$  (fig. 168) la direzione dell'argine normale (o quasi) al prospetto d'una spalla, rappresentato dal piano verticale  $OX$ , e l'argine s'intenda limitato al verticale  $AH$  opportunamente tracciato parallelo ad  $OX$  e ad una distanza  $K$  da esso. La porzione di solido compresa fra questi due piani verticali sarà quella di *riaccordo*, ed ecco come può venire costruita.

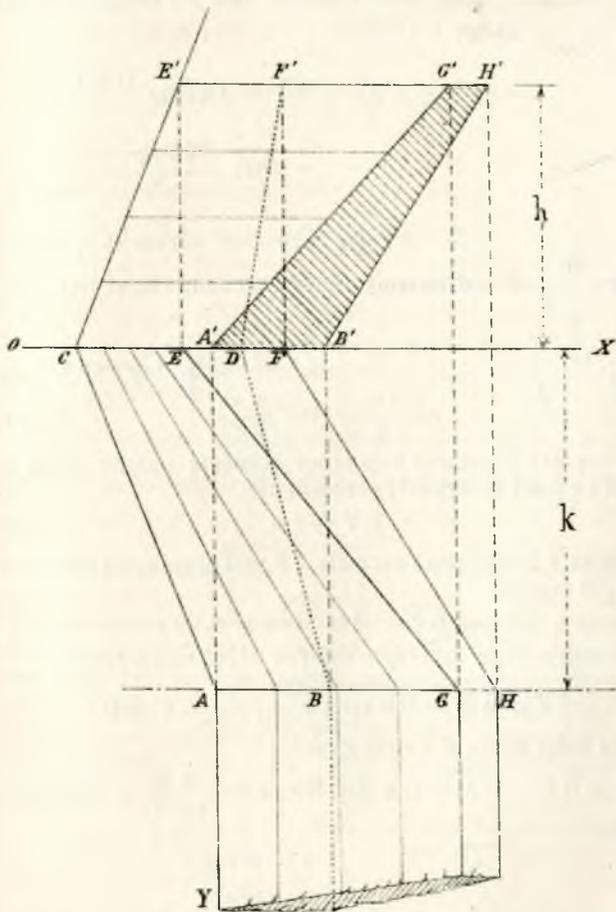


Fig. 168.

Si comincia a determinare le dimensioni  $\overline{CD}$  ed  $\overline{EF} = \overline{E'F'}$  convenienti alla sezione di attacco alla spalla, dipendenti dalle spinte a cui il muro è soggetto: dimensioni che generalmente saranno diverse da quelle  $\overline{AB} = \overline{A'B'}$  e  $\overline{GH} = \overline{G'H'}$  assegnate normalmente all'argine per la mutata scarpa esterna

che da  $n$  diventa  $m$ . Così la retta  $\overline{DF'}$  verrà ad avere una scarpa  $q$  generalmente diversa da  $p$ , ma per la quale potrà pure verificarsi la condizione posta tra  $n$  e  $p$ , cioè  $m$  eguale o maggiore di  $q$ . Quindi la faccia anteriore dell'argine s'intenda generata dalla retta  $\overline{AC}$  che, mantenendosi sempre orizzontale s'innalzi appoggiandosi costantemente alle due rette rappresentate dalle proiezioni  $(\overline{AG}, \overline{A'G'})$  e  $(\overline{CE}, \overline{C'E'})$ , le quali rette nello spazio, tranne il caso particolare di  $n = m$  non giacciono in uno stesso piano. Analogamente la faccia posteriore del muro di riaccordo s'intenda generata dalla retta orizzontale  $\overline{BD}$  che s'innalzi appoggiandosi alle due rette date dalle proiezioni  $(\overline{BH}, \overline{B'H'})$  e  $(\overline{DF}, \overline{DF'})$  le quali non sono in un piano a meno che si abbia  $p = q$ . In tal modo il riaccordo è perfettamente limitato dai due piani verticali  $OX$  ed  $AH$  dai due orizzontali  $\overline{OX}$  ed  $\overline{E'H'}$ , e dalle due superficie iperboloidiche generate come sopra è detto.

La costruzione di questo solido è facilissima e non richiede neppure attenzioni speciali dagli esecutori materiali, perchè i paramenti sono rigati nel senso orizzontale e nel senso verticale, e quindi i piani di giunto vengono subito fissati con fili e con rigoni che precisano il procedere della muratura.

Rimane dunque a determinarne soltanto il volume, ed anche questa è operazione assai facile. Infatti ogni sezione fatta nel muro con un piano orizzontale è un trapezio e quindi, posto:

$\overline{AB} = a =$  larghezza in base dell'argine

$\overline{CD} = b =$  larghezza in base all'attacco

l'area della base del muro sarà espressa semplicemente da

$$\frac{a + b}{2} \cdot k$$

e detta  $S$  l'area di una sezione orizzontale ad un'altezza qualunque  $z$ , basta la semplice ispezione della figura per scorgere che sarà sempre:

$$S = \frac{(a + pz - nz) + (b + qz - mz)}{2} k$$

e perciò con opportune riduzioni si trova:

$$S = k \left[ \frac{a + b}{2} - z \frac{m + n - p - q}{2} \right]$$

Quindi il volume  $V$  si trova subito colla espressione:

$$V = \int_0^h S \cdot dz = \frac{h \cdot k}{2} \left[ a + b - h \frac{m + n - p - q}{2} \right]$$

formola semplicissima, la quale nel caso in cui il fianco della spalla sia verticale, e le facce interna ed esterna dell'argine sieno parallele — come spesso ha luogo in pratica — si riduce alla seguente notevolissima equazione:

$$V = h \cdot k \cdot \frac{a + b}{2}$$

perchè nella fatta ipotesi sarebbe  $n = p$  ed  $m = q = 0$ .

Questo riaccordo però ha l'inconveniente — come già fu accennato — di non esser perfetto, e cioè di dar luogo all'angolo rientrante secondo la retta  $\overline{AG}$ , e allo sporgente secondo  $\overline{CE}$ . Tuttavia, come è facile scorgere, gli angoli che formano questi spigoli saranno sempre molto ottusi, e siccome essi dipendono da  $k$ , in ogni caso sarà sempre possibile prendere  $k$  tanto grande da rendere gli angoli di deviazione piccoli quanto si vuole; dopo tutto ha poi luogo la considerazione che gli spigoli all'atto dell'esecuzione possono essere agevolmente arrotondati senza pregiudizio della costruzione e dei computi fatti.

4. — Passando ora al secondo caso e seguendo lo stesso metodo tenuto pel precedente, si indicherà prima la costruzione del riaccordamento, e poi si procederà alla determinazione esatta del suo volume.

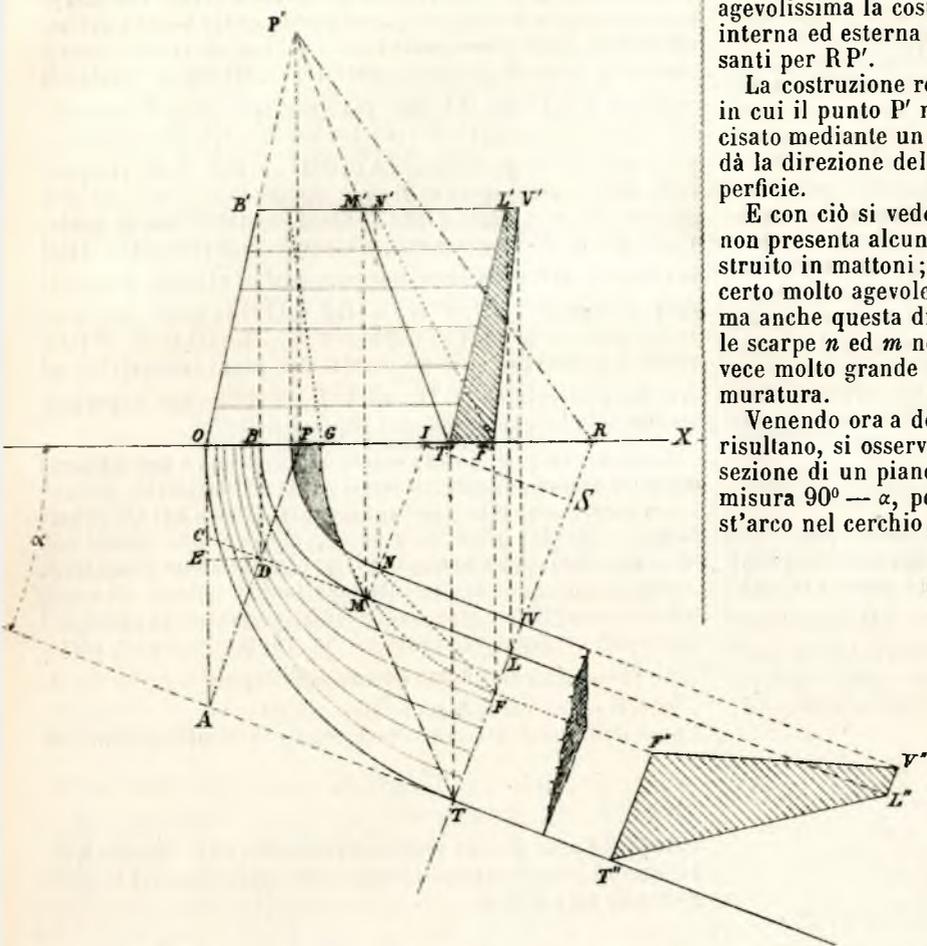


Fig. 169.

La figura 169 rappresenta la proiezione orizzontale e verticale di un muro di riaccordo, e contiene il ribaltamento sul piano orizzontale della sezione normale dell'argine. La direzione AT dell'argine fa colla linea di terra OX l'angolo  $\alpha$  acuto, il piano verticale OX rappresenta il prospetto della spalla a cui è perpendicolare il fianco che ha la traccia in O B' avente una scarpa  $m$ .

Il piano dell'argine, che ha per traccia orizzontale AT ed una scarpa  $n$ , interseca il piano del fianco della spalla secondo una retta che si proietta secondo AP ed OP'.

La lunghezza AO risulta dalla posizione dell'argine, ed è quindi una quantità nota che s'indicherà con  $k$ , parte essenziale dei dati del problema insieme all'altezza  $h$  e all'angolo  $\alpha$ . Se nel piano orizzontale si prende AT = AO =  $k$ , e si conduce TR perpendicolare ad AT, indi s'immagina congiunti i punti T ed R con P', si avrà una piramide che avrà il suo vertice in P' e per base il quadrilatero AORT. Se però col centro R e raggio RO = RT si descrive l'arco OT nel piano orizzontale, e s'immagina che la retta P'O rimanga fissa col suo estremo P' si muova percorrendo questo arco, si genererà una superficie conica che potrà sostituire le due faccie della piramide sopra descritta, e sarà tangente: da una parte al piano dell'argine, e dall'altra al fianco della spalla, offrendo così un perfetto raccordamento fra questi due piani. Così ogni piano orizzontale taglierà la superficie conica secondo un arco di cerchio di eguale ampiezza e tangente alle corrispondenti intersezioni dei piani stessi; per facilità di costruzione e di computo essendo poi necessario che in ogni strato orizzontale il muro presenti una larghezza costante, l'intersezione della faccia interna del muro sarà pure un arco di cerchio eguale e concentrico a quello esterno. I centri poi di tutti questi archi di cerchio si troveranno sempre sulla retta RP', la quale potendo esser facilmente

tracciata sulla faccia della spalla dove giace per intero, rende agevolissima la costruzione di questo solido, le cui faccie — interna ed esterna — sono rigate secondo tutti i piani passanti per RP'.

La costruzione resta ancor più agevolata nei casi ordinari in cui il punto P' non si trova troppo alto, e può venir precisato mediante un chiodo, perchè un filo attaccato ad esso dà la direzione della generatrice in tutti i punti della superficie.

E con ciò si vede che la costruzione di questo riaccordo non presenta alcuna difficoltà, specialmente se esso viene costruito in mattoni; l'apparecchio in pietra da taglio non è certo molto agevole ove si vogliano verticali i piani di giunto, ma anche questa difficoltà sparisce quando la differenza tra le scarpe  $n$  ed  $m$  non è grande, e quando il valore di  $k$  è invece molto grande relativamente all'altezza dei corsi della muratura.

Venendo ora a determinare le dimensioni del muro che ne risultano, si osservi che un arco qualunque ottenuto dalla sezione di un piano orizzontale colla superficie curva ha per misura  $90^\circ - \alpha$ , per modo che, detta  $\phi$  la lunghezza di quest'arco nel cerchio di raggio eguale all'unità, sarà:

$$\phi = \frac{\pi}{180^\circ} (90^\circ - \alpha^\circ) \quad (1)$$

quantità che conviene venga subito calcolata.

L'arco maggiore della superficie che ha il suo centro in R e costituisce la base fondamentale del solido, avrà per raggio:

$$\begin{aligned} \overline{RO} = \overline{RT} = \overline{OA} \operatorname{tang} \frac{\overline{OAT}}{2} = \\ = k \operatorname{tang} \frac{90^\circ + \alpha}{2} . \end{aligned}$$

Verrà calcolato subito il valore di

$\operatorname{tang} \frac{90^\circ + \alpha}{2}$  o direttamente o ricordando che si ha:

$$\operatorname{tang} \frac{90^\circ + \alpha^\circ}{2} = \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2} - \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{1 + \operatorname{sen} \alpha}{1 - \operatorname{sen} \alpha}} = \theta \quad (2)$$

e si troverà il numero  $\theta$  da tener presente perchè entra in tutti i calcoli successivi; sarà intanto:

$$\overline{RT} = k \theta . \quad (3)$$

Detta  $b$  la larghezza normale TF dell'argine alla base, sarà pure il raggio:

$$\overline{RF} = \overline{RG} = k \theta - b .$$

Il raggio della superficie esterna all'altezza  $h$  sarà:

$$\overline{IM} = \overline{IB} = \overline{BD} \operatorname{tang} \frac{90^\circ + \alpha}{2} = \theta \cdot \overline{BD} .$$

Ma dalla figura si scorge che:

$$\overline{BD} = \overline{OE} = \overline{OA} - \overline{CA} + \overline{CE} = k - \frac{nh}{\cos \alpha} + mh \operatorname{tang} \alpha ,$$

ossia:

$$\overline{BD} = k - h \frac{n - m \operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} ;$$

dunque:

$$\overline{IB} = r = k \theta - h \theta \frac{n - m \operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} . \quad (4)$$

Analogamente se si indica con  $\rho$  il raggio della sezione colla superficie esterna fatta da un piano orizzontale ad una altezza qualunque  $z$ , sarà:

$$\rho = k \theta - \theta \frac{n - m \operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} z .$$

Conviene per la pratica calcolare anche separatamente il coefficiente di  $z$  qui espresso, che è una funzione di sole quantità date, e si porrà:

$$\theta \frac{n - m \operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} = \omega. \quad (5)$$

Così un raggio qualunque viene semplicemente espressa da:

$$\rho = k \theta - \omega z.$$

Da questa equazione, avuto riguardo che quando si abbia  $z = P P'$  deve essere  $\rho = 0$ , si ricava l'ordinata del vertice  $P'$  assai utile alla costruzione, e sarà:

$$\overline{P P'} = \frac{k \theta}{\omega} \quad (6)$$

Ora si osservi che la larghezza del muro varia coll'altezza in forza delle scarpe  $n$  e  $p$ , e che all'altezza  $z$  qualunque, tale larghezza indicata con  $a$  sarà evidentemente:

$$a = b - z(n - p) \quad (7)$$

e perciò la superficie della sezione fatta nel solido dal piano orizzontale qualunque sarà:

$$S = \rho \phi \frac{\rho}{2} - (\rho - a) \cdot \phi \cdot \frac{\rho - a}{2},$$

ossia:

$$S = \frac{\phi}{2} \rho^2 - \frac{\phi}{2} [\rho - b + z(n - p)]^2.$$

In questa equazione sostituendo a  $\rho$  il valore sopra trovato, sviluppando i calcoli indicati e riducendo, si giungerà alla seguente equazione finale:

$$S = \left[ \phi \omega (n - p) - \frac{\phi}{2} (n - p)^2 \right] \cdot z^2 - \left[ \phi (n - p) (k \theta - b) + b \phi \omega \right] z + b \phi k \theta - \frac{\phi}{2} b^2.$$

Pongasi per brevità:

$$\left. \begin{aligned} M &= \phi \omega (n - p) - \frac{\phi}{2} (n - p)^2 \\ N &= \phi (n - p) (k \theta - b) + b \phi \omega \\ P &= b \phi k \theta - \frac{\phi}{2} b^2 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

e l'equazione precedente diviene:

$$S = M z^2 - N z + P \quad (9)$$

e quindi il volume cercato contenuto fra  $z = 0$  e  $z = h$  dato al solito dalla nota espressione generale  $V_1 = \int_0^h S dz$  sarà:

$$V_1 = \frac{M}{3} h^3 - \frac{N}{2} h^2 + P h \quad (10)$$

e  $V_1$  rappresenta la parte di solido compresa fra il piano  $TR P'$  e la spalla.

Per avere l'intero volume del riaccordo bisogna aggiungere a  $V_1$  il solido  $V_2$  compreso fra il piano inclinato  $\overline{TR P'}$  e il verticale che ha per traccia  $TR$ . Ma questo, avente le facce piane, è un tronco di prisma a base triangolare, facilissimo a determinare. Infatti dalla figura si deduce:

$$V_2 = \overline{LM} \times \frac{h}{2} \times \frac{\overline{MN} + \overline{LV} + \overline{TF}}{3}.$$

Ora:

$$\overline{LM} = \overline{IS} = \overline{IR} \cos \alpha = (\overline{RO} - \overline{IB} - \overline{BO}) \cdot \cos \alpha,$$

ossia:

$$\overline{LM} = h (\omega - m) \cdot \cos \alpha \quad (11)$$

$$\overline{MN} = \overline{LV} = b - h (n - p); \quad \overline{TF} = b$$

quindi:

$$V_2 = \frac{h^3}{2} (\omega - m) \left[ b - \frac{2}{3} h (n - p) \right] \cos \alpha. \quad (12)$$

5. — *Esempio.* — Per mostrare come sia agevole il calcolo di tutte le quantità sovra esposte, e come le formole trovate si adattino stupendamente agli usi della pratica, supponiamo che sia dato un argine rettilineo, la cui direzione faccia un angolo  $\alpha = 30^\circ$  col prospetto della spalla, ed abbia la larghezza in base  $b = 1^m,60$ , colla scarpa esterna del mezzo per uno, cioè  $n = 0,50$ , e la scarpa interna del quarto per uno, cioè  $p = 0,25$ ; sia elevato di quattro metri sopra il piano orizzontale di fondazione, si abbia cioè  $h = 4^m$ ; e si trovi ad una distanza tale dalla spalla per cui si abbia  $k = 10^m,00$ . Il fianco della spalla abbia poi la scarpa di un ventesimo per uno, sia cioè  $m = 0,05$ ; con ciò si hanno tutti i dati che occorrono.

Seguendo lo stesso ordine tenuto precedentemente, si hanno i risultati seguenti:

$$1) \phi = \frac{\pi}{3} = 1,0472 = \text{lunghezza dell'arco di riaccordo}$$

pel raggio eguale all'unità;

$$2) \theta = 1,732 = \text{tangente trigonometrica dell'arco di } 60^\circ;$$

$$3) R = 17,32 = \text{raggio massimo alla base del riaccordo};$$

$$4) r = 13,52 = \text{raggio dell'arco esterno alla sommità del riaccordo};$$

$$5) \omega = 0,95 = \text{funzione di } \alpha \text{ importante nel calcolo};$$

$$6) \overline{P P'} = 18,23 = \text{ordinata del vertice};$$

$$7) a = 0,60 = \text{larghezza dell'argine e del riaccordo in sommità};$$

$$8) M = 0,216; N = 5,7053; P = 27,68, \text{ coefficienti dell'equazione del volume};$$

$$9) S_1 = P = 27,68 = \text{superficie di base del riaccordo, corrispondente a } z = 0;$$

$$9) S_2 = 8,3144 = \text{superficie in sommità della parte curva ottenuta per } z = 4;$$

$$10) V_1 = 69,684 = \text{volume della parte curva};$$

$$11) \overline{LM} = 3,1176 = \text{base della parte rettilinea del riaccordo};$$

$$12) V_2 = 5,819 = \text{volume della parte di riaccordo terminata da facce piane};$$

$$V = 75,503 = \text{volume totale}.$$

6. — Il metodo esposto pel calcolo del volume è rigorosamente geometrico ed esatto; inoltre, come vedesi dall'esempio proposto, non richiede calcoli lunghi, anzi, poche e semplicissime operazioni. Tuttavia il solido è tale che può esser computato senza sensibile errore, anche coi metodi empirici delle medie, in uso costante presso tutti gli appaltatori ed i pratici addetti alla sorveglianza dei lavori. Infatti, nell'esempio qui sopra si osservi che la sezione normale dell'argine, la quale conserva costanti per tutto il riaccordo la larghezza in cima, la larghezza in base e l'altezza, è:

$$\frac{0,60 + 1,60}{2} \times 4,00 = 4^m,40.$$

Se questa sezione si moltiplica per la media dei quattro spigoli, in base ed in sommità, del riaccordo, che sono: 18,14; 16,46; 17,28; 16,65; in media 17,132, si ottiene 75,38 che rappresenta con sufficiente approssimazione il volume cercato.

Ed ancora: se si prende la media fra la base inferiore e la base superiore del riaccordo e si moltiplica per l'altezza, il prodotto sarà molto prossimo al volume del solido, ed invero, nell'esempio di sopra, la base inferiore del muro è 27,68; la base superiore 10,18; in media 18,93, che moltiplicata per l'altezza 4, produce 75,72.

Che se si prende la media fra questi due risultati empirici si ha quasi con precisione il vero volume, perchè avviene appunto che il primo metodo è solo approssimato in difetto, ed il secondo in eccesso; infatti:

$$\frac{75,38 + 75,72}{2} = 75,55.$$

7. — Ritornando alle formole generali sovra esposte, è bene notare questo caso particolare.

Allorchè si abbia  $n = p$ , il che può verificarsi frequente-

mente, avviene  $M=0$ , e perciò il valore di  $V$ , datodalla (10) rimane assai semplificato.

Quando  $\alpha=0$ , ossia la direzione dell'argine è parallela al prospetto del ponte, si ha  $\sin \alpha=0$ ;  $\cos \alpha=1$ ;  $\theta=1$ ; perciò risulta:

$$\omega = n$$

ed il volume  $V$ , non cambia col mutar di  $m$ ; in altri termini, si mantiene costante, qualunque sia la scarpa assegnata al fianco della spalla.

Si può determinare la scarpa  $p$  in modo che il lato  $FN$  (fig. 2), sufficientemente prolungato, passi per  $P'$ . In tal caso anche la superficie interna del muro è conica con vertice  $P'$  ed asse  $P'R$ , ed il volume  $V$ , può esser riguardato come un tronco di cono a basi parallele e computato in conseguenza. Il valore di  $p$  che verifica questo caso è dato dalla (7)

quando si faccia  $a=0$  e  $z=PP'=\frac{k\theta}{\omega}$ ; sarà dunque:

$$p = n - \frac{b\omega}{k\theta}$$

ed anche:

$$n - p = \frac{b\omega}{k\theta}$$

Un'obiezione alquanto seria che può essere fatta a questo genere di riaccordo, consiste in ciò soltanto, che assegnata la larghezza del muro d'argine colla condizione che abbia da convenientemente resistere alle spinte in prossimità della sezione  $TV$  dove presenta le scarpe  $n$  e  $p$ , questa larghezza non sarà più sufficiente a resistere agli stessi sforzi in prossimità della spalla dove le scarpe stanno per diventare  $m$  e  $q$ . E inversamente: stabilita la larghezza del riaccordo colle buone regole della stabilità in prossimità della spalla, questa medesima larghezza sarà eccessiva quando il muro avrà raggiunta la sua scarpata massima.

Però questo, che è un inconveniente di poco momento relativamente all'importanza della costruzione, potrà sempre venire accomodato, o lasciando la scarsezza della dimensione presso la spalla, e per assicurarne egualmente la resistenza, diminuendo le pressioni tendenti a rovesciare il muro, mediante un contromuro a secco, o con altro espediente qualsiasi; ovvero permettendo un piccolo eccesso di materiale, coll'accordare a tutto l'attacco la larghezza conveniente per la buona resistenza nella sezione dove la scarpata è minima, il che si ottiene diminuendo la scarpa  $p$  opportunamente nella sezione ove comincia il riaccordo.

V. P.

## GEOMETRIA PRATICA

### L'AREA NELLE MAPPE CENSUARIE (1).

Metodo grafico-numerico.

Proposta dell'Ing. E. FERRERO.

La questione dell'area nelle mappe censuarie non è certo la meno dibattuta: e fra coloro che si accontentano dell'approssimazione offerta dai metodi grafici e meccanici, e quelli che vogliono l'area ricavata analiticamente per mezzo delle coordinate, non è molto facile l'accordo.

La traduzione fatta dal chiarissimo professore G. Erede, delle *Istruzioni per la formazione di un catasto geometrico razionale* del dottor M. Doll, ha chiamato l'attenzione degli ingegneri su di un metodo di ricavare l'area, che si potrebbe chiamare metodo *grafico-numerico*, intorno al quale parmi potrebbero conciliarsi i fautori dei diversi ed opposti sistemi.

E siccome il Doll tratta di questo metodo in modo così conciso, da non riuscire a tutti abbastanza chiaro, attalchè questo metodo non è entrato ancora nel dominio del pubblico, così pensai non inutile cosa prendere in attenta considerazione quest'idea che reputo eccellente. E studiando sull'argomento

(1) Dei diversi modi di ricavare l'area nelle mappe censuarie parla distesamente lo stesso autore di questa proposta nelle sue *Nozioni pratiche per il rilevamento catastale*. — Torino, Camilla e Bertolero.

ho potuto anche convincermi della applicabilità di questo sistema a qualunque figura, senza per questo impiegare maggior tempo in campagna, come dalle parole del dottor Doll sembrerebbe occorrere.

Nel su citato opuscolo (vero tesoro in materia catastale) si accenna al modo di ricavare l'area in questi termini: « Il » calcolo delle aree delle particelle si deve fare due volte; la » seconda volta in modo diverso ed indipendentemente dalla prima. » Il primo calcolo si fa *scomponendo le particelle in triangoli » colle basi misurate e colle altezze dedotte dalla pianta* ».

A queste poche parole non sarà di troppo una spiegazione.

Il sistema di rilevamento per poligonazione, che ha dato ottimi risultati in Germania, e che è destinato (secondo il mio modo di vedere) a trionfare su tutti gli altri quando si tratti di mappe censuarie, non è altro che il sistema degli allineamenti puri, quali furono usati in Piemonte in seguito alla legge 4 giugno 1855, colla sola differenza che agli allineamenti coordinati a punti trigonometrici furono sostituiti delle vere poligonali; i lati sono misurati direttamente e gli angoli presi con un buon goniometro.

Però per usare questo sistema nel modo raccomandato dal dottor Doll occorrerebbe ancora un'avvertenza, quella cioè di abbassare dai vertici delle divisioni principali delle perpendicolari sui lati della poligonale; ed, avendo determinato di posizione questi vertici, canneggiare su queste divisioni principali, e fra questi vertici, per determinare di posizione i vertici delle divisioni (secondarie) di proprietà, che contro ad essa vanno a finire. Come si vede il Doll presuppone le sue località rilevande quali noi abbiamo nelle nostre pianure e quali *sarebbe desiderabile* fossero anche in collina: presuppone cioè che vi siano divisioni principali, come, ad esempio, una strada, la linea di displuvio, un corso d'acqua, ecc., formanti una specie di poligonale, contro la quale vadano a finire le divisioni rettilinee di proprietà, come appare dalla fig. 170, dove la linea A, B, C, D rappresenta la divisione principale contro la quale vanno a finire le secondarie, e P, B, P, C, P, M, P, G le perpendicolari abbassate dai vertici sulla poligonale.

Evidentemente chi facesse passare una poligonale presso alla A B C D ed un'altra presso la M G, e per mezzo di perpendicolari partendo dai lati della poligonale fissasse i punti B, C, M, G, non avrebbe più che da canneggiare da B sino a C e da M sino a G per ottenere il rilevamento delle particelle risultanti in figura. Inoltre otterrebbe in questo modo per ogni proprietà due lati espressi in numeri. Ora se si suppone tirata la diagonale P Q avremo scomposto il numero di mappa 4214 in due triangoli dove le basi sono misurate e non si hanno a determinare colla scala altro che le altezze: ci troveremo cioè nelle condizioni richieste dal dottor Doll.

La superiorità di questo sistema su quello esclusivamente grafico cosidetto *per triangolizzazione*, in cui tutte le dimensioni devono essere dedotte dalla mappa, è facile da dimostrare.

Dicendo  $p$  (1) l'errore che si fa prendendo una misura graficamente colla scala della mappa:  $b$  ed  $h$  le due dimensioni del triangolo di cui si vuol ricavare l'area, se si prendono le due dimensioni graficamente, avremo un'area

$$S' = (b \pm p)(h \pm p) = bh \pm p(b+h) + p^2$$

e se invece si prende una sola dimensione graficamente, cioè l'altezza, avremo:

$$S'' = p(h \pm p).$$

Nel primo caso, trascurando il termine piccolissimo, al quadrato, avremo un errore

$$e' = p(b \pm h),$$

nel secondo caso avremo l'errore

$$e'' = ph;$$

(1) Il valore di  $p$  è complesso: si compone di quello che si fa mettendo una data misura in carta, e di quello che si fa prendendo la lunghezza d'una data linea colla scala della mappa. Il primo errore si può ritenere doppio del secondo, e questo eguale ad un decimo di millimetro: quindi il valore di  $p$  nella scala di 1:2000 può essere uguale a m. 0,60.

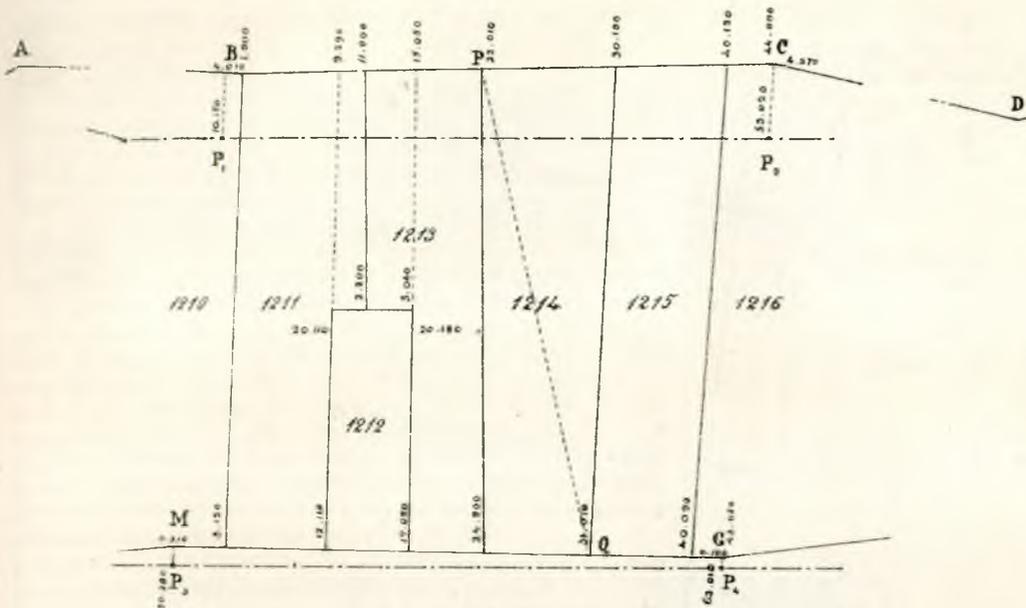


Fig. 170.

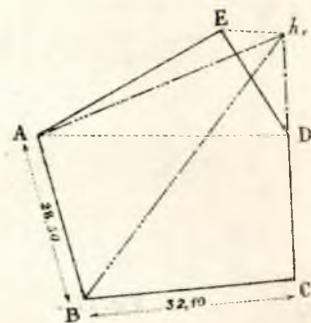


Fig. 172.

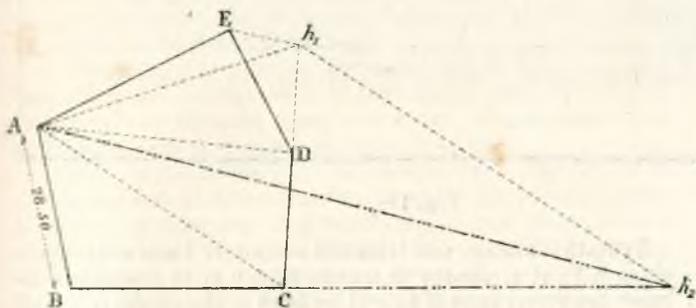


Fig. 171.

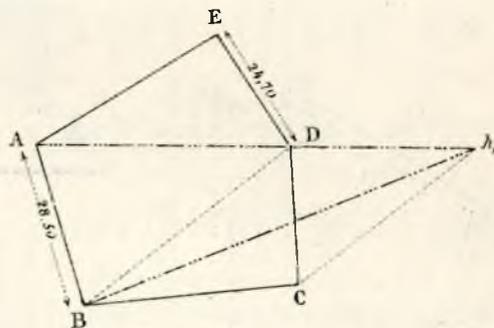


Fig. 173.

per cui

$$\frac{\epsilon'}{\epsilon''} = 1 + \frac{h}{p} \quad (a)$$

Esempio. — Se  $b = 20\text{m}$ ,  $h = 200\text{m}$ ,  $p = 0\text{m},50$ , avremo  $\epsilon' = 110\text{mq.}$   $\epsilon'' = 10\text{mq.}$

L'equazione (a) che rappresenta l'entità del vantaggio del sistema tedesco su quello esclusivamente grafico, ci dimostra anche che questo vantaggio esiste sempre, e ch'esso cresce quando si tratti di appezzamenti a liste, che è il sistema di divisione che tende a prevalere nelle proprietà.

Attualmente però si può asserire che questi appezzamenti cosiffatti sono ancora in minoranza nelle colline. In vista di ciò il dottor Doll si limita a dire che « bisogna pensare, » quando si fa il rilevamento, ad avere le basi necessarie ».

Prendendo alla lettera queste parole, il rilevatore dovrebbe quando si trova in campagna esaminare bene ogni figura sul suo abbozzo, e portandosi colla memoria all'atto di ricavare l'area, far prendere certe misure supplementari inutili al rilevamento col solo scopo di ottenere un'area più approssimata.

Evidentemente alcuno potrebbe chiedersi se il vantaggio che si ottiene in questo modo corrisponda poi al maggior tempo prezioso che si richiede in campagna.

Allo scopo di evitare queste misure supplementari, e di applicare il sistema grafico numerico a pressochè tutte le figure che possono occorrere nelle mappe censuarie, ho adottato con un successo che per me fu soddisfacente, il metodo seguente.

In geometria elementare si insegna a trasformare un poligono in altro equivalente avente un lato di meno, e così un poligono qualunque ABCDE (fig. 171) si può sempre trasformare in un triangolo equivalente (nel nostro caso ABh<sub>1</sub>);

e che per aver l'area del poligono basta cercare l'area del triangolo risultante.

Ognuno può comprendere facilmente come questo metodo grafico per trasformazione sia migliore di quello per triangolizzazione o per scomposizione, e come sicuramente esso richieda molto minor tempo per le molte operazioni numeriche che con esso si risparmiano.

Questo vantaggio diventa molto più grande, quando della figura che si vuol calcolare si abbia in numeri uno o più lati. In questi casi basta ricordare che il triangolo risultante deve avere per base il lato di cui si ha la lunghezza in numeri.

Così il poligono ABCDE si deve trasformare nel triangolo ABh<sub>1</sub> (fig. 171) quando si abbia la lunghezza del lato AB.

Così nello stesso poligono se si conoscono le lunghezze dei due lati AB e BC (fig. 172) dev'essere prima trasformato nel quadrilatero ABC h<sub>1</sub> (dove rimangono inalterati i due lati eseguiti) e poscia bisogna con una diagonale dividere questo quadrilatero in due triangoli aventi per base i lati conosciuti.

Così pure (fig. 173), se dello stesso poligono si avessero in numeri i due lati AB e ED, bisogna cominciare col tagliare fuori il triangolo AED di base nota e poi trasformare il quadrilatero rimanente nel triangolo ABh<sub>1</sub> avente pure la base conosciuta.

Così ancora, se dello stesso poligono (fig. 174) si conoscesse soltanto la porzione PP' dell'allineamento che la attraversa, si riduce il pentagono superiore nel triangolo PP'h<sub>2</sub>, ed il quadrilatero inferiore nel triangolo PP'h<sub>1</sub>.

Così infine, se del poligono ABCDE (fig. 175) si conoscesse soltanto la porzione di allineamento esterno PP', si comincerà col trasformare nel triangolo PP'h<sub>2</sub> il pentagono APP'D<sub>1</sub>E, e poscia si trasformerebbe il quadrilatero PBCP' nel triangolo PP'h<sub>1</sub>; evidentemente l'area del poligono ABCDE è uguale alla differenza dell'area dei due triangoli risultanti PP'h<sub>2</sub> e PP'h<sub>1</sub>, cioè all'area del triangolo, che ha per base il lato

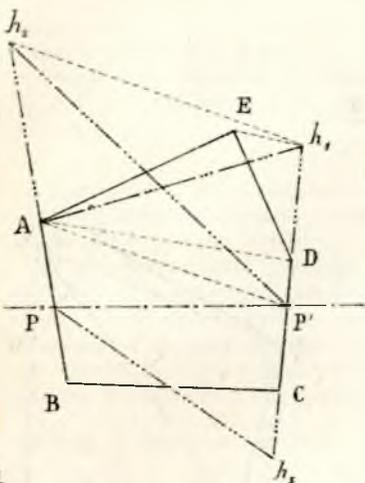


Fig. 174.

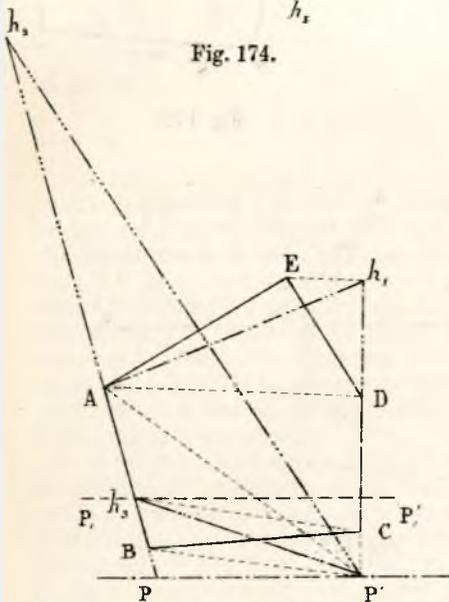


Fig. 175.

noto e per altezza la perpendicolare abbassata su una parallela allo stesso lato conosciuto, cioè su  $P_1 P_1'$ .

Come si vede, in tutti i casi considerati abbiamo sempre in numero le linee, e l'altezza dev'essere dedotta dalla pianta colla scala della mappa.

Il Doll anche per quest'ultima operazione, cioè, per la deduzione dell'altezza grafica suggerisce un'idea la quale, se non è felicissima in quanto che non è favorevole all'esattezza, è buona per l'economia del tempo che procura. « Le altezze, » egli dice, si possono prendere in generale con una lastrina di vetro divisa, stimando ad occhio i decimetri ».

Ho tradotto in atto questo consiglio, che ho ritenuto ingegnoso quanto semplice, adottando il trasparente, quale risulta nella figura 176.

Preso un pezzo di pergamena trasparente (sarebbe meglio se di vetro), vi tracciai sopra delle linee finissime alla distanza di mezzo millimetro: unii la pergamena ad una cornice di ferro, a cui aggiunsi dei manici PP per agevolare i movimenti del trasparente. Le dimensioni di esso più convenienti, per quanto dalla pratica fatta ebbi occasione di concludere, sono di un decimetro nella larghezza QR per un'altezza di 15 centimetri, in modo da servire per un'altezza di 300 m. nella scala di 1 : 2000.

Il modo di servirsi di questo trasparente è semplice: quando si vuole l'altezza del triangolo ABC, basta far coincidere la linea di altezza 0 m. colle linee AB e perciò leggere al vertice C l'altezza, la quale è segnata ai due margini. Così nella figura si vede che l'altezza del triangolo ABC è di m. 275.

Evidentemente in questa posizione del nostro trasparente si possono prendere le altezze dei triangoli BED, EFG senza bisogno di tracciare le diagonali per le suddivisioni del quadrilatero in triangoli.

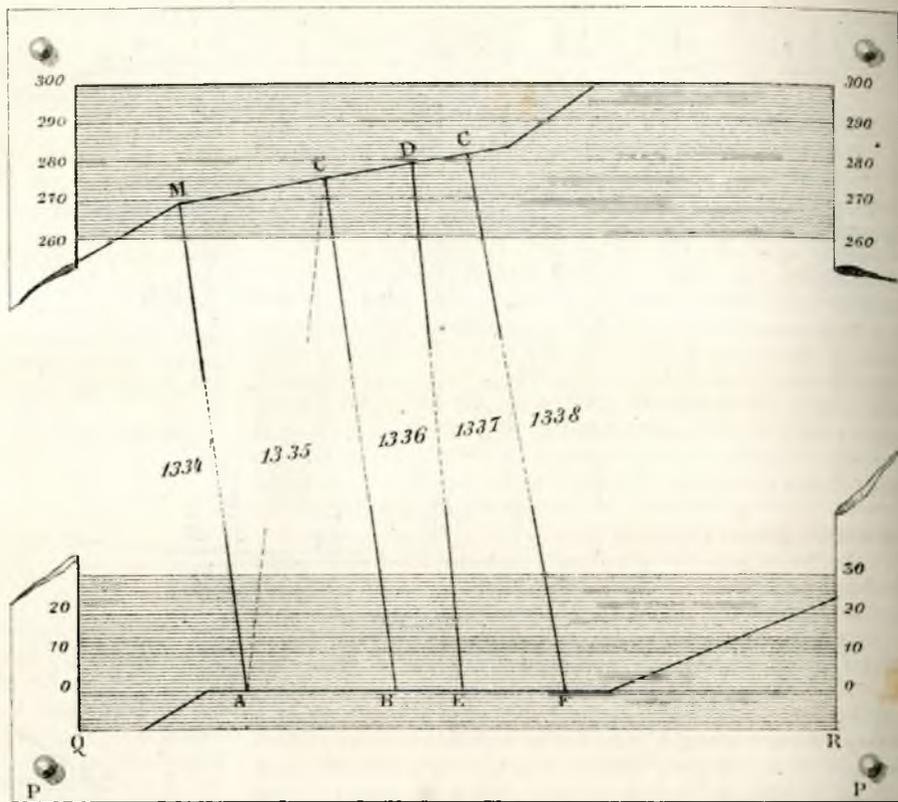


Fig. 176.

Trovata l'altezza dei triangoli aventi le linee nella divisione AF, si trasporta il trasparente e si fa coincidere le linee degli zeri colla MG, e si leggono le altezze dei triangoli MGA, COB, CDE.

*Applicabilità del metodo grafico-numerico ai diversi sistemi di rilevamento.* — Questo metodo di ricavare l'area delle singole particelle d'una mappa, se è applicabile a tutti i sistemi di rilevamento in uso, non lo è però nella stessa misura e cogli stessi vantaggi.

Si comprende facilmente che la miglior applicazione si può fare quando si abbia la misura diretta di uno o più lati: laonde il sistema patrocinato dal dottor Doll ha, non ultimo, anche questa superiorità sugli altri.

Esso è pure particolarmente raccomandabile al sistema di rilevamento colla tavoletta pretoriana, quando con essa si voglia rilevare soltanto i punti principali, lasciando poi alla misura diretta il compito del rilevamento di dettaglio (1).

Si comprende pure molto facilmente come meno utile, benchè sempre da consigliarsi, quando nel rilevamento si siano adottati gli allineamenti coordinati ai punti trigonometrici, perchè (nel modo almeno con cui sono generalmente usati) intersecano pressochè tutte le proprietà, quindi occorrono un maggior numero di trasformazioni, per cui s'ingrandisce l'errore di graficismo.

Per quanto riguarda la celerimensura, questo metodo di dedurre l'area diventa più lungo, ma per compenso si rende possibile una maggiore approssimazione. A proposito di questo sistema di rilevamento che gode di tante simpatie, e che, non v'ha dubbio, facilita le operazioni stesse di rilevamento, non mi posso immaginare che i suoi fautori possano ragionevolmente insistere sulla deduzione esclusivamente analitica delle aree per il grande tempo richiesto. Mi pare quindi che non sia fuori di posto sacrificare qualche po' di esattezza che in pratica non può avere un valore apprezzabile, per risparmiare un po' di questo tempo prezioso.

Con questo criterio non esito a consigliare questo metodo anche per i rilevamenti tacheometrici, quando si ritenga non

(1) Di questo sistema di rilevamento trattò il chiarissimo ingegnere Gribodo nel fascicolo di settembre dell'Ingegneria civile.

abbastanza esatta l'area ricavata col planimetro e non si creda necessario di sobbarcarsi alle tante operazioni inevitabili alla calcolazione analitica.

Volendo applicare il sistema grafico-numericò alla celerimensura, sarebbe necessario per mezzo di calcoli ricavare prima la lunghezza di uno o più lati. Siccome però questi calcoli non sono brevi, è conveniente cercare di abbreviarli facendo uso di tavole.

Il prof. Erede in nota (pag. 51) alla sua traduzione delle succitate Istruzioni del prof. Doll, accenna alla *Table des hypoténuses*, pubblicata nel 1884 da Just Andriès, geometra del catasto a Turnhout (Belgio). Non mi fu dato di avere subito queste tavole, che, a quanto mi pare, devono servire benissimo al mio scopo (1). Però, se esse non servissero, sarebbe non difficile il compilarne delle adatte in questo modo:

Dati gli azimut letti in campagna e la lunghezza di due raggi vettori sui due punti che suddividono il lato, di cui si vuole la misura, se ne ottengono facilmente le coordinate parziali colle notissime Tavole Tacheometriche del Soldati. Evidentemente non occorre nè correzione d'orientamento e nemmeno il passaggio alle coordinate generali.

Se noi compiliamo una tavola numerica, in cui per un certo valore di  $Ay$ , scritto in cima della pagina, e per un certo valore di  $Ax$ , scritto in una colonna, vi sia accanto il valore della ipotenusa di questi due cateti, avremo quanto occorre per rendere pressochè trascurabile il tempo necessario ad avere la lunghezza del lato che occorre.

Queste tavole non devono nemmeno essere di gran mole: basta cercare i valori della lunghezza del lato per i diversi valori di  $x$  di dieci in dieci centimetri: adoperando tavole differenziali per le frazioni di metro della  $y$ .

E con ciò ho esaurito il mio tema: della superiorità di questo metodo grafico-numericò su quelli puramente grafici è inutile il parlare dopo la dimostrazione che ho data: quanto alla sua superiorità sui planimetri, non sono in grado per ora che di esporre la mia persuasione personale, la quale è il risultato di molte prove eseguite. Un argomento che si potrebbe addurre a favore di questo metodo e contro il planimetro sarebbe il seguente: che finora i due sistemi: *triangolazione e planimetro*, atti a darci l'area d'una figura in carta, erano ritenuti suscettibili pressochè della stessa approssimazione.

Quindi entrambi per naturale conseguenza sarebbero inferiori al metodo da me ora esposto.

Ci tengo infine ad un'ultima dichiarazione, ed è che per ora non proporrei mai questo metodo per ogni figura che possa venire incontrata in una mappa.

In questo, come in tante altre cose, non bisogna essere esclusivisti, ma piuttosto eclettici: saper disporre di molti sistemi e saperne usare questo piuttosto che quello a seconda delle circostanze.

Torino, 20 novembre 1887.

(1) Queste tavole, che finalmente ho potuto avere da Bruxelles, possono servire con errore trascurabile, quando si usino poche precauzioni e si aggiungano le differenze tabulari.

INDUSTRIE MINERALOGICHE E METALLURGICHE

NOTE SULLE MINIERE DI SOMORROSTRO

(Spagna — Provincia di Vizcaya)

dell'Ing. GIOVANNI GANDOLFI

III.

Mezzi di trasporto

(Continuazione)

2. — PIANI INCLINATI.

I piani inclinati sono numerosissimi in questa zona mineraria, e tutti, ad eccezione di uno (quello della Rubia) automotori.

Nella tabella C abbiamo raccolto i dati relativi alla costruzione dei principali fra di essi, di quelli cioè che hanno carattere di costruzione permanente: ne esistono parecchi di importanza secondaria, fra i quali sono notevoli quelli della *Carmen*, della *Diana*, della *Vittoriana*, ecc.

Tabella C. — PIANI INCLINATI.

Proprietario	Nome del piano	Lunghezza	Pendenza media per cento	Id. massima id.	Salto	Via	Scartamento	Coorgno alla testa del piano	Diametro	Fune - diametro	Peso del vagonc vuoto	Peso del carico di ciascuno	Numero di vagoni per treno	Quantità media che si trasporta per giorno	Rulli } diametro	Costo del piano	Apertura all'esercizio
Oronera	Oronera	1097	17.87	21.00	180	doppia	1	tamburo cilindrico	4.57	37	3000	4500	8	2800	0.27	5.40	apr. 1880
Società Franco-Belge des mines de Somorrostro	Concha N. 1	467	31	36	168	doppia	1	tamburo conico	5	38	1000	2000	da 6 a 8	1500	0.26	8	gen. 1881
S. Firmin Mining Co.	S. Firmin	165	80	80	134	doppia	1	tamburo cilindrico	3.048	45	3500	6000	1	1000	—	—	1881
Alonso Hornanos Co.	La Salve	250	33.70	34.40	84	doppia	1.46	bobine	1.92	stati 70x16	5000	7000	1	600	0.30	6	lugl 1881
Lachana Mining Co.	Regato N. 1	150	45	45	—	doppia	0.80	tamburo cilindrico	2.50	—	—	—	5	0.25	10	—	1887
Vizcaya-Santander Mining Co.	Rubia	166	39.5	47	—	doppia	0.50	tamburo cilindrico	1.40	—	26	700	2	500	0.20	7	apr. 1881
Somorrostro Iron Ore Co.	Bodovalle	160	28	28	44	doppia	0.85	tamburo cilindrico	2.50	—	30	1000	3500	500	0.25	7	ott. 1887
Chavarrí Hornanos	Bodovalle	200	20.10	20	37	doppia	0.85	Puleggio Mac-Lennan	3.00	35	1000	3500	600	0.25	7	—	1880
Società Vizcaya Tardía y Escarpada No 2	No 1	300	35	35	105	doppia	0.60	Puleggio Mac-Lennan	1.40	—	40	900	2 tonn.	150	0.200	6	—
Società Vizcaya Tardía y Escarpada No 2	No 2	289	55	55	160	doppia	0.60	Puleggio Mac-Lennan	1.40	—	40	900	2 tonn.	150	0.200	6	—

Fra tutti i piani della *Comarca* mineraria di Bilbao, il primo posto è devoluto a quello della *Orconera*, nel quale estensione, costruzione, tracciato sono notevolissimi. Esso si svolge lungo il fianco della montagna, ne segue la sinuosità ed arriva in basso con pendenza relativamente dolce. Dei 1097 metri di lunghezza, 314 sono in curva con raggi di 183<sup>m</sup> e 488<sup>m</sup>.

Alla testa del piano la fune si avvolge su di un tamburo cilindrico di m. 4,57 di diametro, il cui moto è regolato da un freno a nastro, comandato dalla estremità del piano mediante un *winch* a mano, di cui il pignone imbocca con una dentiera orizzontale collegata con la leva del freno.

Lungo il piano s'appoggia su rulli di ghisa ad asse orizzontale, nelle parti rette; e su puleggie a gola molto aperta con asse verticale nelle curve.

I vagoni hanno porta laterale, tenuta chiusa per mezzo di due cuscini, e sono muniti di freno a ceppo per le manovre alla testa ed ai piedi del piano.

Il treno, formato di 8 vagoni, arriva dalla miniera su di una ferrovia, e passando fra i due pilastri su cui riposa il tamburo, viene disposto per la discesa mediante una manovra altrettanto delicata quanto utile. Si tratta di mettere la fune in tensione prima di cominciare la discesa, giacchè sarebbe pericoloso lanciare il treno in una così forte pendenza, per l'urto che tutto il sistema riceverebbe. Per ciò si aggancia al treno una fune ausiliaria manovrata da un organo a mano: il treno, sostenuto da questa fune comincia a scendere poco a poco, finchè, tesa la fune principale, si distacca l'ausiliaria ed il tamburo comincia ad agire regolato nel suo movimento dal freno.

Il treno vuoto ascendente, arrivato alla testa ed abbandonata la fune, va, solo, su di una via in pendenza fino ad un certo punto, per essere trasportato alla miniera.

Presso il tamburo si hanno per conseguenza 4 vie: due centrali (riunentisi in una che passa fra i pilastri del tamburo) che alternativamente ricevono i treni carichi, e due laterali per i treni vuoti. Queste ultime si raccordano con le centrali sul piano a breve distanza dalla testa e per mezzo di due scambi si obbliga il treno vuoto ad entrare sulla via che gli corrisponde: hanno inclinazione maggiore che le centrali (fig. 177), dovendo il treno, dopo abbandonata la fune, correre da solo fin dove la locomotiva l'attende.



Fig. 177.

Questa disposizione di vie e quella che è ai piedi del piano (di cui parleremo) sono comuni a vari dei piani di cui ci occupiamo (Franco-Belga, Regato, Julia, ecc.), e perciò tralascieremo di riparlare.

Il distacco della fune dal treno ascendente è fatto automaticamente. Nella faccia anteriore del vagone di testa si ha una leva B D (fig. 178), che può oscillare attorno al punto C, ed alla quale è unito in B, per mezzo di una catenella, il chiodo che collega la fune col treno.

Arrivato quest'ultimo in alto, il punto D della leva urta contro un ostacolo che lo obbliga a descrivere un arco D F; in tal modo il chiodo A si solleva, la fune cade ed il treno trovandosi su di una pendente, continua la marcia.

Ai piedi del piano si rese pure automatica la manovra, me-

dante un sistema di vie a pendenze d'equilibrio (fig. 179). Il treno, giunto in basso, abbandona la fune (si toglie a mano) ed entrando nella via dei vagoni carichi, percorre un tratto fino a raggiungere la contro-pendente. Qui vi per uno scambio entra nella via di ritorno dei vuoti, si scarica e va a disporsi per la salita.

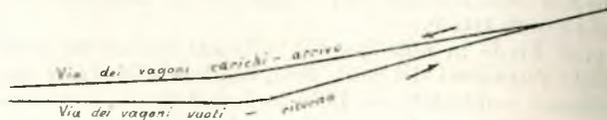


Fig. 179.

Lo scarico si opera nel modo seguente: Nella via di ritorno dei vuoti sta una piattaforma equilibrata su di un asse orizzontale, attorno al quale può ruotare. I vagoni entrano, uno alla volta, su questa piattaforma in modo da rompere l'equilibrio e, per conseguenza, il sistema ruota attorno all'asse. Gli uncini della porta laterale del vagone urtando contro apposito ostacolo, si sollevano ed il minerale si versa in una tramoggia, da cui cade nei sottostanti vagoni della ferrovia. Tolto il peso del minerale, per effetto di un contrappeso il sistema ritorna alla posizione normale ed il vagone vuoto lascia il posto al carico.

Quando poi non si voglia scaricare il minerale nei vagoni della ferrovia, il treno dal piano va ai depositi per una via speciale, la quale termina con un binario alquanto inclinato (cioè, tale che una delle file di rotaie si trova ad un livello superiore a quello dell'altra fila) posto su di uno steccato. In tal modo, aperta la porta del vagone (che naturalmente sarà dalla parte della rotaia più bassa), gran parte del minerale cade nei sottoposti depositi, scaricandosi a mano il rimanente.

Come si vede, si è cercato in questa installazione di rendere, per quanto fu possibile, automatiche le manovre, riunendo in tal modo le condizioni di rapidità nel lavoro e di risparmio di personale.

La quantità media che questo piano trasporta giornalmente, è da 2800 a 2900 tonnellate; però, scaricando nei vagoni della ferrovia e nei depositi, si è arrivati a trasportare 3604 tonnellate di minerale in 10 ore di lavoro con 101 treni.

Il tempo necessario per le descritte manovre è di 8 minuti in marcia normale. Nel caso di manovre rapide questo tempo si riduce di molto.

Come si vede dalla tabella C, il costo di questo piano ascende a 1.145.064 di lire, somma che va ripartita come segue:

Costruzione. . . . .	L.	704.496
Via, macchine, ecc. . . . .	»	293.256
Vagoni . . . . .	»	147.312

Totale L. 1.145.064

La spesa fu abbastanza forte: si ebbero però a vincere molte difficoltà e si arrivò ad un lavoro perfettamente finito e che risponde a meraviglia ai bisogni delle miniere.

La manutenzione poi di questa installazione è ammirabile, tanto che se la presenza del minerale non lo rivelasse, si tarderebbe a credere che serva per una miniera.

\*

La *Société Franco-Belge des mines de Somorrostro* conta due piani importanti, sia per la loro costruzione, che per la quantità di minerale che trasportano.

Nel piano numero 1 la fune si avvolge su di un tamburo conico di 5<sup>m</sup> di diametro medio, la cui marcia è regolata da un freno a nastro e da un regolatore atmosferico a palmette.

Quest'ultimo (fig. 180) è montato su di un albero orizzontale, ad un'estremità del quale un pignone ingrana con la corona dentata fissa nel mezzo del tamburo, e dall'altra estremità porta quattro ali in croce, in cui si possono mettere o togliere un certo numero di tavolette, potendosi in tal modo aumentare o diminuire la resistenza dell'aria.

Con questa disposizione, le ali sono obbligate a ruotare in senso inverso del tamburo: crescendo la velocità di questo,

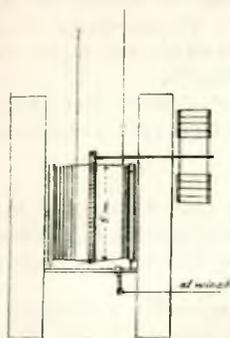


Fig. 180.

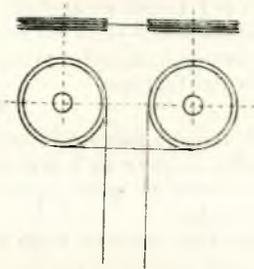


Fig. 181.

crece quella del regolatore ed aumenta per conseguenza la resistenza dell'aria.

L'uso di quest'apparecchio è di grande utilità, diminuendo notevolmente l'uso del freno, sovente causa di inconvenienti che disturbano il regolare andamento del servizio e rendendo uniforme la marcia dei treni.

La fune del piano N. 2 si appoggia su di un congegno immaginato dal signor Mac-Lennan, rappresentato schematicamente nella fig. 181. Consiste in due puleggie orizzontali a gola, munite ciascuna di freno a nastro e disposte una accanto all'altra allo stesso livello. La fune, che è unica, vi si avvolge come è indicato in figura, uscendone secondo le due tangenti interne delle puleggie distanti fra di loro quanto gli assi delle due vie del piano. A questo sistema si aggiunse il regolatore atmosferico a palmette, calettando sull'albero di ogni puleggia una ruota dentata conica, ingranante con un'altra calettata sull'albero orizzontale del regolatore. In tal modo il moto rotatorio delle puleggie viene trasmesso alla croce formata dalle palmette.

Questo sistema è molto usato qui, e dà buoni risultati specialmente nelle installazioni provvisorie, per le quali sarebbe eccessiva la spesa di un tamburo e della fune doppia.

Questi due piani sono collegati fra loro mediante vie a pendenza di equilibrio praticate in un tunnel, dimodochè i vagoni passano dai piedi dell'uno alla testa dell'altro quasi da soli, non richiedendo che qualche frenatore.

Dal piede del N. 1 i vagoni vanno agli steccati, donde, culbuttando, versano il minerale sui piani caricatori della ferrovia della Società stessa, o versano direttamente nei vagoni di questa, scaricando entro apposite tramogge appoggiate agli steccati.

I vagoni hanno la porta avanti e culbuttano ruotando attorno all'asse delle ruote anteriori.

La differenza fra il livello delle rotaie della ferrovia ed i piedi del piano è di 9 m.

Il viaggio dura 6' nel N. 1 e 4' nel N. 2.

La Società possiede anche un terzo piano (N. 3 nella *Demasia S. Benito*) lungo circa 90 metri, con tamburo di 2 m. di diametro e munito di regolatore a palmette, che però, invece d'agire sull'aria, agisce sull'acqua.

Mediante questo piano si scendono i vagonetti della catena oscillante dalla *Demasia S. Benito* alla stazione della catena.

\*

Il piano di *S. Firmin* è notevole per la sua forte pendenza, 80 0/0, e per la sua costruzione. Le vie riposano su di una intelaiatura in legname, costituita da quattro linee di tavoloni posti su muratura, e rilegate due a due da numerose traverse a traliccio.

È questo l'unico piano che si serva degli stessi vagoni della ferrovia: li trasporta uno alla volta su di un carro portante, che alla testa ed ai piedi del piano dispone le sue rotaie a livello delle vie rispettivamente della miniera e della ferrovia di *Galdames* (fig. 182).

La trazione si opera con due funi di acciaio che s'avvolgono su due tamburi montati sullo stesso albero orizzontale e posti sotto il livello della via della miniera.

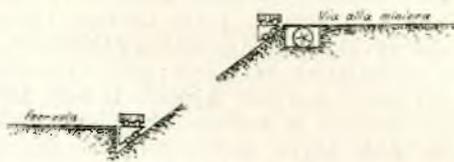


Fig. 182.

Fra i due tamburi sta il freno a ceppo, agente su di una periferia di m. 2,44 di diametro, comandato, per mezzo di un sistema di leve, dalla testa del piano.

Il carro portante, completamente di ferro, pesa 3060 kg.; il vagone vuoto 3000 kg., dimodochè il peso morto è di 6600 kg., non compresa la fune.

Il viaggio si compie in 1' 30".

\*

Il piano della *Salve*, dei signori Alonso, è collegato con la miniera da una ferrovia di km. 2 1/2 circa, con scartamento di m. 0,75, su cui corrono treni di 16 vagoni. Ogni vagone contiene 3500 kg. di minerale.

Le due funi sono piatte, composte di 120 fili d'acciaio intrecciati, e pesanti ciascheduna 1000 kg. Si avvolgono ciascuna su di una bobina di m. 4,92 di diametro.

Fra le due bobine (e sul loro medesimo albero orizzontale) sta un freno a nastro di m. 3,50 di diametro, comandato per mezzo di uno stantuffo idraulico, e costantemente inaffiato da un getto d'acqua.

Il trasporto del minerale si fa con una gabbia di ferro, a cui sono fissate due grandi casse di lamiera con porte del fondo, contenenti ciascuna 3500 kg. di carico.

I vagoni provenienti dalla miniera arrivano colla suddetta ferrovia sulla testa del piano e versano il minerale entro tramogge che mettono nelle casse della gabbia (fig. 183). Giunto quest'ultimo ai piedi del piano, si aprono le porte delle casse, ed il minerale cadendo entro una gran tramoggia in muratura, viene ricevuto nei vagoni di un piccolo piano, e trasportato ai depositi di Orsuello.

Il viaggio dura 1' 30".

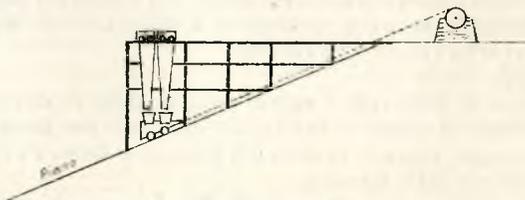


Fig. 183.

Come si vede, il minerale in questa installazione soffre molti trasbordi, che traggono per conseguenza, oltre allo sminuzzamento del minerale, perdita di tempo e spese non indifferenti di personale e di materiale. Non si trovò però altro mezzo di risolvere il problema del trasporto, dovendosi il piano svolgere in uno spazio molto ristretto. Il tracciato dell'antico piano della Deputazione era indicato per questa installazione, ed i signori Alonso avevano già pensato a servirsene: dovettero però abbandonarne l'idea non avendo potuto ottenere il terreno necessario per i depositi di minerale ai piedi del piano. Risolsero perciò la questione del trasporto come meglio poterono.

\*

Nell'installazione della *Luchana Mining C.* si hanno due piani. La testa del superiore, N. 2, comunica con le miniere per mezzo di una ferrovia, dimodochè il treno, composto di 6 vagoni, arriva già formato al piano, scende, e per vie a pendenza d'equilibrio va alla testa del N. 1, dove incontra altri vagoni carichi provenienti dalla miniera che sta a questo livello. Quivi, formati in treni di 5, scendono e vanno fino alle tramogge per essere scaricati nei vagoni della ferrovia della Società stessa, o vanno a scaricarsi nei depositi.

I vagoni sono attualmente parte basculatori e parte col fondo inclinato a 45° verso la porta laterale. I primi sono destinati a sparire per essere sostituiti dai secondi, i quali costituiscono un materiale più solido: però richiedono maggior tempo per essere scaricati. Aprendo la porta laterale, il minerale, specialmente se minuto ed umido, richiede per cadere l'aiuto della barra, mentre col primo sistema cade prontamente, smosso dall'urto che la cassa del vagone riceve nel basculare.

La fune s'avvolge in entrambi i piani attorno ad un tamburo cilindrico comandato da freno a nastro: la via è doppia nel N. 1; nel N. 2 è doppia dal piede fin verso la metà; di qui alla testa ha tre rotaie.

La quantità di minerale che scende in questi piani non è che una piccola parte di ciò che potrebbero trasportare. Il minerale manca; se le sonde che si vanno praticando daranno buon risultato, i mezzi di trasporto già installati saranno sufficienti per quanto grande risulti la produzione.

\*

I piani della *Justa* e della *Rubia* della Vizcaya-Santander Mining C., trasportano il minerale alla ferrovia di Galdames.

Quello della *Justa* fu il primo piano che si costrusse in questa zona mineraria (marzo 1879). Alla testa ha le puleggie Mac-Lennan, ai piedi è in comunicazione con i depositi, in cui i vagoni (con porta laterale e basculatori) versano il minerale.

Il viaggio dura 2'.

Il piano della *Rubia* è ascendente: le due funi s'avvolgono su due tamburi cilindrici ad asse orizzontale, azionati da una macchina a vapore a due cilindri accoppiati e caldaia tubulare verticale. La marcia è regolata da un freno a nastro manovrato a mano.

Il treno monta in 2'.

\*

I signori *Chavarri Ermanos* hanno due piani. Uno, quello della *Julia*, parte da Cobachon e va fino alla ferrovia della Deputazione; l'altro parte da Gallarta e va alla ferrovia di Galdames in *Bodovalle*.

Il primo ha alla testa un tamburo ad asse orizzontale di 2 metri di diametro, munito di freno a nastro. Il minerale vi giunge per mezzo del trasporto aereo di cui già parlammo, ed i cui secchi si scaricano direttamente nei vagoni del piano. Così si forma il treno che scende e va a scaricarsi nei depositi di Ortuella (manovra a cavalli).

Il viaggio dura 3'.

Nel piano di *Bodovalle* i vagoni vengono dalla miniera vicina a versare il minerale nei vagoni del piano per mezzo di una tramoggia, essendo la testa del piano più bassa di circa 3 m. delle vie della miniera.

La fune s'appoggia sulle puleggie Mac-Lennan. Ai piedi i vagoni, tirati da cavalli, vanno a scaricarsi nei depositi.

In entrambi i piani i vagoni sono basculatori con porta laterale.

\*

Il piano della *Somorrostro Iron Ore C.* in *Bodovalle*, fu recentemente costruito in sostituzione ad un'immensa *vertadera*, che aveva la stessa altezza verticale del piano.

La fune s'avvolge su di un tamburo ad asse orizzontale di m. 2,50 di diametro, con freno a nastro normalmente chiuso. I vagoni sono basculatori con porta laterale, e sono gli stessi che vengono dalla vicina miniera.

Lo scarico si fa nei depositi lungo la linea di Galdames in *Bodovalle*.

\*

*Piani delle miniere Tardia y Escarpada.* — Appartengono questi piani alla *Sociedad Vizcaya*, che possiede in Sestao (presso Bilbao) due grandi alti forni di 20<sup>m</sup> d'altezza.

I due piani sono in continuazione uno dell'altro, formando in pianta un angolo di 140°.

I vagoni arrivano caricati dalla miniera alla testa del N. 1, dai piedi del quale passano alla testa del N. 2 per andare a scaricarsi nei depositi sulla linea di Galdames.

Il materiale si trasformò recentemente. I vagoni, in lera, contenenti ciascheduno tonn. 1 1/4 di minerale, fu-

rono sostituiti da vagoni in legno, foderati con lamiera e contenenti 2 tonnellate. Quest'ultimi sono *culbuteurs* con porta avanti, simili a quelli della Società Franco-Belga. Si possono scaricare nei depositi o direttamente nei vagoni della ferrovia per mezzo di apposite tramogge.

Il congegno alla testa del piano è del sistema Mac-Lennan: la costruzione fu semplicissima, seguendo i piani l'andamento naturale del terreno.

\*

Abbiamo così passato in rassegna i principali piani al servizio delle miniere di Vizcaya. Altre importanti installazioni esistono fuori di questa provincia; di esse ci occuperemo un'altra volta.

In generale abbiamo visto che il minerale soffre molti trabocchi, non essendovi che un solo piano, quello di S. Firmin, che trasporti gli stessi vagoni della ferrovia. Nella Orconera in cui lo scartamento del piano è uguale a quello della ferrovia, si dovette progettare un materiale speciale per il piano a motivo delle curve. In queste, dovendo la fune appoggiarsi contro le puleggie orizzontali, l'attacco di essa al treno deve essere molto basso, per cui non si possono usare i vagoni della ferrovia.

Il tipo dominante dei vagoni è quello dei basculatori con porta laterale, che generalmente si costruiscono sul posto, eccettuate, ben inteso, le ruote.

L'attacco dei vagoni fra di loro per formare il treno si

fa, in generale, per mezzo di un anello di ferro collegato con chiodi alle barre di trazione (fig. 184).

Le rotaie sono del tipo Vignole, di peso molto variante. Ecco alcuni dati:

Piano della Orconera . . .	28	kg. per metro
» Franco-Belga . . .	24	» »
» S. Firmin . . .	24	» »
» Justa . . .	15	» »
» Rubia . . .	9,50	» »
» Salve . . .	32	» »
» Bodovalle . . .	28	» »

Quasi tutte sono di acciaio.

I segnali si danno per mezzo di trombe e di sonerie elettriche.

Il personale occorrente per ogni piano è il seguente:

- Ala testa { Un capo
- { Un frenatore
- { Manuali in numero sufficiente
- { Un marcatore.
- Ai piedi { Manuali per ricevere, spedire e scaricare
- { Manuali per manovrare i vagoni della ferrovia.
- Inoltre: { Manuali per riparare la linea
- { Manuali per riparare i depositi ed il materiale.

Il numero dei manuali varia a seconda della importanza del piano, ed in uno stesso piano a seconda della quantità di minerale che si scende.

Il costo del trasporto si può stabilire in media da L. 0,20 a L. 0,25 la tonnellata, considerando il consumo del materiale, e soprattutto il cambio della fune, che quantunque si faccia a larghi intervalli di tempo, importa una spesa che influisce in modo non indifferente sul prezzo di trasporto.

### 3. — CATENE OSCILLANTI.

Si hanno in Vizcaya due linee di via ferrata con catena oscillante: una appartenente alla *Société Franco-Belge des mines de Somorrostro*, l'altra alla *St-Juan Iron Ore C.*

\*

*Catena della Franco-Belga.* — Si estende nella zona di terreno compresa fra le miniere *Concha 8, Sol, Alhondiga, S. Benito* ed il *Cadegol*.

Il suo sviluppo è di 3330<sup>m</sup> diviso in due parti, cioè:

Catena N. 1 — Catena N. 2.

Il tracciato della N. 1 ha un'estensione di 1430<sup>m</sup> e tra-

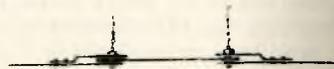


Fig. 184.

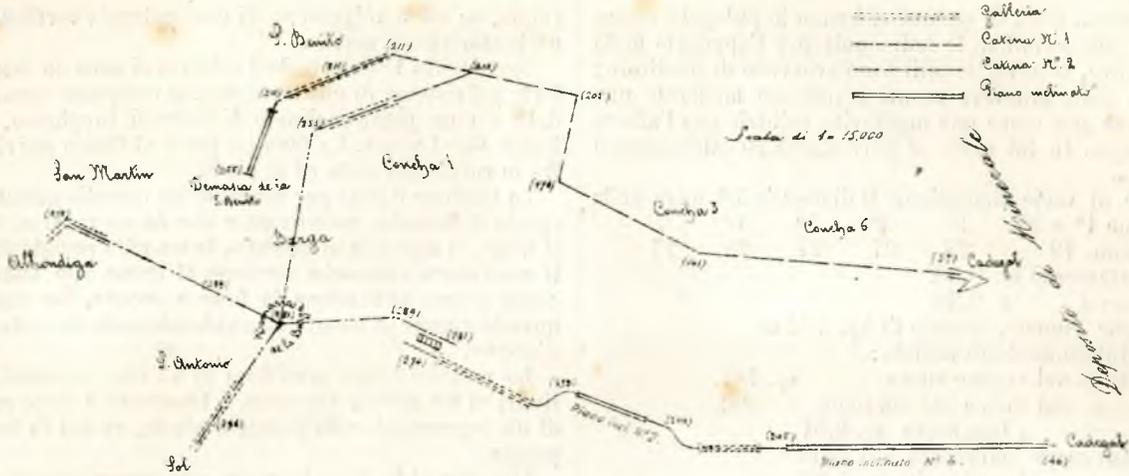


Fig. 185.

sporta il minerale di diversi cantieri alla testa del piano inclinato N. 2, o invia i vagoni alla catena N. 2.

È azionata da una macchina a vapore fissa, di circa 18 cav. a due cilindri accoppiati, la quale, per mezzo di un ingranaggio conico, mette in movimento l'albero della stazione principale. Questa è sita nella *Demasia de la Barga*, ed è costituita da un albero verticale portante quattro puleggie Briart, le quali possono o no partecipare del moto dell'albero. Ciò fa sì che le diverse sezioni possano marciare indipendentemente una dall'altra.

Le sezioni delle miniere *Sol* e *Demasia S. Benito* (fig. 185), marciando contemporaneamente, sono automotrici.

La catena N. 2 è automotrice. Ha una lunghezza di 1900 m e fu costrutta nel 1886 pel trasporto del minerale della *S. Benito* e *Demasia* al *Cadegal*. È divisa in tre sezioni indipendenti, ciascuna con stazione, freno e con regolatore atmosferico ad alette.

Nelle stazioni *testa di sezione* di tutta la rete la catena si appoggia su puleggie estensibili (sistema Briart) di 1,092 di diametro (misurato sulla corona). Man mano che la catena allunga i suoi anelli, il passo della ruota viene aumentato. La marcia è regolata da un freno a nastro agente su di una ruota calettata sull'albero della stazione, sul quale agisce anche (nella N. 2) per mezzo di un ingranaggio conico, un regolatore atmosferico ad alette, a fine di diminuire il lavoro del freno.

Nelle stazioni *terminali* di ogni sezione la catena si appoggia su di una puleggia a gola folle su di un albero verticale.

Nelle due stazioni di arrivo (*Cadegal* e *testa del piano N. 2*) i vagoni si scaricano per mezzo di *culbuteurs*, ed il minerale va a cadere nei sottoposti vagoni.

Diamo alcuni dati generali:

- Via — Scartamento m. 0,50.
- Intervia » 0,70.
- Rotaie Vignole, acciaio di kg. 9 al m.

- Vagoni** — In legno con armatura di ferro:
  - Peso del vagone vuoto kg. 300.
  - » » carico che contiene » 850-900.
  - » » lunghezza m. 1,250.
  - Dimensioni cassa { larghezza » 0,676.
  - | profondità » 0,657.
  - Altezza della faccia sup. della cassa sulle rotaie . . . » 0,9985.
- Catena** — Diametro del ferro mm. 22 e 26.
- Peso al metro kg. 9,80 e 14.
- Distanza fra i vagoni in marcia da 20 m a 25 m.
- Quantità che può trasportare ogni catena circa 900 tonn.
- Velocità normale 2500 m all'ora.

*Catena delle miniere S. Juan e Dolores*. — Fu costrutta per trasportare il minerale fino alla linea di *Galdames* (chilometro 11).

È automotrice ed ha una lunghezza di 3180 m. Si svolge su di un terreno molto accidentato, di cui segue tutte le sinuosità, superando un'altezza di 454 m, 46 sulla ferrovia suddetta, con forti pendenze che toccano circa il 40 ‰.

Fra la stazione d'arrivo e quella di partenza si hanno sei stazioni intermedie (fig. 186) con freno e regolatore atmosferico con alette: la linea resta così divisa in 7 sezioni.

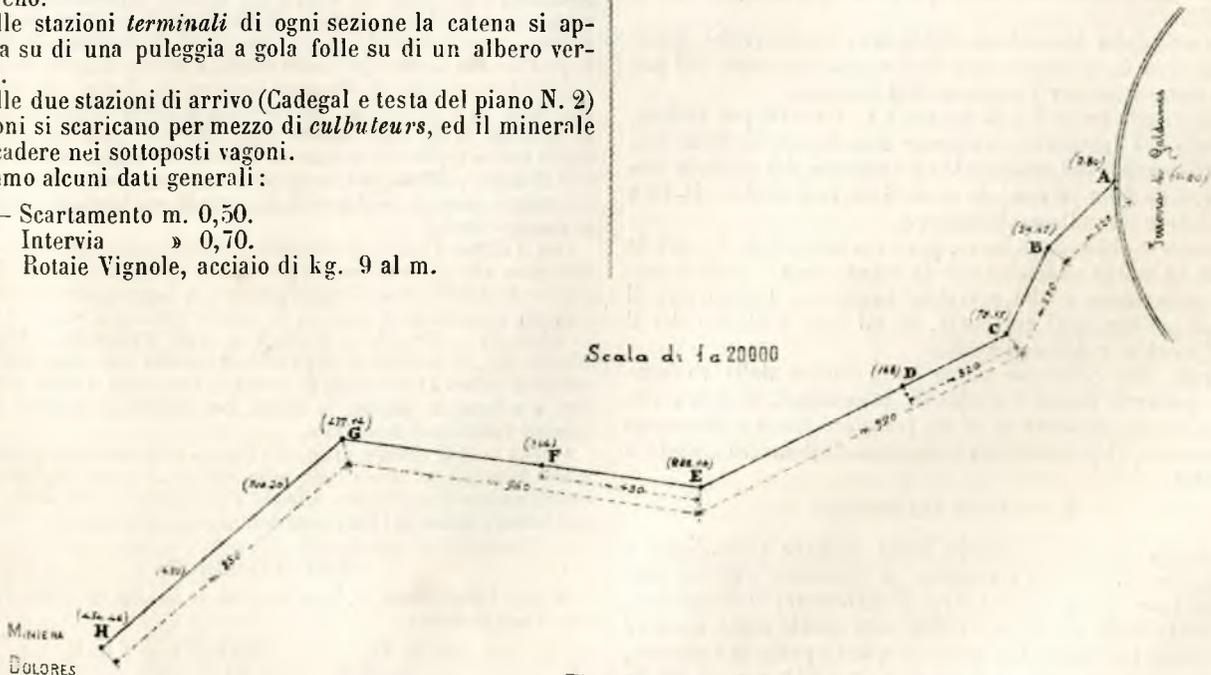


Fig. 186.

Nelle stazioni testa di sezione si hanno le puleggie estensibili; in quelle terminali le folli a gola per l'appoggio della catena. Inoltre, le puleggie folli sono provviste di tenditore; si possono, cioè, muovere avanti e indietro mediante una vite fissa, che gira entro una madrevite solidale con l'albero della puleggia. In tal modo si correggono gli allungamenti della catena.

Questa è di varie dimensioni. Il diametro del ferro nella

Sezione 1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
è di mm. 19	25	27	24	26	17

Via — Scartamento m. 0,50.

Intervia » 0,40.

Rotaie Vignole, acciaio di kg. 7 al m.

Vagoni — Interamente di acciaio:

Peso del vagone vuoto kg. 187.  
» del carico che contiene » 500.

Dimensioni cassa { lunghezza m. 0,91.  
larghezza » 0,60.  
profondità » 0,60.

Altezza della faccia superiore del vagone sul livello delle rotaie m. 0,84.

Distanza fra i vagoni in marcia circa 20 m.

Quantità che può trasportare al giorno 1000 tonn.

La scarica nella stazione d'arrivo si fa o nel deposito lungo la linea, o in due grandi tramogge con bocche in basso, di lamiera, munite di porte. Aprendo queste, il minerale cade nei vagoni della ferrovia sottostanti. In entrambi i casi i vagoni si vuotano per mezzo di *culbuteurs*.

In entrambe le catene i segnali si danno con sonerie elettriche. Nella S. Juan poi per i segnali di allarme si ha in ogni stazione un sistema di leve collegato da un filo metallico col sistema della stazione successiva. Muovendo la leva di una stazione, si muoveranno quelle di tutte le stazioni.

Il passaggio dei vagonetti da una sezione alla sezione successiva si fa o a mano o automaticamente, dando alla via pendenze di equilibrio.

Ad ogni modo, in ogni stazione intermedia si richiedono:

Un frenatore;

Un manuale.

Nelle stazioni d'arrivo e di partenza sono necessari:

Un capo;

Un marcatore (nell'arrivo) ed operai in conveniente numero a ricevere, vuotare o riempire e spedire i vagoni.

La manutenzione della via è affidata al personale stesso che ne assiste la marcia, il quale la fa nei giorni in cui la catena non lavora. Dimodochè in questo mezzo di trasporto sono necessari pochissimi uomini, ed il loro numero aumenta di poco coll'aumentare della quantità di minerale che si discende.

Il prezzo della tonnellata-chilometro risulterebbe mitissimo, se non fosse accresciuto dall'ammortizzazione del materiale necessario per l'impianto del sistema.

Il costo delle linee si può fissare a L. 100.000 per chilom.

Il costo del trasporto, compresa manutenzione della via, ammortizzazione del materiale ed interessi del capitale impiegato, è da 60 a 70 cent. la tonnellata, cioè a dire, da 19 a 22 cent. per tonnellata-chilometro.

Il prezzo è abbastanza forte, però è a notarsi (e ciò per la S. Juan in modo speciale) che la catena non è sufficientemente alimentata e che potrebbe benissimo trasportare il triplo di ciò che oggi trasporta. In tal caso è chiaro che il prezzo sarebbe ridotto di molto.

Il Brüll, che costrusse parte della catena della Franco-Belga, quella di *Dicido* e quella di *Aïn-Sedma*, assicura che per una catena stabilita su di un tracciato facile e lavorando regolarmente, il prezzo della tonnellata-chilometro scende a 0,03-0,04.

#### 4. — FUNE TRAINANTE.

Pel trasporto del minerale dalle miniere *Casualidad* e *Marta*, alla ferrovia di Galdames, si costrusse una via ferrata con fune senza fine di circa 2 chilometri di lunghezza.

Il livello della via è raccordato con quello delle miniere da un piano inclinato. Dai piedi di questo parte la fune che, appoggiandosi su rulli spazati di 15 m a 20 m e posti fra le

rotaie, va ad avvolgersi su di una puleggia verticale a gola nella stazione di arrivo.

Siccome fra le due stazioni estreme si avea un salto troppo forte pel sistema di cui trattiamo, si costrusse verso la metà della via un piano inclinato di 150 m di lunghezza, con puleggie *Mac-Lennan*. La fune gli passa al fianco per rimettersi fra le rotaie alla testa ed ai piedi.

La trazione è fatta per mezzo di un carrello munito di una specie di tenaglia manovrata a vite da un ragazzo. Si forma il treno, si aggancia al carrello, la tenaglia prende la fune ed il movimento comincia. Arrivato il treno alla testa del secondo piano, abbandona la fune e scende, per riprenderla quando giunge in basso e non abbandonarla fino alla stazione d'arrivo.

La motrice è una semi-fissa di 13 cav. nominali, a 2 cilindri di 0 m,230 di diametro, e trasmette il moto per mezzo di un ingranaggio alla puleggia a gola, su cui la fune si appoggia.

L'*engine plane* è a via unica con incrociamenti; lo scaricamento è di m. 0,75.

Ogni treno consta di 3 vagoni, contenenti ciascuno circa 2 tonn. di minerale. Ogni ora arrivano 3 treni.

Le pendenze della via sono fortissime per questo sistema; la massima è del 12 %.

La curva minima ha 43 m di raggio.

Diametro della fune 25 mm.

Non mi estendo maggiormente su questa installazione, giacchè non si possono dare su di essa dei dati sicuri. La sua costruzione fu fatta in vari tempi e da diversi costruttori. Così si osservano nella via differenti qualità di rotaie, da quelle di 9 km. per metro a quelle da 16 a 18 km. Il funzionamento ne è irregolare, non lavorando che di tempo in tempo; per cui non si può dire nulla sul costo del trasporto.

La macchina ha poca forza perchè si possa effettuare su questa linea un grande trasporto, specialmente se si considerano le pendenze che in essa si hanno e che forse sono le più forti che esistono su linee di questo sistema.

(Continua).

## BIBLIOGRAFIA

TEMISTOCLE MOZZANI. — *Repertorio tecnico-bibliografico ad uso dell'Ingegnere-Architetto*. — Opera in 8° di pag. 128. — Roma, 1887.

Spesso non basta avere a nostra disposizione una biblioteca, per quanto vogliasi ricca di volumi ed al corrente del movimento scientifico e per quanto siano in buon ordine tenuti i cataloghi e per ordine alfabetico d'autori, e per classificazione razionale delle materie.

Vi sono argomenti che sono talvolta trattati incidentalmente in pubblicazioni, il cui titolo non sempre può fermare l'attenzione di chi attende a qualche ricerca. Vi sono pubblicazioni di carattere molto comprensivo, come i giornali, gli Atti accademici, le Enciclopedie, ecc., per le quali occorre scorrere gli indici lunghi e minuti di tutte le annate.

La Biblioteca della Scuola degli Ingegneri di Roma, che fu sempre una delle cure particolari del Direttore di quella Scuola, il senatore L. Cremona, in ciò valentemente coadiuvato dal prof. Cerruti, conta oggi oltre a 19,000 tra volumi ed opuscoli; e va ogni anno arricchendosi di molte pubblicazioni, come ce lo attestano le appendici a stampa al catalogo generale che a periodi ora annuali, ora biennali, ci sono graziosamente inviati.

Ora il signor Temistocle Mozzani, particolarmente addetto a quella biblioteca, allo scopo di rendere più facili e spedite le ricerche ad Ingegneri e Architetti, ebbe l'ottimo pensiero di raggruppare sotto voci di soggetti architettonici, disposti in ordine alfabetico, come: Acquarii — Alberghi — Armerie — Arsenali — Asili d'infanzia — Bagni — Banche, ecc., le indicazioni degli articoli relativi che sono nell'una o nell'altra di ben 41 collezioni di periodici, indicando il titolo del periodico, il volume, la pagina, la tavola, ecc., nonché il luogo al quale si riferisce l'edifizio od il progetto.

Ognun vede di quanta utilità sia l'opera modestissima, ma sommamente laboriosa del bravo Temistocle Mozzani, e quanto egli meriti incoraggiamento a continuare, affinché l'utilissimo intento abbia ad essere esteso a favore di tutti i rami dell'ingegneria pratica. G. S.

#### ERRATA CORRIGE.

A pag. 160, colonna 1<sup>a</sup>, linee 33 e 34, le formole chimiche vogliono essere così corrette:

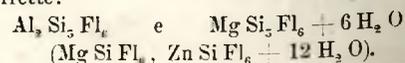




Fig. 1. Elevation generale - Scala di 1 a 250.

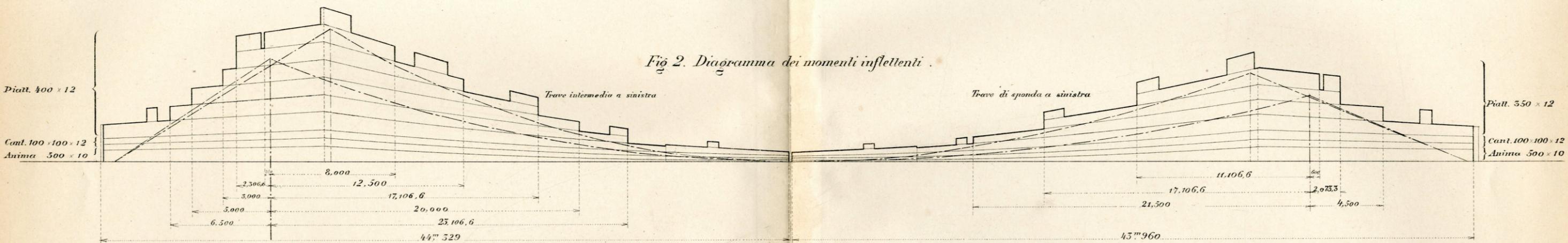


Fig. 2. Diagramma dei momenti inflettenti.

Fig. 3. Elevation delle travi maestre.

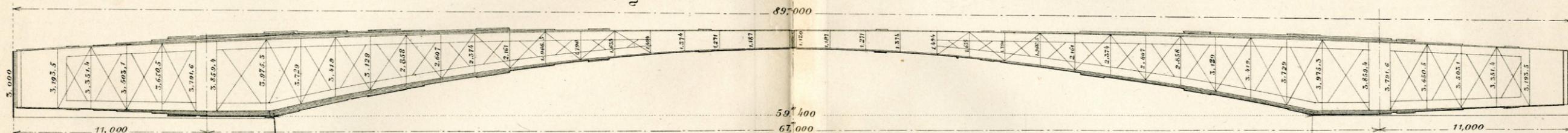


Fig. 4. Diagramma dei Sforzi di taglio.

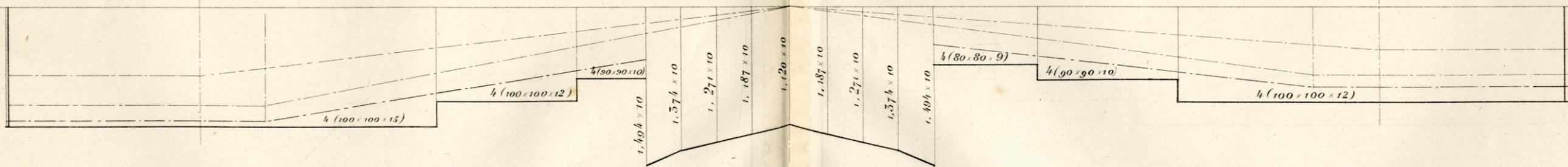
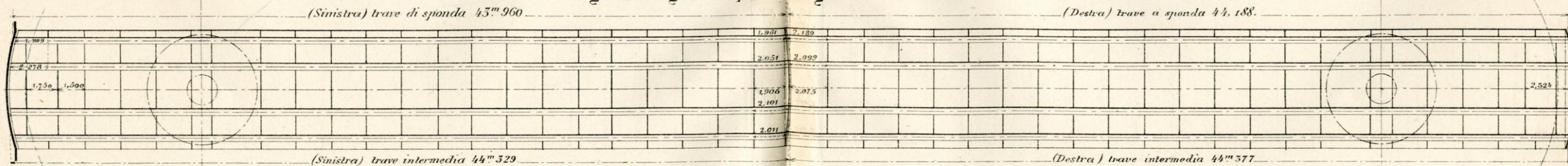
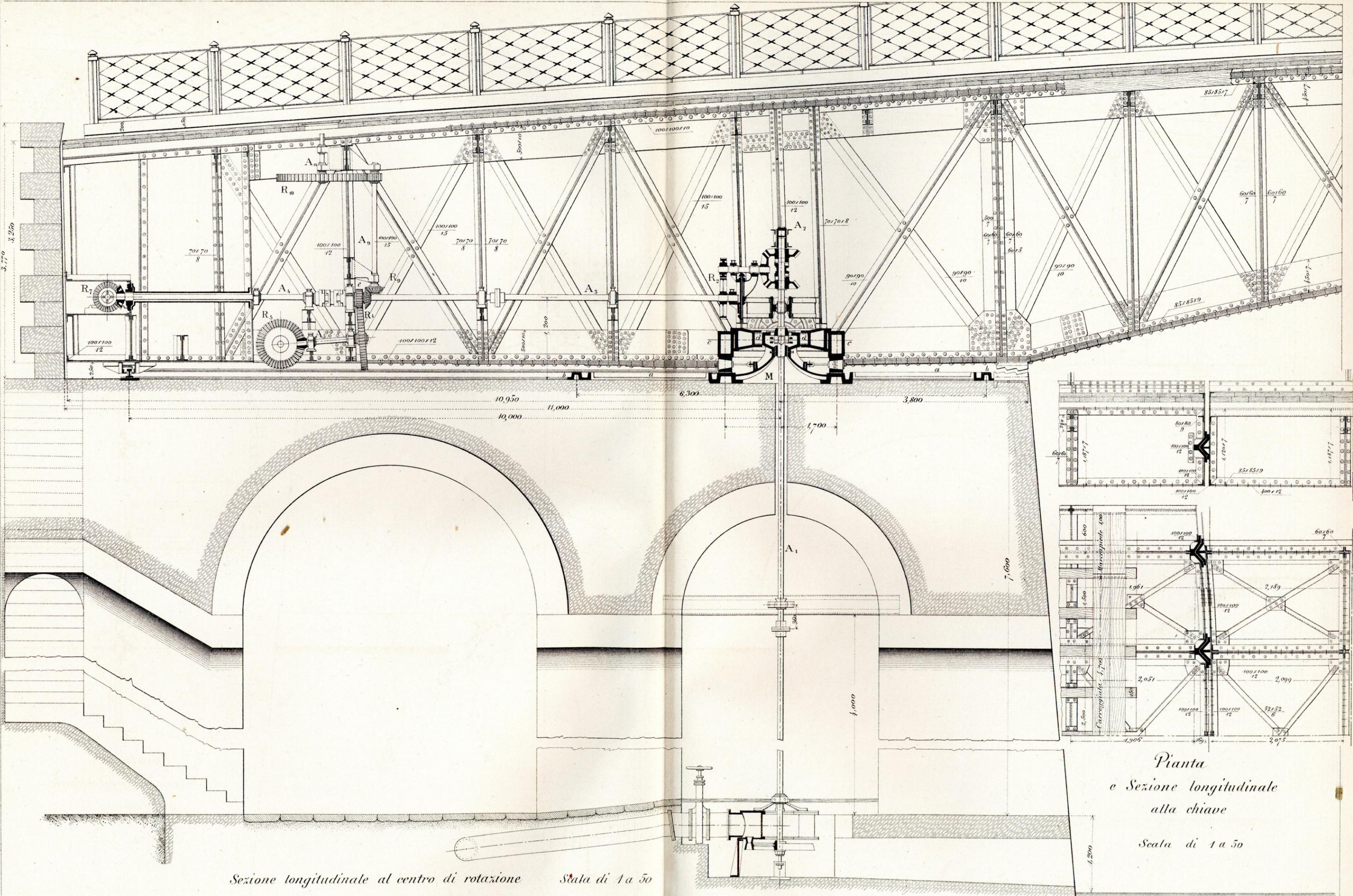


Fig. 5. Pianta generale per la lunghezza delle travi





Sezione longitudinale al centro di rotazione Stala di 1 a 50

Pianta e Sezione longitudinale alla chiave Stala di 1 a 50

Fig.1. Elevazione alla chiave dell'arcone

a sinistra a destra

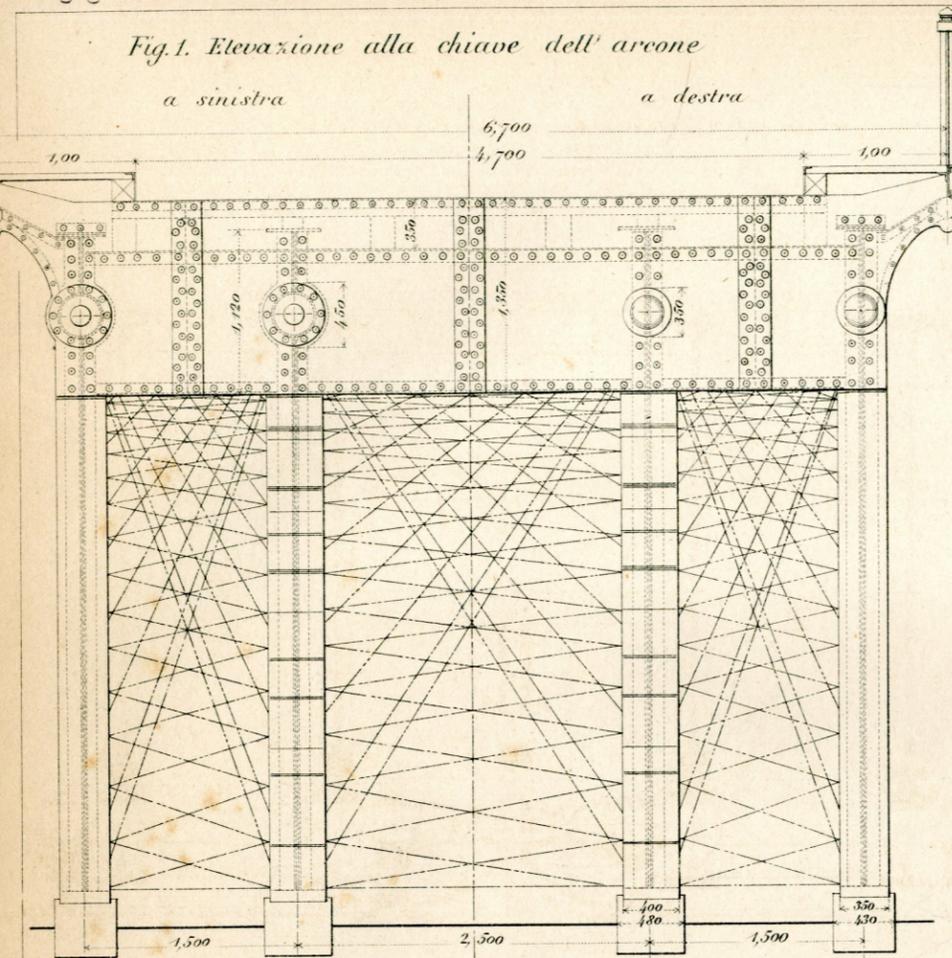


Fig. 2.

Sezione trasversale sulle viti di sollevamento

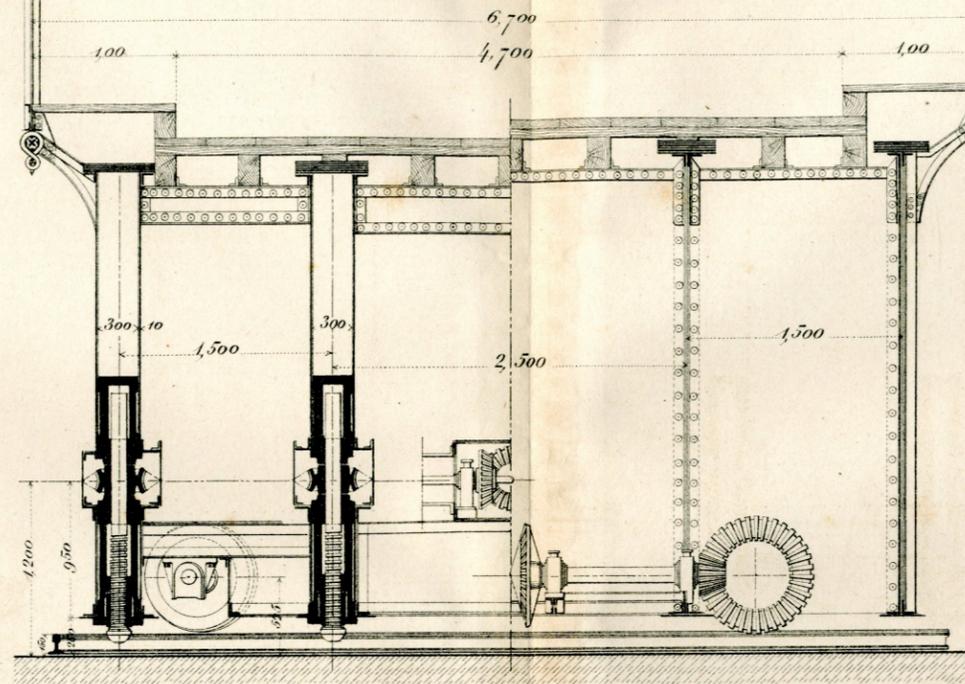


Fig. 3.

Sezione trasversale sul centro di rotazione

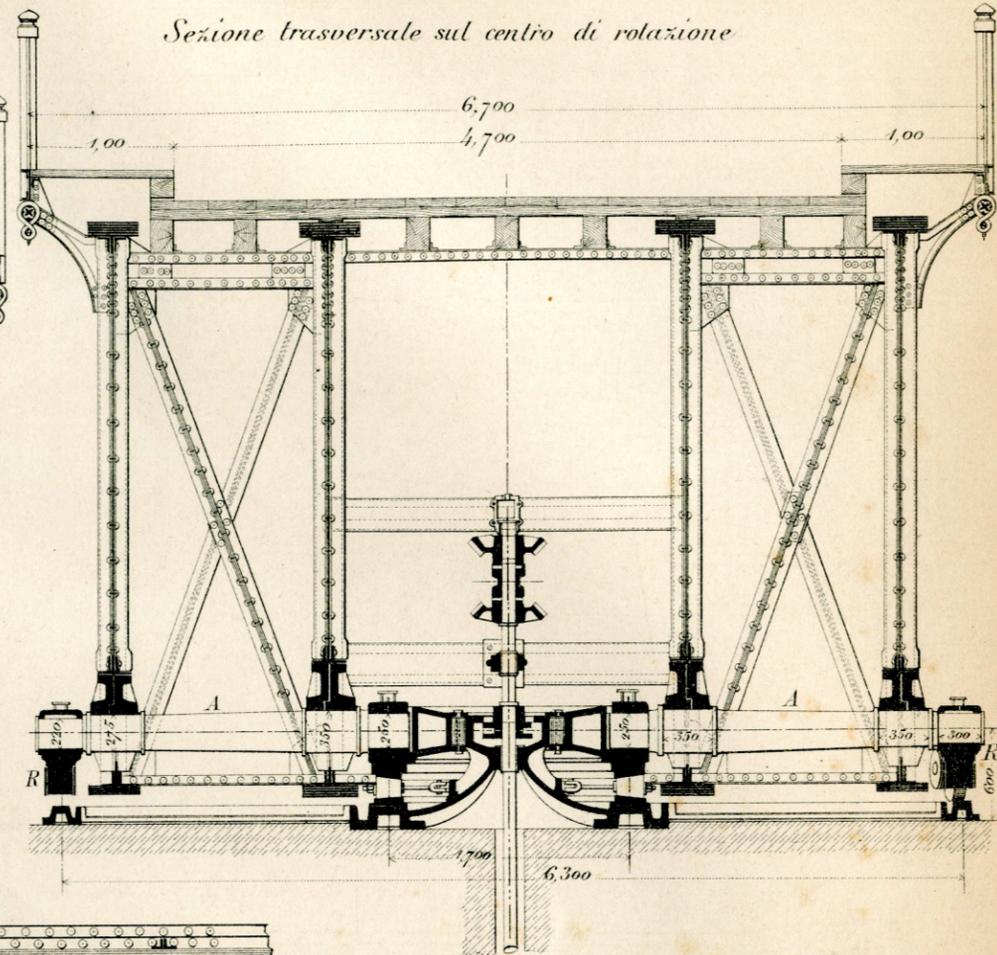


Fig. 4. Sezione in pianta dell'estremità del ponte

verso terra

