

# L'INGEGNERIA CIVILE

E

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO BIMENSILE

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

### TRAMVIE E FERROVIE SPECIALI

#### LA FERROVIA FUNICOLARE DI MONTECATINI IN VAL DI NIEVOLE.

*Monografia dell' Ing. FILIPPO TAJANI*

(Continuazione e fine)

V.

#### MATERIALE CIRCOLANTE.

1. — Le vetture della funicolare di Montecatini per ciò che riguarda la cassa non hanno nulla di speciale rispetto ai tipi adottati sulle altre funicolari.

Come mostra la fig. 88, esse sono divise in tre compartimenti a sedili trasversali, capaci di otto posti e terminano in due piattaforme anch'esse per otto posti ognuna, oltre lo spazio destinato agli agenti.

I pavimenti dei compartimenti sono disposti in modo da risultare orizzontali quando le carrozze trovansi sulla pendenza del 25 ‰.

Limiteremo il nostro studio alla sottostruttura della carrozza, al telaio cioè ed agli organi che, ad esso collegati, hanno particolare importanza, quali l'attacco della fune di trazione ed i mezzi di frenamento.

Il telaio è costituito di due cosciali in ferri a doppio T, delle dimensioni  $\frac{180 \times 70}{7 \times 10}$  con 5 traversi anch'essi in ferri sagomati della stessa forma e dimensione. I traversoni di testa sono muniti di piccoli paracolpi cui fanno riscontro altri paracolpi identici fissati, a conveniente altezza, ai fabbricati delle stazioni.

Ai longeroni esterni, senza intermediari elastici, sono fissate le boccole, entro cui girano le sale, sulle quali sono poi calettate le ruote con cerchione a doppio risalto da un lato e largo cerchione, senza risalto, dall'altro.

La fig. 89 riproduce la parte più importante della sotto-

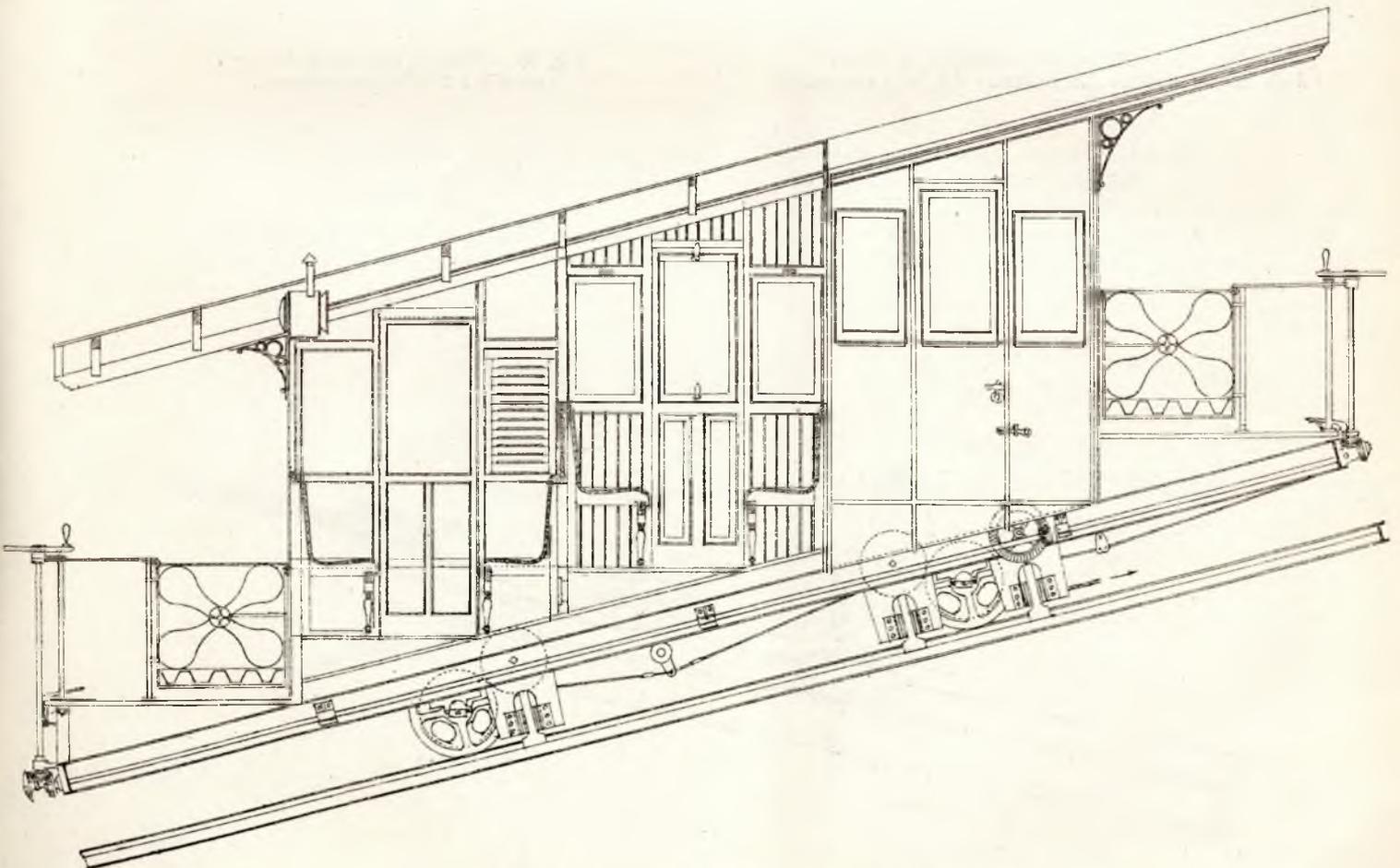


Fig. 88. — Sezione longitudinale e prospetto laterale di una vettura.

struttura, cioè l'attacco della fune con uno degli apparecchi di frenatura, che passiamo a descrivere.

I freni sono tre, tutti del tipo medesimo, rappresentato in sezione e prospetto laterale dalle fig. 90 e 91, ma uno può funzionare solamente a mano tanto dalla piattaforma anteriore che dalla posteriore, per mezzo di un volantino a portata del conduttore; gli altri due sono a funzionamento automatico ed entrano in azione quando, venendo a mancare la tensione della fune, cadono degli speciali contrappesi; oppure se tale caduta si provoca con la pressione esercitata su apparecchi a pedale posti anch'essi a portata del conduttore su ciascuna delle due piattaforme.

I freni automatici agiscono entrambi ogni volta che viene a mancare la tensione della fune, ma uno è ad azione imme-

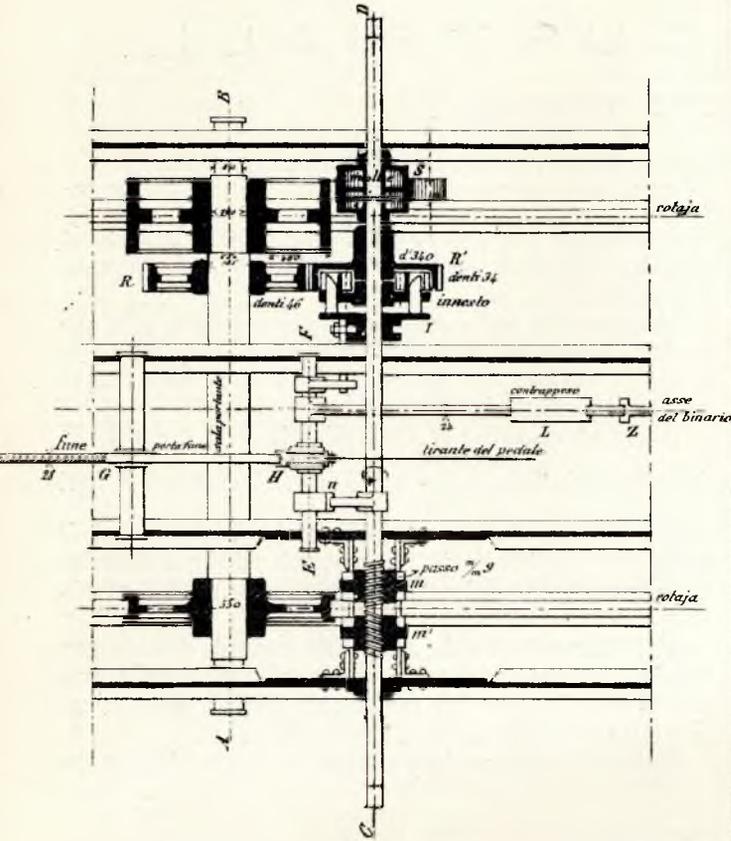


Fig. 89. — Pianta del meccanismo di attacco della fune di trazione alla vettura, e del freno automatico.

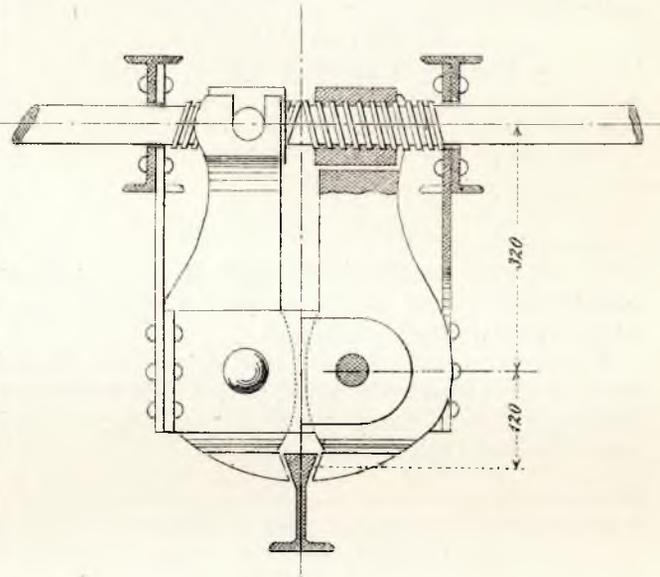


Fig. 90. — Sezione trasversale del freno secondo 1-2 della figura seguente.

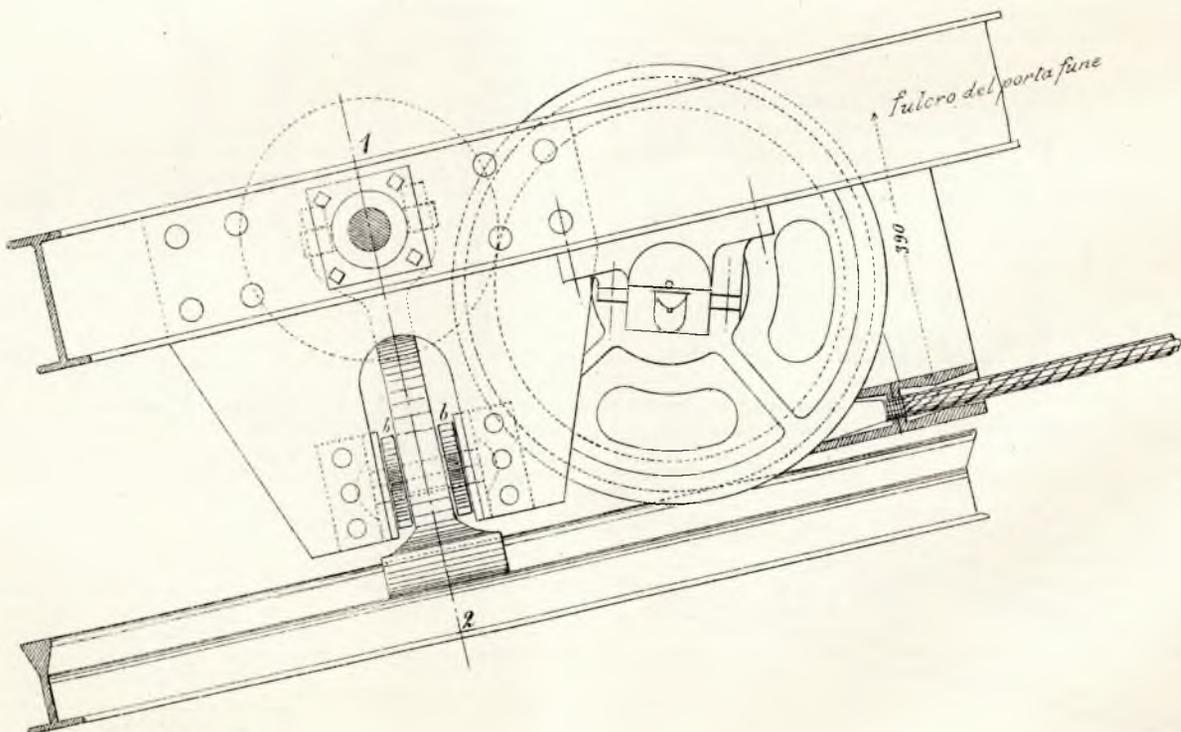


Fig. 91. — Prospetto laterale del freno.

diata, mosso cioè da congegni direttamente collegati al portafune, l'altro agisce in seguito all'azione del primo, per modo che, ove venisse a mancare l'azione di questo, neanche il secondo funzionerebbe. Non avviene lo stesso quando si provoca lo scatto col pedale, giacchè allora ogni freno può funzionare indipendentemente dall'altro, ciò che in verità, sarebbe desiderabile potersi ottenere anche nel funzionamento provocato dal cessare della tensione della fune.

Sulla sala portante anteriore, nel movimento di salita, A B (vedi fig. 89) è calettata la ruota dentata R che ingrana colla ruota compagna R', folle sull'albero C D, ch'è l'albero del freno. Quest'albero, all'estremità che corrisponde alla ruota con cerchione a doppio ribordo, è munito di due filettature, una in un verso, l'altra nel verso opposto, su cui, per mezzo di due madreviti, possono girare le ganasce del freno, le quali, come una tenaglia, stringono la guida tutte le volte che l'albero a doppia filettatura girando in un dato senso, ne procura l'avvicinamento.

Su di un terzo albero E F è imperniata una leva nel cui braccio è infilata la lente di ghisa L, che agendo come contrappeso, tende a far girare l'albero medesimo, semprechè tal movimento non è impedito dalla tensione della fune che agisce sul portafune G H.

Se la tensione della fune viene a mancare, o, per dire più esattamente, scende al disotto di un dato limite, l'albero del contrappeso E F gira, liberando dall'ostacolo creato dal nasello *n*, ad esso collegato, l'albero del freno, il quale, sotto l'azione della doppia molla a spirale, chiusa nella scatola S, gira rapidamente nel senso della freccia, producendo l'allontanamento delle madreviti *m*, *m'* e quindi l'avvicinamento delle ganasce. Ma l'albero del contrappeso, nel girare, ha pure disposto l'innesto a nottolini I, alla chiusura, che avviene, non appena, esaurendosi l'azione delle molle, la velocità periferica dei nottolini diventa eguale a quella della ruota dentata R' mossa, per mezzo della R, dalla sala portante. Chiuso l'innesto, l'albero del freno è obbligato a continuare nel moto provocato dalle molle, per l'azione comunicatagli, colla coppia R R', dalla sala A B.

E' evidente che in quest'ultimo periodo la frenatura è prodotta dall'attrito radente delle ruote portanti, cioè dall'aderenza.

La struttura dei freni propriamente detti, è, com'è necessario sia, molto robusta: le due ganasce di ferro battuto sono

girevoli a snodo e collegate fra loro da due blocchi *b*, *b* (fig. 91) entro ai quali s'imperniano. Due piastre di guardia fissate ai longaroni e collegate da due altre piastrine trasversali creano una robusta armatura che permette ai freni, oltre ai movimenti relativi allo stringersi ed all'allentarsi, un solo piccolo spostamento del sistema delle due ganasce insieme: ciò che si è ottenuto dando ai fori delle piastrine una forma ovale, mentre i perni ed i fori dei blocchi sono a sezione circolare. La possibilità di piccoli spostamenti fa sì che anche nelle curve, quando l'asse trasversale della rotaia di guida non coincide con l'asse del sistema del freno, questo agisce regolarmente, ciò che non avverrebbe se il freno fosse rigidamente collegato all'armatura.

Il secondo freno, in tutto simile al precedente, è collegato alla seconda sala della vettura, e agisce tostochè il contrappeso del primo freno, battendo sulla leva a squadra Z, provoca la caduta di un secondo contrappeso che agisce rispetto ad esso come il primo contrappeso agisce rispetto al primo freno.

Questi due apparecchi medesimi, possono, come abbiamo detto, agire per mezzo di uno scatto a pedale, il cui funzionamento si scorge pure chiaramente sulla fig. 92. Per mezzo di opportuno sistema di leve, premendo il pedale, si provoca il movimento, nel senso della freccia, del tirante (che abbiamo indicato appunto col nome di *tirante del pedale*), facendo così scorrere nella propria guida il corsoio *c*, il quale impedisce, quando la fune è in tensione, che giri l'albero del contrappeso.

Spostato invece il corsoio, quest'albero gira, producendo gli stessi effetti descritti innanzi pel funzionamento dovuto al cessare della tensione della fune.

2. — Vediamo ora a quali condizioni teoriche risponde questo tipo di freno; riporteremo in seguito i risultati delle prove che su di esso furono eseguite.

Se chiamiamo con:

- P, il peso della vettura,
- $\alpha$ , l'angolo che la via fa con l'orizzonte,
- D, il diametro delle ruote portanti,
- p*, il passo della filettatura dell'albero del freno,
- $d_1$ ,  $d_2$ , i diametri delle ruote dentate R, R',
- $\eta$ , il coefficiente di rendimento del meccanismo,

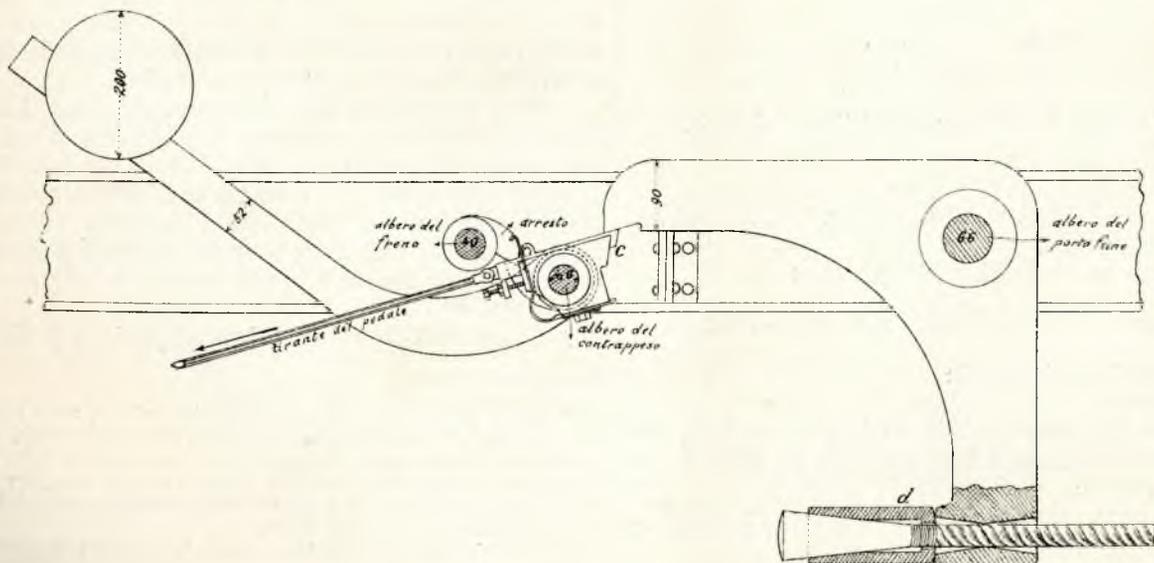


Fig. 92. — Particolare dello scatto.

$\phi$ , il coefficiente di attrito fra le ruote e le rotaie (coefficiente di aderenza),

$\phi_1$ , il coefficiente di attrito fra le ganasce del freno e le guance della rotaia,

$\beta$ , l'angolo di inclinazione delle guance della rotaia sulla verticale,

$h, h'$ , i bracci della morsa del freno dall'asse dell'albero al fulcro e da questo al centro della superficie di contatto colla rotaia, fra l'aderenza ( $\phi P \cos \alpha$ ) e la forza  $F$ , agente sull'albero del freno, sussisterà la relazione:

$$F = \frac{1}{2} \phi P \cos \alpha \frac{\pi D}{p} \frac{d_2}{d_1}.$$

E la pressione esercitata normalmente alle guance della rotaia, cioè la forza frenante, risulterà:

$$Q = F \frac{h}{h'} \cos \beta.$$

Tenuto conto che i freni sono due e che è costante la quantità:

$$K = \frac{\pi D}{p} \frac{d_2}{d_1} \frac{h}{h'} \cos \beta,$$

la forza frenante totale sarà:

$$2Q = \eta \phi \phi_1 K P \cos \alpha.$$

Per determinare il valore del coefficiente di rendimento  $\eta$ , notiamo che le perdite del meccanismo sono dovute:

a) all'attrito fra i fuselli delle sale ed i cuscinetti relativi;

b) all'attrito fra le ruote dentate;

c) all'attrito dell'albero filettato (vite e madrevite).

Avremo, per la perdita a), il coefficiente:

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + f \frac{\delta}{D} \frac{d_1}{d_2}},$$

in cui  $f$  è l'attrito nei perni,  $\delta$  il diametro di questi; per la perdita b):

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{1 + \pi f_1 \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right)},$$

in cui  $f_1$  è l'attrito radente,  $z_1, z_2$  il numero dei denti delle ruote dentate;

per la perdita c):

$$\varepsilon_2 = \frac{\frac{p}{\pi d}}{\frac{p}{\pi d} + f_2},$$

in cui  $f_2$  è l'attrito,  $d$  il diametro dell'albero del freno.

Sarà:

$$\eta = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3,$$

che, tenuto  $f=0,01$ ,  $f_1=0,16$ ,  $f_2 = \text{tg. } 10^\circ 10' = 0,179$ , diventa eguale a 0,23.

L'equazione dei freni sarà poi la seguente:

$$\frac{1}{2g} P v^2 = s (\eta P K \phi \phi_1 \cos \alpha + r P \cos \alpha - P \sin \alpha),$$

dove si notano i nuovi simboli:

$v$ , velocità;

$s$ , corsa del freno, e quindi spazio percorso dalla vettura dal momento in cui il freno comincia ad agire al momento dell'arresto;

$r$ , resistenza unitaria al moto della vettura (0,0032).

Risulta:

$$s = \frac{v^2}{2g \{ (\eta K \phi \phi_1 + r) \cos \alpha - \sin \alpha \}},$$

indipendente, come vedesi, dal peso della vettura. Questo requisito, non comune ad altri freni, che non agiscono per effetto dell'aderenza, rappresenta senza dubbio uno dei vantaggi del sistema adottato.

Supponendo che la vettura si trovi sulla pendenza massima (38,5 %) a velocità di 3 m., essendo quella di regime di m. 2, e che i coefficienti di attrito siano ridotti a  $\phi = 1/15$  e  $\phi_1 = 1/6$  (\*), essendo  $K = 675,70$ , si trova:

$$s = 0,38.$$

Questo calcolo è utile a stabilire, per via di verifiche, le dimensioni del meccanismo.

3. — Le prove dei freni vennero fatte tenendo conto di tutte le modalità che possono verificarsi nell'esercizio, e specialmente di quelle meno favorevoli al loro regolare funzionamento. Così, ad esempio, poichè la forza frenante è dovuta all'aderenza, molte prove si fecero a rotaia lubrificata sulla superficie di roteggio, per assicurarsi che, anche con basso coefficiente di aderenza, l'azione dei freni non venisse a mancare. Alcune volte la lubrificazione si estese anche alle guance della rotaia per diminuirne l'attrito colle ganasce dei freni.

In nessuno di questi casi mancò il pronto arresto della vettura, quantunque relativamente crescesse, com'era da prevedersi, la corsa del freno.

Esaminando ciò che avverrebbe nel caso di rottura della fune e conseguente azione dei freni automatici, occorre notare che, rimasta la vettura libera, essa percorrerebbe uno spazio corrispondente, nel moto accelerato prodotto dalla gravità, al tempo impiegato dalle molle per avvicinare le ganasce e chiudere l'innesto a nottolini: chiuso l'innesto, entrano in azione i freni. Lo spazio totale percorso sarà dunque composto di due parti: questa, cui ora si è accennato e che, misurata sperimentalmente, risulta di circa 1 metro, e l'altra costituita dalla *corsa del freno*. Anche però la prima parte del percorso totale è indipendente, come la seconda, dal peso della vettura.

Nella tabella che segue sono riassunti i risultati delle prove, che furono quasi tutte eseguite sul freno automatico, di cui alcune volte si provocava l'azione per mezzo dello scatto a pedale; altre, ottenendo l'allentamento della fune mercè la chiusura del freno a mano (\*\*). Ogni volta, tenuto conto della pendenza, della velocità di regime e dello stato della rotaia, si misurava la corsa del freno sulla visibile traccia che le ganasce del freno lasciavano sulle guance della rotaia stessa. In alcune prove si misurò con traguardi l'effettivo percorso dal momento del comando di frenare (scatto del pedale) al completo arresto.

Come si rileva dalla tabella, la corsa del freno si mantenne sufficientemente costante e d'accordo coi calcoli teorici, semprechè la rotaia non era eccessivamente lubrificata. In quest'ultimo caso è a ritenersi che, indipendentemente dalla diminuzione del coefficiente di aderenza, avvengano degli scorrimenti delle ruote portanti nei punti in cui si accumula del lubrificante, o perchè trascinato dalle ruote, o perchè mal distribuito.

Altra causa di divario tra i risultati pratici e quelli teo-

(\*) Sia  $\phi$  che  $\phi_1$  sono coefficienti di attrito radente, ma è bene notare che il primo corrisponde a ciò che nella tecnica ferroviaria dicesi coefficiente di *aderenza*, e che si sviluppa sulle superficie della ruota e della rotaia, soggette al continuo levigamento del roteggio; il secondo invece si sviluppa fra le guance delle rotaie e le morse dei freni che conservano superficie più scabra.

(\*\*) Se si stringe il freno a mano mentre la vettura è in marcia discendente, la vettura stessa, per la resistenza del freno, assume una velocità inferiore a quella impressa dalla macchina alla fune, che diminuisce quindi di tensione, provocando lo scatto del freno automatico.

rici è che non sempre si avvera, come in questi si suppone, la contemporanea azione dei due freni.

Nella prova riportata al n. 18 agì il solo freno ad azione immediata, la molla a spirale dell'altro non essendosi svolta. La causa della mancata azione della molla non si potè bene accertare, ma è probabile sia avvenuta o per irregolare disposizione nella relativa scatola, o per forte attrito incontrato dall'albero del freno nei suoi supporti. La vettura d'al-

tronde si arrestò egualmente: crebbe però, come è naturale, la corsa dell'unico freno che provocò l'arresto.

È bene notare che la frenatura avverrebbe egualmente se nessuna delle molle funzionasse, giacchè queste ad altro non servono che ad accelerare la chiusura delle ganasce, chiusura che ad ogni modo si verificherebbe per l'azione delle ruote dentate che ricevono movimento dalla sala portante.

Prove dei freni.

Num. della prova	Carico	Pendenza	Velocità	Freno sperimentato	Stato della rotaia	Corsa del freno	Annotazioni
1	Vettura vuota	38.5	2	automatico	asciutta e irrugginita	0.30	La corda fu allentata stringendo il freno a mano. Per lubrificante fu adoperato l'olio vegetale. Id. I 1500 kg. corrispondono alla metà del carico massimo.  In questo esperimento la vettura percorse: — dal momento in cui fu posto in azione il freno a mano sino allo scatto delle molle . . . . . m. 1.15 — dallo scatto delle molle allo stringimento delle ganasce . . m. 0.98 — dopo lo stringimento delle ganasce (corsa effettiva del freno) » 0.62 In tutto, dall'allentamento della corda all'arresto . . . . . m. 1.60
2	»	38.5	2	»	fortemente lubrificata	0.57	
3	Kg. 1500	38.5	2	»	lubrificata	0.50	
4	»	38.5	2	a pedale	»	0.46	
5	»	38.5	—	a mano	asciutta	2.00	
6	»	38.5	—	a pedale	bagnata	0.68	
7	»	38.5	—	»	asciutta e irrugginita	0.22	
8	»	38.5	—	»	asciutta	0.41	
9	»	36.6	—	automatico	»	0.62	
10	»	16.0	—	a pedale	lubrificata	0.88	In curva. I due freni non ebbero corsa eguale. La corsa maggiore corrisponde al freno ad azione immediata.
11	Kg. 3000	38.5	—	»	»	1.30 0.60	
12	»	38.5	—	automatico	asciutta	0.48	V. annotazione alla prova precedente.  C. s. Lo spazio totale percorso dallo scatto all'arresto, misurato con traguardi, risultò di m. 2.14.
13	»	38.5	—	a pedale	»	0.80 0.50	
14	»	38.5	—	»	lubrificata	1.36 0.60	
15	»	21.0	1.67	»	asciutta	0.55	Funzionò un sol freno, perchè l'azione delle molle del freno ad azione mediata non fu pronta.
16	»	38.5	1.95	automatico	irrugginita	0.20	
17	»	38.5	1.95	»	»	0.17	
18	Kg. 1500	38.5	1.78	a pedale	asciutta	0.50	

4. — A quanto abbiamo detto sui freni crediamo utile aggiungere alcune considerazioni a riguardo del funzionamento automatico, dipendente dalla tensione della fune.

La fig. 93 rappresenta lo schema del collegamento della

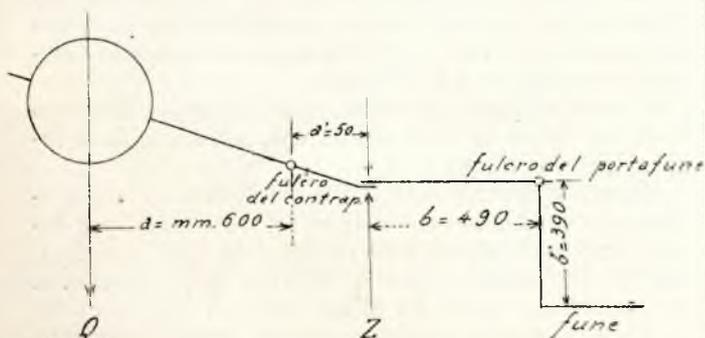


Fig. 93.

funi di trazione della vettura al portafune girevole, che, tenuto in una determinata posizione dalla tensione della fune, appena questa scende al disotto di un dato limite, cede all'azione del contrappeso, il quale, girando nel suo albero, provoca a sua volta la chiusura del freno.

Detto Q il peso del contrappeso, t la tensione-limite della corda per la quale avviene la chiusura automatica dei freni, potremo scrivere, tenendo presenti le notazioni della figura:

$$Z = Q \frac{a}{a'} = t \frac{b'}{b}$$

e quindi:

$$t = Q \frac{a b'}{a' b} \tag{1}$$

È chiaro che, per ottenere la chiusura del freno, il valore della tensione della corda deve discendere al disotto di quello portato dalla (1).

Ma può affermarsi che ogniqualvolta la fune si rompe, verificasi la condizione dell'infrenamento automatico, sia per l'una che per l'altra vettura?

Se (V. fig. 94) A è la vettura ascendente, B la discendente e la rottura avviene prossimamente all'attacco di A, la tensione del capo di fune legato a questa vettura diventa eguale a zero e la chiusura dei freni dovrà ritenersi sicura. Lo stesso non potrà dirsi per la B, giacchè il capo di fune cui essa è attaccata ha una tensione eguale alla somma degli attriti che tutta la fune incontra, sia sul tamburo, sia sui rulli che la guidano lungo la linea. Detto  $p$  il peso a m.l. della fune,  $l, l', L$  rispettivamente le lunghezze dei capi che vanno alle vetture A e B e dell'intera fune, detti  $D, d$  i diametri dei rulli e perni rispettivi,  $\phi_2$  il coefficiente d'attrito di tali perni nei loro cuscinetti,  $\phi$  l'attrito della fune sul tamburo motore,  $\frac{s}{r}$  l'arco avvolto; la tensione del capo  $l'$  di fune sarà:

$$\tau = \frac{d}{D} \phi_2 p (L - l) + p l e^{\phi \frac{s}{r}}$$

Lo scatto avverrà se:

$$\tau < t,$$

cioè se si verifica la disuguaglianza:

$$t > \frac{d}{D} \phi_2 p (L - l) + p l e^{\phi \frac{s}{r}} \quad (2)$$

dalla quale risulta:

$$l < \frac{t - \frac{d}{D} \phi_2 p L}{p \left( l e^{\phi \frac{s}{r}} - \phi_2 \frac{d}{D} \right)}$$

Passando ai numeri, tenendo presente che  $Q = \text{chg. } 14$ ,  $a = 600$ ,  $a' = 50$ ,  $b = 490$ ,  $b' = 390$  e quindi  $t = \text{chilogr. } 203,84$ ; che  $\frac{d}{D} = \frac{1}{10}$ ,  $\phi_2 = 0,08$ ,  $p = \text{chilogrammi } 2,60$ ,  $L = 1050$ ,  $e = 2,7188$ ,  $\phi = 0,15$ ,  $\frac{s}{r} = 7,316$ , si trova:

$$l < \text{m. } 21,50,$$

la quale ci dice che l'infrenamento della B avviene soltanto se la A dista dalla stazione superiore di meno che m. 21,50.

Se la rottura invece di seguire all'attacco della A, si verifica all'attacco della B, vettura discendente, la B si frenerà perchè si troverà nelle condizioni medesime della A, esaminate nel primo caso, ma per la vettura A in questo secondo caso la condizione dell'infrenamento automatico ci verrà rappresentata dalla seguente relazione:

$$t > \frac{d}{D} \phi_2 p L + p l' e^{\phi \frac{s}{r}} - P \sin \alpha,$$

nella quale, rispetto alla (2) vi è in più il termine  $P \sin \alpha$  ( $P$  peso vettura,  $\alpha$  pendenza della via).

La vettura ascendente, se all'atto della rottura della fune ha la velocità  $v$ , spegnerà la sua forza viva  $\frac{P v^2}{2g}$  percorrendo uno spazio che, trascurando gli attriti, sarà  $l = \frac{v^2}{2g \sin \alpha}$ ; comunicherà cioè alla corda un impulso:

$$\frac{P v^2}{2g l} = P \sin \alpha,$$

nuovo termine di cui abbiamo tenuto conto.

Il valore dunque di  $l'$  pel quale la vettura A si frena sarà:

$$l' < \frac{t - \frac{d}{D} \phi_2 p L + P \sin \alpha}{p \left( e^{\phi \frac{s}{r}} - \phi_2 \frac{d}{D} \right)}$$

Introducendo per  $P$  il peso della vettura a tutto carico  $P = \text{kg. } 7500$  e per  $\alpha$  la pendenza media ( $\sin \alpha = 0,20$ ) si ottiene:

$$l' < \text{m. } 200.$$

Abbiamo nelle due ipotesi per semplicità supposto che la rottura della fune avvenisse agli attacchi, ma evidentemente possiamo generalizzare il problema chiamando con  $l$  ed  $l'$  le distanze dalle sezioni di rottura al tamburo motore.

Ma in questo caso dobbiamo considerare anche l'attrito della fune rispetto alla carrozza nel cui capo avviene la rottura. Se la corda resta sui rulli, essa avrà un attrito che al massimo è di chilogrammi;

$$\frac{1}{10} \times 0,08 \times 2,8 \times 1050 = 23,52,$$

e quindi una tensione inferiore di molto alla tensione-limite che può essere vinta dal contrappeso (kg. 203,84).

Concludendo, potremo affermare, ammessa la giustezza delle ipotesi fatte, che:

a) se la rottura avviene sul capo ascendente, la vettura ascendente si frenerà, e la discendente si frenerà pure, solo se la rottura avviene a non più di m. 21,50 dalla stazione superiore;

b) se la rottura avviene nel capo discendente, la carrozza discendente si frenerà in tutti i casi, ma l'ascendente si frenerà solo se la sezione di rottura non dista più che 200 metri dalla stazione superiore.

Vi è però chi osserva che la fune è di acciaio, composta di fili e trefoli avvolti a spira e che per conseguenza, in servizio, bisogna considerarla come una molla in tensione. Se la fune si rompe, aggiungesi, i due capi, distaccandosi, tenderanno a prendere la lunghezza naturale di riposo, spinto ciascuno, nella sezione di rottura, da una forza eguale e contraria a quella che li teneva uniti.

Se ciò si ammette, ne risulta che l'azione dei freni può verificarsi anche nelle condizioni che, nell'esame fatto innanzi, riescono insufficienti.

Ma nell'incertezza delle ipotesi considerate, è giusto praticamente concludere che l'azione dei freni agenti per cessata tensione, a seguito della rottura della fune, non si può ritenere assolutamente sicura, come si è spesso asserito. È indispensabile, quindi, far molto conto dei freni che, come quello a pedale (su quello a mano, in genere molto lento, non si può contare), valgono a supplire al caso di mancato funzionamento automatico, in seguito a rottura della fune.

## VI.

## NORME PER L'ESERCIZIO

## TARIFFE — SPESE D'IMPIANTO E DI ESERCIZIO.

1. — Nelle funicolari interessa anzitutto porre, come nelle ferrovie ordinarie, le stazioni in comunicazione fra loro: ciò si fa di solito col telefono. Questo però, se vale a fare le necessarie comunicazioni riguardanti gli ordini di servizio che per lo più emanano dalla stazione in cui trovasi l'impianto motore e le condizioni di carico delle vetture, che seguono la via inversa, cioè dalle altre stazioni vanno a quella ove trovasi l'impianto, deve essere coadiuvato da altri mezzi per le segnalazioni sistematiche, cioè per quelle segnalazioni che occorre fare all'inizio di ogni corsa o durante il percorso.

Le stazioni superiore ed inferiore della funicolare di Montecatini sono perciò collegate dal telefono e da un avvisatore elettrico a campanello. Vi è poi, nella sala della macchina motrice, una suoneria elettrica, inserita in un circuito costituito dalle rotaie e da un filo aereo che corre lungo tutta la linea, restando sempre a portata del conduttore della vettura, che, con un'asta metallica, di cui va sempre munito, può, mettendo in comunicazione la vettura e il filo, chiudere il circuito e comunicare col macchinista.

Le segnalazioni sistematiche sono quindi fatte per mezzo dell'avvisatore e della suoneria. Col primo si scambiano i segnali di *attenzione* e *pronti* fra la vettura inferiore, cui spetta l'iniziativa del comando, e quella superiore. Colla suoneria si danno i comandi di *partenza* e di *fermata*, e quelli di *rallentamento* e *marcia indietro*: questi segnali possono essere dati sia dalle stazioni che da qualsiasi punto della linea e dall'una come dall'altra vettura. I comandi ordinari di partenza e di fermata spettano però sempre alla vettura ascendente.

I segnali dati durante corsa sono dal conduttore ripetuti colla cornetta perchè ne possa rimanere inteso anche il personale dell'altra carrozza.

Indicando con un punto gli squilli brevi della suoneria o della cornetta, con un tratto i suoni prolungati, i segnali adottati possono così graficamente rappresentarsi:

Partenza . . .  
 Rallentamento — —  
 Fermata .  
 Marcia indietro . . . . .

Il segnale di *attenzione* si dà con due suoni dell'avvisatore elettrico e pure con due suoni si risponde: *pronti*.

Tra i mezzi di segnalamento si può comprendere l'apparecchio esistente nella sala delle macchine e destinato a riprodurre in piccola scala, mediante due indici, il movimento delle vetture su di una tabella, la quale, per norma del macchinista porta pure delle indicazioni grafiche sulle variazioni dello sforzo motore.

Tale apparecchio, di cui sono provvisti quasi tutti gl'impianti di funicolari, e la cui utilità consiste nel fatto che è dato al macchinista di poter seguire le vetture nel loro percorso, è mosso, con disposizioni atte a ridurre la velocità e a trasformare in moto di traslazione il moto rotatorio, facilmente immaginabili, dall'albero della puleggia motrice del subbio.

2. — Il personale d'esercizio si compone di

- 1 Capo-Servizio,
- 2 Macchinisti,
- 2 Fuochisti,
- 3 Conduttori,
- 3 Fattorini,
- 2 Guardie di stazione,
- 1 Cantoniere.

Al Capo-Servizio è affidata la sorveglianza all'esercizio e al personale, la gerenza del traffico e in genere tutte le funzioni amministrative delegategli dalla Società.

Agli altri agenti è affidato il servizio ordinario che si compie nel modo seguente.

Ogni vettura è accompagnata da due agenti, un *conduttore* che piglia posto sulla piattaforma anteriore nel verso del movimento ed un *fattorino* che resta sulla piattaforma opposta.

Giunta l'ora della partenza, il conduttore della vettura inferiore, comunicato il carico della propria vettura alla stazione superiore per mezzo del telefono, e assicuratosi che i viaggiatori sono a posto e gli sportelli sono chiusi, dà il segnale di *attenzione*. Avutane la risposta di *pronti*, con l'asta metallica ond'è provvisto chiama la partenza. Il macchinista attende che l'avviso di partenza gli sia ripetuto a voce dal conduttore della vettura superiore (il quale è pure messo in condizione da sentire i segnali della suoneria) e poi avvia nel senso dovuto la motrice.

Giunta nella stazione superiore la vettura ascendente, il conduttore di questa, presso l'apposita tabella monitoria, fa il segnale di rallentamento che, a maggior cautela, è automaticamente ripetuto dalla stessa vettura, la quale con un'appendice opportunamente disposta, muovendo apposita leva situata sulla via, chiude il circuito di una speciale suoneria.

Procedendo innanzi e giunta la vettura al punto di stazionamento, segnato da un'altra tabella monitoria, il conduttore fa il segnale di fermata, mentre con una seconda leva, simile alla precedente e analogamente disposta, viene automaticamente ripetuto il segnale: che se il macchinista non fosse pronto a ubbidirvi, la vettura toccherebbe una terza leva che chiude contemporaneamente uno dei freni della motrice e l'ammissione del vapore nei cilindri della motrice stessa.

L'agente addetto alla sorveglianza della linea (cantoniere) può anch'esso comandare l'arresto della marcia, quando qualche ostacolo la renda pericolosa, presentando al conduttore della prima vettura che si avvanza la bandiera rossa se di giorno ed il fanale del medesimo colore, se di notte: il conduttore, visto il segnale, comunica coll'asta il comando di fermata al macchinista, ripetendo il segnale colla cornetta per avvisare l'altra vettura in marcia.

L'esercizio è regolato da norme contenute in apposito regolamento di esercizio.

Un secondo regolamento fissa le norme pel pubblico; e contiene le solite avvertenze per le cautele da osservarsi dai viaggiatori nel servirsi della funicolare, le tariffe di cui diciamo in seguito e gli orari. Questi comprendono delle corse ordinarie ad ora stabilita e delle corse facoltative che si effettuano tutte le volte che quattro viaggiatori chiedono di partire. Le corse facoltative non hanno altra limitazione che la seguente: tra due partenze successive deve correre l'intervallo di un quarto d'ora, ogni corsa non potendo, per tassativa prescrizione del regolamento, durare meno di dieci minuti, tempo corrispondente alla velocità media di m. 1.75 per secondo.

3. — La funicolare di Montecatini è addetta al solo trasporto dei viaggiatori e dei loro bagagli ed è esercitata nel solo periodo estivo, cioè dal 1° giugno a tutto settembre.

Il prezzo della corsa è fissato in L. 1 per la salita e L. 0.50 per la discesa; il biglietto valevole per una corsa di salita ed una di discesa, da compiersi nella giornata medesima, costa L. 1.25, bollo compreso. Pei bagagli il prezzo varia col peso, ma rispetto al traffico totale il trasporto dei bagagli rappresenta ben piccola cosa.

Coi biglietti di abbonamento il costo della corsa è ridotto di molto.

Pigliando a base il costo del biglietto di andata e ritorno, si vede ch'esso è all'incirca eguale al prezzo del biglietto di 3<sup>a</sup> classe pel percorso di 24 chilometri sulle nostre ferrovie principali e tale percorso corrisponde presso a poco al doppio dello sviluppo che sarebbe occorso per una ferrovia che a pendenza del 20 per mille avesse dovuto superare il dislivello vinto dalla funicolare.

Le spese occorrenti per l'impianto furono così stabilite nel preventivo:

Espropriazioni . . .	Lire	15 000
Movimenti di terra . . .	»	10 000
Opere d'arte . . .	»	30 000
Fabbricati . . .	»	20 000
Lavori diversi . . .	»	10 000
Armamento . . .	»	28 000
Macchinario, freni e due vetture . . .	»	87 000
Spese generali . . .	»	20 000

Totale Lire 220 000

Tale preventivo fu sensibilmente superato nella effettiva esecuzione, specialmente nelle partite espropriazioni e lavori del corpo stradale, raggiungendosi circa lire trecentomila di spesa totale.

Le spese di esercizio pel periodo estivo si possono suddividere in tre categorie:

- spese di personale;
- consumo di combustibile e lubrificanti;
- spese generali.

Le spese di personale raggiungono circa L. 40 per giorno.

Il consumo di combustibile è in media di circa kg. 20 per ogni corsa. In un giorno si fanno in media 30 corse e si consumano quindi tonnellate 0,6 di combustibile, con una spesa di circa lire 25, cui dev'essere aggiunte altre 5 lire per materie lubrificanti; in tutto sono L. 30.

Le spese della prima e seconda categoria ammontano quindi a L. 70 per giorno, quelle della terza, in cui comprendiamo la manutenzione (salvo il personale) della via e del macchinario, le spese di amministrazione, cancelleria, stampati, pubblicità, spese personali dei gerenti la Società, ecc., raggiungono circa il terzo delle precedenti, cioè L. 20: in tutto sono L. 90 di spesa giornaliera. E ogni corsa costa quindi circa L. 3.00 di sola spesa di esercizio, senza calcolare l'interesse e l'ammortamento del capitale e la manutenzione straordinaria.

Durante il periodo invernale, non facendosi l'esercizio, le spese sono naturalmente molto ridotte, cioè circa L. 540 mensili, da ripartirsi fra la prima e l'ultima categoria.

Nello scorso anno 1898 il numero dei viaggiatori fu di 37 153 complessivamente fra quelli in salita e quelli in discesa, e si trasportarono pure circa 15 tonnellate di bagagli e messaggerie. La spesa totale fu di L. 10 880 per i mesi di esercizio e di lire 4320 pel periodo invernale. Il coefficiente di esercizio (rapporto delle spese di esercizio agli introiti lordi) ascese a 0,83, ma collo sviluppo edilizio del paese alto si avranno senza dubbio risultati migliori.

4. — La concessione della costruzione e dell'esercizio della funicolare fu data alla Ditta Ing. Carlo Barbano e C. di Genova, con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici, in data 4 settembre 1897; essa venne considerata come ferrovia privata di seconda categoria, a senso dell'art. 207 della legge 20 aprile 1865 sulle opere pubbliche, perchè è tutta costruita nella proprietà della Società Barbano.

L'apertura all'esercizio della funicolare fu in tal Decreto subordinata al buon esito di una visita di collaudo per parte di una Commissione da nominarsi dal Prefetto, ma di

cui dovevano far parte il R. Ispettore-Capo delle Ferrovie e l'Ingegnere-Capo del Genio Civile nelle cui giurisdizioni la funicolare stessa è compresa.

E' fatto obbligo a detta Commissione di eseguire una visita ogni sei mesi ed ogni qual volta l'esercizio venga interrotto per guasti alla fune, ai meccanismi e al corpo stradale. In detta visita si dovranno far eseguire le opportune corse di prova per riconoscere il perfetto funzionamento e prescrivere le modificazioni che si riterranno necessarie.

La sorveglianza ordinaria all'esercizio spetta, in forza dei vigenti regolamenti di polizia ferroviaria, al R. Ispettorato Generale delle Ferrovie.

## NOTIZIE

**Galleria del Sempione.** — *Progresso dei lavori.* — Dai consueti bollettini mensili ricaviamo i seguenti dati:

Galleria d'avanzamento	Lato Sud (Briga)	Lato Nord (Iselle)	Totale
Lunghezza scavata al 31 marzo . . .	m. 803	364	1167
Avanzamento nel mese di aprile . . .	» 170	98	268
» » maggio »	» 180	102	282
Totale al 31 maggio 1899 . . .	m. 1153	564	1717

Sul versante svizzero si perforarono in media giornalmente m. 5,86 nell'aprile e m. 5,807 nel maggio; attraversando i soliti schisti argillosi.

Sul versante italiano, continuando il gneiss d'Antigorio, la media giornaliera dell'avanzamento è risultata di m. 3,26 nell'aprile e di m. 3,29 nel mese di maggio.

Dal lato Nord si sperimentò con risultati soddisfacenti l'aria liquida come esplodente.

Il numero medio degli operai occupati nei lavori della galleria e nei cantieri è stato di 2565 in aprile e di 2799 in maggio.

Il 24 aprile il lavoro è stato interrotto per 24 ore per le operazioni di verifica dell'asse della galleria.

A proposito di questi lavori, notiamo che il Governo italiano ha nominato a delegato tecnico dell'Italia l'ing. comm. Vincenzo Crosa, R. Ispettore Superiore delle Strade ferrate.

(*Monitore delle Strade ferrate*).

**Il tunnel sotto il Quirinale.** — Tra qualche giorno sarà stipulato il contratto tra il Comune di Roma e la Società Romana dei trams per la concessione di una linea tramviaria che da Piazza San Pietro, passando attraverso il tunnel del Quirinale, andrà a Piazza San Giovanni. In base a questo contratto la Società Romana verserà nelle casse del Municipio la somma di L. 1,800,000 come contributo della concessione accordata e indirà la gara per aggiudicare l'appalto della costruzione del tunnel. Sarà preferita la ditta che alle garanzie di esattezza nell'esecuzione del lavoro e solidità accoppierà quella di maggior sollecitudine nel compimento dei lavori stessi.

Il tempo massimo accordato per l'esecuzione è di tre anni, ma si calcola che i lavori potranno essere compiuti in tempo minore.

La lunghezza del traforo tra via Rasella e via Nazionale è di m. 300. L'opera costerà 2 milioni, e cioè 700 mila per i lavori del tunnel e un milione e 300 mila lire per le espropriazioni.

(*Giornale dei Lavori pubblici*).

**La massima profondità del lago di Como.** — Il dottor Giovanni De-Agostini, da numerosi scandagli praticati, ed a cui stava attendendo da parecchi mesi, rilevò che la massima profondità del lago di Como è di 410 metri. Questo punto di massima profondità si trova a poco più di un chilometro a sud della *Punta della Cavagnola* ed a 400 metri dalla riva di Nesso.

Il lago di Como è quindi il più profondo dei laghi d'Italia, come risulta dal seguente confronto:

Lago d'Isèo	profondità massima	m. 250
» di Lugano	»	» 288
» di Garda	»	» 346
» Maggiore	»	» 372
» di Como	»	» 410

Dei laghi d'Europa esso non è superato che da due laghi entrambi in Norvegia, e cioè:

Lago Mjøsen	profondità massima	m. 452
» Hornisdalsvand	»	» 486

(*Politecnico*).