

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)

IV.

FUNE DI TRAZIONE.

1. — *Descrizione e composizione.* — La fune di trazione, fornita dalla Ditta V. Tedeschi e C. di Torino, è costituita da 96 fili di acciaio lucido, disposti in sei trefoli, ravvolti intorno ad un'anima di canape. Ogni trefolo ha nove fili esterni di mm. 2,30 e sette interni di mm. 1,50 di diametro.

Il diametro esterno della fune risulta di mm. 28, con la sezione metallica di mmq. 299, ed il peso al m. l. di chilogrammi 2,60.

Provata nel laboratorio della R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri in Torino, dal chiarissimo prof. C. Guidi, diede i seguenti risultati:

Carico di rottura totale . . chg. 38700

» » per mmq. . » 129

Allungamento di rottura . . 2,5 %

Da altre esperienze, eseguite in Firenze presso la Direzione del Servizio del Materiale per le Ferrovie della Rete Adriatica, risultò che la resistenza unitaria dei fili era, per quelli di diametro mm. 2,30 di chg. 144 per mmq., e per quelli di diametro mm. 1,50 di chg. 155. La diminuzione di resistenza unitaria del metallo per effetto dell'incordamento (*cablage*) sarebbe quindi di circa il 12 % (*).

2. — *Condizioni di carico.* — La tensione totale T della fune risulta dall'espressione seguente:

$$T = P(\sin \alpha \pm f \cos \alpha) + ph + c,$$

oppure, con approssimazione,

$$T = P(\operatorname{tg} \alpha \pm f) + ph + c,$$

in cui:

P è il peso del rotabile rimorchiato;

ang α la pendenza della via;

f il coefficiente di resistenza al moto sull'orizzontale = 0,0032;

p il peso a m. l. della fune = chg. 2,60;

h la proiezione verticale del capo di fune dall'argano motore all'attacco del veicolo:

$$c = \frac{d}{D} \varphi_2 p l \quad (D \text{ e } d, \text{ diametro dei rulli di sostegno}$$

e perni relativi, φ_2 l'attrito nei perni = 0,08, l lunghezza del capo di fune avente h per proiezione verticale) è la resistenza che la fune incontra sui rulli di sostegno (**).

(*) Per le funi delle due funicolari di Genova (del Castellaccio e di Piazza della Zecca) provate presso l'Arsenale di Torino, il *cablage* assunse proporzioni ben più grandi, di circa cioè il 25 %.

(**) In un calcolo preventivo si può ritenere $c = \frac{1}{100}$ del peso della fune.

Assumendo per P il valore corrispondente al veicolo a pieno carico, e ritenendo per termine $\pm f$ il segno positivo che corrisponde alla salita, avremo i diversi valori di T raccolti nella tabella che segue, intendendosi che fra l'un valore e l'altro T varia linearmente. Il valore di P preso a base del calcolo della tabella è di chg. 7500, ottenuti arrotondando la cifra che risulta dal calcolo seguente:

Peso della vettura con accessori chg. 4500

Id. dei viaggiatori (40 × 70) » 2800

Id. dei due agenti che accom-

pagnano la vettura (2 × 70) » 140

Totale chg. 7440

Livellette		Valore	Valore	Osservazioni
Numero	Pendenza 0/100	di h in m.	di T in kg.	
1	12.00	204.67	1470.14	
		170.08	1373.85	
2	16.00	170.08	1673.85	
		117.43	1529.70	
3	21.40	117.43	1919.70	
		80.73	1820.50	
4	26.98	80.73	2210.50	
		53.75	2138.15	
5	36.60	53.75	2753.15	
		41.50	2720.55	
6	38.50	41.50	2817.55	Valor massimo
		—	2707.00	

Bisogna poi tener conto dello sforzo supplementare dovuto alla messa in moto o *démarrage*. Il calcolo di tale sforzo è incerto perchè esso è funzione dello spazio percorso dalle vetture dall'inizio del moto sino al momento in cui il meccanismo raggiunge lo stato di regime, spazio che varia col modo di avviare il motore. Ma è buona regola mantenersi in limiti piuttosto elevati, per tener conto altresì del maggior valore che, com'è noto, assumono i coefficienti di attrito nel primo distacco.

Chiamati: D tale sforzo supplementare, Q il peso degli organi che pongonsi in moto colla fune, v la velocità di regime, k lo spazio percorso prima di raggiungere detta velocità, g l'accelerazione della gravità, risulta:

$$D = \frac{Q v^2}{2 g k}$$

Il valore di Q è il seguente:

Peso vettura a pieno carico. . chg. 7500

Id. dei cento rulli di sostegno » 1700

Id. della fune libera sul piano

inclinato, circa m. 1050 . » 2730

Totale chg. 11930

Posto $v = 2$ m. e ritenuto $k = 10$ m., si ha:

$$D = \text{chg. } 238,60.$$

Aggiungendo al valor massimo della precedente tabella, risultante di chg. 2817,55
i detti. » 238,60
si hanno in tutto chg. 3056,15

che rappresentano il massimo carico diretto che può solleccitare la fune.

3. — *Condizioni di sicurezza.* — Vista la composizione della fune e le condizioni di carico cui essa trovasi sottoposta, è della massima importanza porre a raffronto la prima colle seconde, allo scopo di riconoscere quali condizioni di sicurezza ne risultino per tale essenzialissimo organo dell'impianto.

La fune è assoggettata contemporaneamente a trazione e flessione, perchè oltre a sopportare il carico è obbligata ad avvolgersi e svolgersi continuamente sull'organo motore.

Lo sforzo unitario dovuto al carico diretto sarà:

$$s' = \frac{T \text{ massima}}{\text{sezione metallica}}$$

e quello dovuto alla flessione:

$$s'' = E \frac{\delta}{2R}$$

in cui E indica il modulo di elasticità, δ il diametro dei fili esterni, R il raggio minimo delle puleggie costituenti l'organo motore.

La seconda, come la prima formula, non avrebbe bisogno di spiegazione alcuna, giacchè discende direttamente dalla ipotesi del Navier sulla flessione, ipotesi su cui si basano le moderne teorie sulla resistenza dei materiali, se non desse luogo a delle obiezioni d'indole pratica (*). Infatti, essa dà risultati molto elevati, che vari autori consigliano di correggere applicando un coefficiente di riduzione. Così il Bach (***) propone il coefficiente $\frac{3}{4}$ e la Ditta Felten e Guillaume, fabbricante di corde metalliche a Mühlheim sul Reno, pel calcolo delle funi applicate alle gru scorrevoli, assume la metà di quel coefficiente, cioè $\frac{3}{8}$, ottenendo da lunghi anni soddisfacenti risultati (***). Anche l'accreditato Manuale della Società Hütte accoglie lo stesso coefficiente $\frac{3}{8}$ (****). Tali coefficienti hanno però il difetto di essere empirici.

L'ingegnere francese Murgue (*****) affrontò invece direttamente il problema, compiendo con gran cura molte esperienze dirette a valutare l'effettivo sforzo elastico che si produce nella fune per flessione, nel punto in cui essa si avvolge sulla circonferenza delle puleggie. La formula ch'egli ricavò è la seguente:

$$s'' = (2 + 0,0003 \times 2T) \frac{p}{D}$$

in cui, rispetto a quella teorica entra un nuovo termine, la tensione della fune, potendosi il peso ritenere funzione del diametro.

Questa formula fornisce dei risultati ancora più bassi di quelli che ottengono riducendo col coefficiente $\frac{3}{8}$ i risultati

(*) Corre col nome di formula del Reuleaux la $s'' = 10000 \frac{2}{R}$, ma questa evidentemente non è che la formula generale in cui ad E è sostituito il valore del modulo di elasticità per mmq., che si ritiene mediamente eguale a 20000 chg.

(**) V. *Enciclopedia dell'Ingegnere* di HEDSINGER VON VALDEGG ed altri. Trad. Loria, Vol. IV, Parte III, pag. 227.

(***) *Enciclopedia* citata, pag. 228.

(****) HÜTTE, Ed. Loescher, Vol. I, pag. 579.

(*****) V. LONGRAIRE, *Compte rendu de la Société des Ingénieurs civils*, octobre 1889.

della teoria. Infatti, ritenuti per la funicolare di Montecatini i dati seguenti:

Carico diretto massimo	chg.	3057,00
Sezione metallica	mmq.	299,00
Diametro dei fili esterni	mm.	2,30
Diametro puleggie	mm.	3200,00
Peso a m. l.	chg.	2,60

risulta lo sforzo di tensione dovuto al carico diretto di:

$$\frac{3057}{299} = \text{chg. } 10,22 \text{ per mmq.,}$$

e lo sforzo di tensione dovuto a flessione:

a) secondo la formula teorica	chg.	14,40
b) col coefficiente proposto dal Bach	»	10,80
c) col coefficiente adottato da Felten e		
Guillaume	»	5,40
d) colla formula del Murgue	»	3,10

Notando che lo sforzo s' dovuto al carico diretto solleccita tutte le fibre indistintamente, mentre lo sforzo s'' si riferisce alle sole fibre estreme del filo esterno che maggiormente dista dall'asse neutro, appare come in pratica si è trovato che fosse il caso di non dare lo stesso valore relativo al secondo come al primo di questi sforzi, e per le esperienze del Murgue tale criterio avrebbe riscontro nel fatto.

Per non ingombrare il testo abbiamo in nota a questa pagina accennato in qual modo possa spiegarsi un apparente aumento di resistenza unitaria alla flessione che s'ingenera nella fune, per effetto della forma della sezione che hanno gli elementi (fili) ond'è composta (*).

(*) Il francese ing. Vautier, occupandosi, a proposito appunto di ferrovie funicolari, della solleccitazione addizionale che s'ingenera nella fune per effetto dell'avvolgimento, cui erroneamente dà nome di rigidità della fune, ch'è tutt'altra cosa, per invalidare le formole del Reuleaux, espone il risultato del seguente esperimento. Avendo, egli dice, ed il Levy-Lambert nell'opera *Chemins de fer funiculaires* riporta, avendo ripiegato ad arco del diametro di 400 mm. un fil di ferro del diametro di 2 mm., il filo non si rompe, malgrado lo sforzo che lo cementava fosse di

$$20000 \frac{2}{400} = 100 \text{ kg.}$$

mentre la rottura per trazione del filo medesimo era avvenuta appunto a tale limite.

Non abbiamo citato l'esperimento del Vautier a proposito della riduzione che si trova conveniente apportare alla formula teorica, perchè esso, specioso a prima giunta, è basato sull'errore derivante dal non aver tenuto presente che la legge riprodotta dalla formula è legge limite, che si verifica fino a che le deformazioni sono elastiche.

Coi dati relativi alla fune di Montecatini, nella fig. 86 annessa a questa nota abbiamo disegnati sulle stesse coordinate il diagramma relativo agli allungamenti elastici (posto $E = 20000$ kg.) e quello che si può ritenere per probabile diagramma degli allungamenti effettivi, o *diagramma di deformazione*. Quest'ultimo diagramma ha un punto determinato (quello corrispondente alla rottura, pel quale conosciamo carico e allungamento rispettivo) e per breve tratto si va a confondere col primo, al quale riesce tangente nel punto che segna il limite di elasticità. Questo limite si ammette che corrisponda all'allungamento di 0,00125 (HÜRTE, *Prontuario*, I, 328), cioè allo sforzo di soli 25 kg. (Vedasi sulla forma di tali diagrammi: GUIDI, *Notizie sul Laboratorio per esperienze sui materiali da costruzione*, annesso alla R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Torino, negli *Annali della Società degli Ingegneri ed Architetti Italiani*).

Tutte le volte che si vuol calcolare uno sforzo che è fuori del limite di elasticità bisogna quindi riferirsi al secondo e non al primo diagramma, per non ottenere, come è avvenuto al Vautier, uno sforzo di molto superiore all'effettivo. Infatti se, ad esempio, calchiamo lo sforzo corrispondente all'allungamento di rottura di 25 mm. per m. l. sul 1° diagramma, troviamo kg. 500, mentre lo sforzo effettivo è di soli kg. 129: lo stesso dicasi per qualunque allungamento che esce fuori del limite di elasticità.

Volendo fare il calcolo del Vautier, trovare cioè a qual raggio di curvatura dovrebbe corrispondere la rottura, bisogna partire dall'allungamento effettivo verificatosi alla rottura per trazione e quindi cer-

Qui ci limiteremo a concludere che ci sembra possa ritenersi sufficiente ciò che si è detto perchè in pratica non debba trovarsi difficoltà ad adottare la formula teorica con un coefficiente di riduzione, che potrebbe essere quello di $\frac{3}{8}$, a favore del quale militano e le conclusioni del Murgue e i buoni risultati ottenuti dalla Ditta Felten.

4. — Visto che la formula teorica per gli sforzi di flessione dà risultati tali che, quando si volessero integralmente adottare, obbligherebbero a costruire pulegge di diametro molto grande e funi a fili esterni molto sottili (*), e poichè non esiste un criterio esatto per la scelta del coeffi-

care se per eguale allungamento la rottura può avvenire a flessione come a trazione.

Poichè sussiste la relazione

$$\lambda = \frac{\delta}{2R}$$

e quindi

$$R = \frac{\delta}{2\lambda}$$

in cui R è il raggio di curvatura, δ , λ il diametro e l'allungamento, pel filo esaminato dal Vautier e che avesse poniamo lo stesso allungamento di rottura riscontrato per la funicolare di Montecatini cioè del 2.50 %, sarebbe

$$R = \frac{0,002}{2 \times 0,025} = 0,040$$

e lo sforzo di rottura si avrebbe nella fibra esterna per un raggio dieci volte più piccolo di quello dal Vautier medesimo calcolato.

Il lettore però potrebbe facilmente verificare che un filo di acciaio, avente il diametro di 2 mm. non si rompe neppure se ripiegato ad arco di soli 40 mm. di raggio e che, per ottenere la rottura a flessione, occorre ripiegare il filo più volte ed in senso opposto.

Ciò è perfettamente spiegabile senza porre in dubbio la teoria del Navier sulla flessione. Se infatti si tiene presente il diagramma degli sforzi dovuti a flessione per una sezione circolare, come è quella del filo, si scorge subito che, lo sforzo varia notevolmente da una fibra all'altra e non è fisicamente possibile la sola rottura della fibra esterna, perchè ciò dovrebbe avvenire in seguito al separarsi e allo strisciare della fibra medesima sulla successiva che, meno cementata, si allunga di meno. In altri termini, perchè avvenga la rottura, deve esser vinto anche lo sforzo radente tra una fibra e l'altra o lo sforzo alla rottura della fibra seguente.

Ne consegue che la fibra esterna benchè effettivamente cementata allo sforzo risultante dal calcolo, acquista un apparente aumento di resistenza unitaria, di cui in pratica è giusto tener conto, come effettivamente si farebbe, adottando i coefficienti di riduzione alla formula teorica.

Si può obiettare che il valore di questi coefficienti non è scientificamente determinato; ma non facciamo uso di tanti coefficienti empirici, primi fra gli altri, quelli detti di *sicurezza*?

Il continuare la discussione dell'argomento ci porterebbe fuori dei limiti che al nostro compito abbiamo assegnati; ma molto ci sarebbe da dire, specie per riguardo alla forma della sezione in rapporto alle conclusioni cui siamo pervenuti. È evidente, per esempio, ch'esse mal si applicherebbero alla sezione dei ferri a T, o a doppio T, pei quali la distribuzione della materia è conforme alle leggi ammesse circa il comportarsi della materia stessa, quando è assoggettata a sforzi di flessione.

(*) Per raggiungere il coefficiente di sicurezza 10 per la fune della funicolare in esame, adottando la formula teorica della flessione, occorrerebbe ridurre a mm. 0.62 il diametro dei fili esterni pur portando a 5 m. il diametro delle pulegge del subbio. Il secondo di questi due requisiti sarebbe, senza gran difficoltà, realizzabile, non così il primo. Il tenere infatti i fili esterni di diametro molto piccolo, sarebbe addirittura pericoloso perchè l'attrito sui rulli li esporrebbe a pronta rottura. E per questa considerazione che in pratica si fa proprio il contrario, cioè, come abbiamo visto

coefficiente di riduzione, sull'entità del quale, come si è innanzi notato, i vari autori non sono d'accordo, nel calcolo delle funi per ferrovie funicolari fu generalmente trascurata, specialmente da noi, in Italia, ogni considerazione relativa alla flessione. E le stesse Autorità governative, per la parte che loro spetta di sorveglianza nell'interesse pubblico, si limitarono a chiedere un elevato coefficiente di sicurezza; per modo che quasi tutti i capitolati annessi agli atti di concessione per la costruzione e l'esercizio di ferrovie funicolari obblighano semplicemente ad adottare una fune per la quale « lo » sforzo di rottura non sia minore del decuplo di quello di « lavoro » (*), senza però indicare in qual modo debba calcolarsi lo sforzo cui la fune può essere assoggettata.

Analogamente nel voto di approvazione al progetto della funicolare di Montecatini, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici prescriveva: « Il coefficiente di sicurezza della fune, » segnalato nella relazione (del progettista) dovrà essere » rificato all'atto pratico, tenendo conto del peso effettivo » delle carrozze, ed accertando che detto coefficiente non di » scenderà al disotto di *dieci* ». Ritenuto che nella indicata relazione, non era messo a calcolo lo sforzo di flessione e che il coefficiente di sicurezza imposto è molto più elevato di quelli che si richieggono per gli altri congegni metallici, è uopo dedurne che la prescrizione suddetta, riferendosi alla sola sollecitazione dovuta al peso delle vetture, intendesse col forte eccesso del carico di rottura, rispetto a quello di trazione, tener indiretto conto dello sforzo addizionale dovuto all'avvolgimento.

Ma questo metodo può, in qualche caso, condurre a non tenere esatto calcolo dell'effettivo lavoro cui resta assoggettato l'organo di trazione, giacchè, essendo lasciata libertà di scelta circa il diametro delle pulegge, può tale diametro essere assunto in modo che si verifichi uno sforzo di flessione tale da far discendere a limiti inammissibili il coefficiente di sicurezza complessivo. Sarebbe per lo meno necessario fissare, come consigliano alcuni autori, un rapporto minimo (da 700 ad 800) fra il raggio della puleggia e quello dei fili.

Neanche accoppiando queste due prescrizioni, si darebbe però una soluzione logica al problema. Giacchè se deve sussistere un determinato rapporto (coefficiente di sicurezza)

nella descrizione della fune, si tengono i fili esterni più spessi degli interni.

(*) Vedasi, ad esempio, quello per le funicolari di Genova, approvato con R. Decreto 29 settembre 1893.

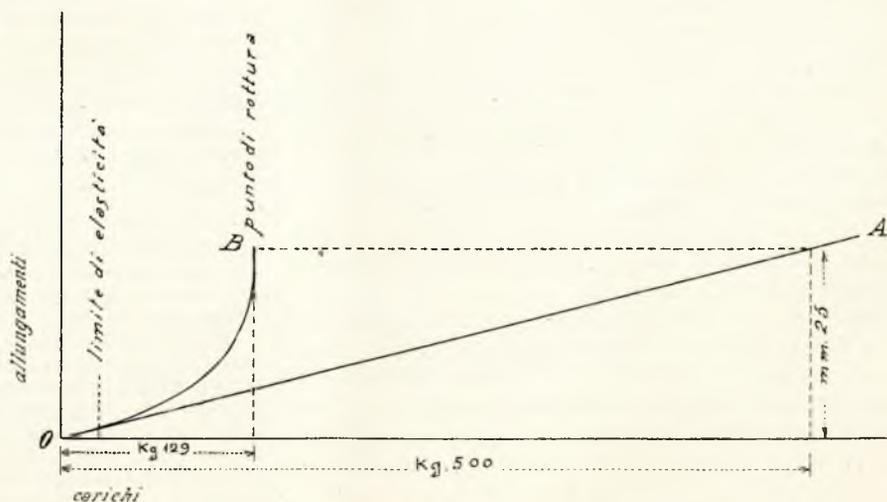


Fig. 86. — Diagrammi degli allungamenti della fune di trazione.

fra lo sforzo di rottura della fune e la sua sollecitazione massima di lavoro, questa componendosi di due termini additivi, è giusto ammettere un diametro minore nelle pulegge se lo sforzo di trazione è piccolo, mentre, viceversa, si dovrà esigere un maggiore diametro nelle pulegge se la fune è sottoposta a carico rilevante.

Ci pare quindi che, invece di ricorrere a mezzi indiretti di calcolo, che presentano il difetto di poter indurre in errore, possa ritenersi preferibile adottare un coefficiente di riduzione alla formula teorica e dedurre il lavoro effettivo della fune sommando le due sollecitazioni direttamente calcolate. Contemporaneamente si potrebbe ridurre il coefficiente di sicurezza, non più sussistendo una ragione per richiederlo in misura così elevata quale è quella del decuplo.

Per fissare le idee proponemmo di accettare come coefficiente di riduzione della formula teorica pel calcolo della flessione, quello dei $\frac{3}{8}$, tenendo buone le ragioni esposte al numero precedente, mentre che il coefficiente di sicurezza, per la maggior cautela che occorre in così importante ele-

mento degli impianti funicolari, si potrebbe assumere eguale ad otto, in confronto a quello di sei che si esige per i ponti metallici; ma esso dovrebbe risultare dal rapporto fra lo sforzo di rottura sperimentato per trazione e la somma delle due sollecitazioni (tensione dovuta al carico e tensione massima dovuta a flessione) direttamente calcolate.

In base agli esposti criteri, il coefficiente di sicurezza della fune, il cui esame forma oggetto di questa parte del nostro scritto, risulta di:

$$\frac{129}{10,22 + 5,40} = 8,25$$

superando notevolmente i coefficienti di sicurezza relativi alle funi di altre funicolari esercitate attualmente in Italia, come si rileva dalla seguente tabella in cui abbiamo raccolti gli elementi relativi alle funi di ciascun impianto, dando in ultimo i coefficienti di sicurezza calcolati allo stesso modo che per la funicolare di Montecatini.

	Dati relativi alle funicolari di						
	S. Pasquale a Chiaia (Napoli)	Montesanto (Napoli)	Superga (Torino)	Bergamo	Castellaccio (Genova)	Piazza della Zecca (Genova)	
Diametro dei fili della fune. mm.	1.9	1.9	2	1.9	2.2	2.2	
Sezione metallica della fune. mmq.	813.6	813.6	150	183.6	234	234	
Carico di rottura per »	134	134	144	83.6	109	110.6	
Sforzo massimo di trazione chg.	10365	10735	3760	2200	2171	2377	
Sforzo unitario di trazione »	12.74	13.20	25	15.87	9.20	10	
Diametro minimo delle puleggie mm.	2100	2100	2240	1500	3000	3000	
Sforzo unitario dovuto alla flessione chg.	7.50	7.50	6.66	9.51	5.61	5.61	
Coefficiente di sicurezza	tenuto conto della sola trazione	10.50	10	5.80	5.30	12	11.06
	tenuto conto della trazione e della flessione	6.70	6.40	4.65	3.30(*)	7.30	7.00

(*) La fune della funicolare di Bergamo è stata ricambiata.

Da questi dati ancor meglio si scorge come possa trarre in inganno il prescrivere un coefficiente di sicurezza, sia pure elevato, per la sola trazione, giacchè in alcuni impianti si verifica che mentre tale coefficiente resta anche al disopra del limite prescritto, il coefficiente complessivo, che è il vero rapporto fra lo sforzo di rottura ed il lavoro del materiale, risulta abbastanza basso.

5. — La trasmissione del moto della macchina alle vetture avviene per mezzo della fune, la cui tensione chiude la catena cinematica costituita dal meccanismo della funicolare.

Ma, affinchè avvenga la regolare trasmissione del moto, non soltanto lo sforzo della motrice deve vincere la differenza delle due tensioni nei capi di fune che rappresenta lo sforzo resistente, ma lo sforzo motore medesimo deve essere inferiore all'aderenza che si sviluppa sulla puleggia motrice e sulle puleggie ad essa accoppiate; se così non fosse, le puleggie girerebbero senza trascinare con esse la fune; avverrebbe cioè un fenomeno analogo a quello dello slittamento che si verifica per le locomotive.

Se chiamiamo con T e t le tensioni maggiore e minore che contemporaneamente si sviluppano ai due capi di fune, con e la base dei logaritmi neperiani, con α l'attrito fra la fune e le puleggie, con φ l'arco di avvolgimento, con S lo sforzo motore, le espresse condizioni verranno rappresentate dalle relazioni:

$$T - t \leq S \leq t(e^{\varphi \alpha} - 1),$$

e quindi, dovrà verificarsi:

$$T \leq t e^{\varphi \alpha}.$$

Il calcolo relativo a questa formula si basa sulla esatta conoscenza dei valori corrispondenti delle tensioni T e t e sulla conoscenza del coefficiente di attrito, il quale è variabile oltrechè colla natura del materiale costituente la gola anche col maggiore o minor grado di usura della fune, e che nei progetti d'impianti bisogna assumere molto basso per non essere poi obbligati a limitare la lubrificazione della fune, che tanto contribuisce alla sua buona conservazione (*). A tal proposito si nota che, per tenere in determinati limiti il coefficiente di aderenza, conviene unire al lubrificante, che potrebbe essere dell'ordinario sego da macchine, $\frac{1}{3}$ di colofonia (**).

Le esperienze fatte sulla funicolare di Montecatini fecero constatare che essendo l'arco di avvolgimento di $\frac{7}{6}$ di circonferenza, cioè di 420° , la regolare trasmissione del moto, nelle condizioni create dall'esercizio corrente, è assicurata.

(*) I dati che si hanno sul valore di φ sono molto disparati. Dal Levy-Lambert, *Chemins de fer funiculaires*, apprendiamo che sul piano automotore di Saillon, il valore di φ fu constatato di 0,10, mentre quello sperimentato dal Vautier sulla Lausanne-Ouchy fu di 0,06 in media, nè mai superò il valore di 0,07, e che infine il Widmer sulla funicolare di Belleville avrebbe trovato un valore molto più grande, cioè 0,30. Nessun'altra indicazione accompagna questi valori; sappiamo solo che il Vautier sperimentava con corde incatramate. Sarebbe stato necessario per lo meno indicare la forma delle gole delle pulegge: si sa infatti che se queste sono conformate a V con inclinazione di 30° sulla verticale, l'attrito aumenta di molto rispetto alle gole semicirculari. Sulla funicolare di Genova (corde incatramate, gole a semicerchio, non rivestite) si riscontrò $\varphi = 0,12$.

(**) Per la buona conservazione della fune di tanto in tanto si lubrifici con olio minerale che penetra nell'interno e impedisce la ruggine favorita dall'anima di canape che assorbe l'umidità.

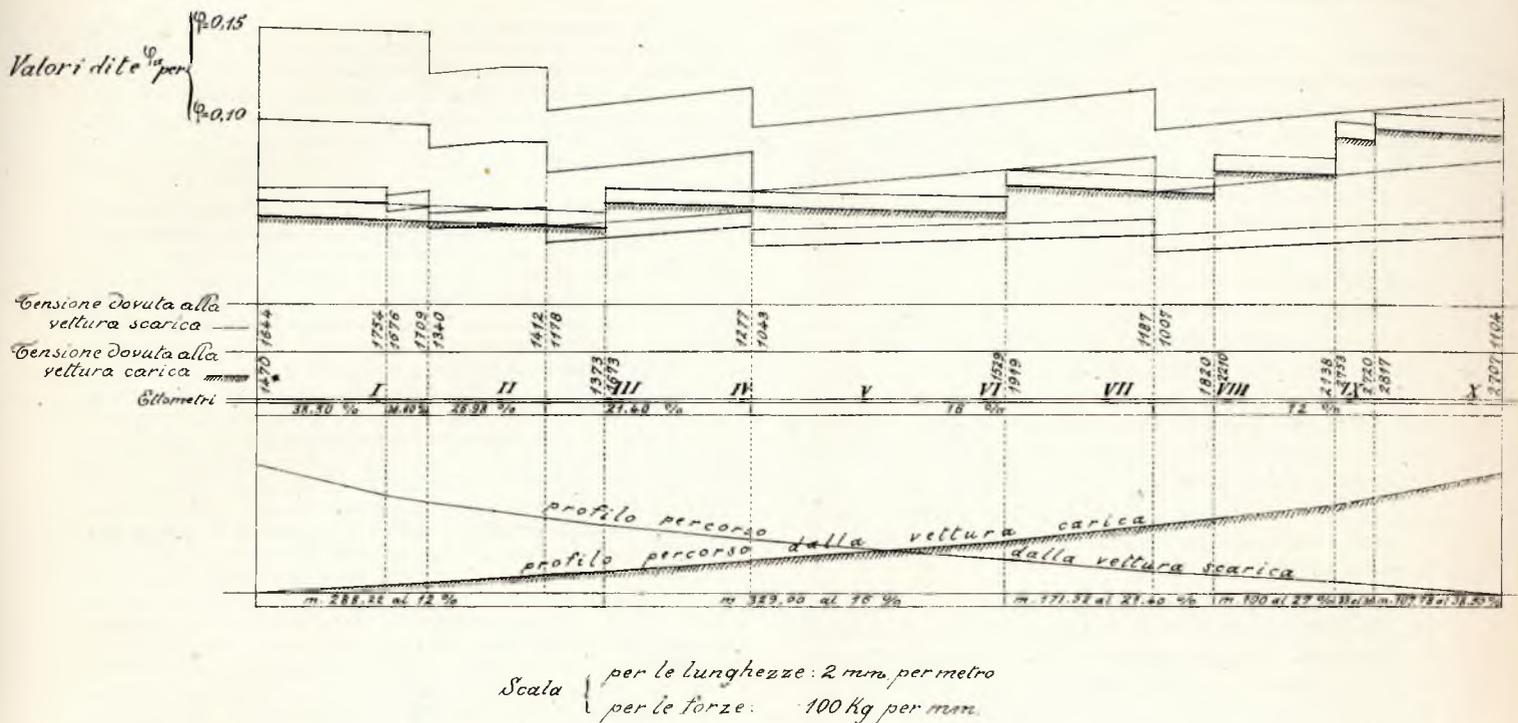


Fig. 87. — Diagrammi della tensione nei due capi della fune.

Queste esperienze valsero altresì a determinare il valore di ϕ , da ritenersi nel progettare impianti posti nelle medesime condizioni.

Per eseguire tale ricerca venne costruito il diagramma a fig. 87, nel quale, col solito ripiegò della inversione dei profili, sulla verticale che individua le posizioni coniugate delle due carrozze, si segnò il valore delle due tensioni dei capi di fune, dovute alle corrispondenti posizioni dei carichi, che si supposero uno al valor massimo (vettura completamente carica) e l'altro al valor minimo (vettura vuota). Colle linee parallele ai diagrammi di T e t si intese tener conto dell'aumento di tensione dovuto al *démarrage*.

E' evidente che il diagramma vale sia se la vettura carica è l'ascendente, sia se è la discendente: nel primo caso bisogna percorrere il diagramma da sinistra verso destra, nel secondo da destra verso sinistra (*).

L'insieme delle tensioni t , di quelle tensioni cioè a cui fa riscontro una tensione maggiore nell'altro capo di fune, crea l'involuppo delle t .

Si è poi disegnata la linea che rappresenta i valori $t e^{\phi}$, per $\phi = 0.10$ e 0.15 .

Gli esperimenti furono tre, così predisposti. La fune fu regolarmente lubrificata e sulla puleggia motrice si tracciarono delle generatrici in rosso per individuare la posizione delle carrozze in fin di corsa rispetto all'argano.

Nel primo esperimento si eseguirono due corse (una di andata e l'altra di ritorno rispetto alla stessa vettura) con disquilibrio di mezzo carico. La traccia della generatrice sulla fune si spostò rispetto a quella della puleggia di soli mm. 40.

Nel secondo si procedette nel modo medesimo, aumentando però il disquilibrio dei pesi ad un intero carico. Lo spostamento della traccia fu di mm. 50.

Nel terzo esperimento, sussistendo il disquilibrio dell'intero carico, arrestata la vettura carica nel punto della via che rende massima la tensione della fune, si avviò la motrice. Lo spostamento fu di metri 2,50.

(*) Si trascura così la piccola differenza dovuta al fatto che il segno di f (resistenza al moto), è positivo per la vettura ascendente, negativo per la discendente.

Nel primo e secondo caso si può ben ritenere che non vi fu vero scorrimento dovuto a mancanza di aderenza, il lieve spostamento delle tracce dovendosi, più che ad altro, addebitare alla elasticità della fune che, per la disposizione elicoidale dei suoi elementi (trefoli e fili) è paragonabile ad una molla: vero scorrimento vi fu invece nel terzo caso in cui l'ordinaria tensione sulla pendenza massima venne accresciuta dello sforzo addizionale dovuto al *démarrage*. Ma, appenachè, terminato l'effetto di questo, la tensione scese al valor normale, la trasmissione del movimento avvenne in modo regolare, essendosi potuto notare che lo scorrimento si verificò tutto in una volta all'atto della messa in moto. Ciò del resto sarebbe confermato dal secondo esperimento.

Per mezzo del grafico a fig. 87, sapendo la posizione delle due carrozze, si trovarono i valori di T e t che risultarono di $T = 3057$ e $t = 1068$, tenuto anche conto del *démarrage* pel valore di T .

$$\text{Dalla relazione } \phi = \frac{1}{\alpha} \log \operatorname{nep} \frac{T}{t}$$

si ricava poi $\phi = 0.143$.

È questo dunque presso a poco il valore di ϕ che si verifica nell'impianto di cui trattasi e che risulta sufficiente a evitare lo scorrimento in qualsiasi punto della corsa, quando però il meccanismo non sia nella condizione anormale creata coll'ultimo esperimento. Ad ogni modo poichè non è impossibile che anche nell'esercizio si verifichi il caso con tale esperimento riprodotto, è consigliabile di attenersi, nel progetto di un impianto simile, a valori più bassi, come 0.12 o 0.10. Altrimenti, specie dopo una certa usura dei fili, che ha per conseguenza una diminuzione di attrito, si vedrebbe la necessità, per non compromettere l'esercizio, di limitare la lubrificazione che, come si è detto, tanto contribuisce alla durata della fune metallica.

6. — Le funi metalliche sono soggette ad allungarsi sia per effetto della temperatura sia per effetto dell'andamento elicoidale dei fili e dei trefoli che per l'azione del carico vanno sempre più distendendosi. L'allungamento assume valori notevoli: si è riscontrato sulla funicolare di Belleville ch'esso raggiunge persino il 0.35 per cento. Nelle funicolari

a moto alternato tale allungamento può dar causa ad inconvenienti, perchè, allungata che sia la fune, la vettura discendente perviene al punto di fermata nella stazione inferiore prima che l'ascendente, su cui si regola la corsa, arrivi al punto di fermata nella stazione superiore; in tal caso la prima vettura urta contro i respintori. Bisogna perciò fare in modo che ad una determinata posizione (sempre la medesima) della vettura ferma nella stazione superiore corrisponda una determinata posizione della vettura ferma nella stazione inferiore, ciò che si ottiene mantenendo l'uguale lunghezza nella parte di fune che resta sulla via.

Dei vari sistemi adottati per mantenere l'invariabilità nella lunghezza della fune, quasi nessuno è privo d'inconvenienti: n'è invece, per quanto ci risulta, esente il mezzo adottato su questo impianto. Esso consiste nel rendere spostabile su di una slitta opportunamente conformata l'albero della puleggia motrice. La slitta, che vedesi disegnata a fig. 84, pag. 78 del capo precedente, è a superficie cilindrica circolare col centro nell'asse del rocchetto che ingrana la puleggia motrice del subbio.

La manovra necessaria per l'accorciamento della fune è facilitata da un apparecchio a vite perpetua con volantino a mano posto sul piano superiore, che riduce la forza necessaria a spostare la pesante puleggia. E' però necessario porre la fune in bando frenando le vetture allo scambio: il numero dei giri che deve fare la vite per ottenere una determinata riduzione della lunghezza di fune che deve rimanere sulla via deve calcolarsi tenendo conto che le pulegge del subbio funzionano come taglia, cioè che l'accorciamento della fune è eguale a tante volte lo spostamento della puleggia motrice sulla slitta, quanti sono i capi di fune che corrono fra le due pulegge.

7. — Sponderemo in ultimo poche parole sull'ancoraggio della fune alle vetture. Esso è ottenuto nel modo seguente. Si opera una forte legatura a circa dieci centimetri dall'estremo della fune, separando per questi dieci centimetri filo da filo. Ogni filo si ripiega all'infuori e con una speciale lega si forma, saldandovi i fili ripiegati, un rigonfiamento a tronco di cono che trattiene la fune a contatto del pezzo cilindrico *c* (vedi la fig. 92, pag. 95 nel capitolo seguente), introdotto nella fune prima di praticarvi la testa. La lega si compone di quattro parti di ordinario metallo da cuscinetti e di una parte di piombo.

(Continua).

NOTIZIE

La trazione elettrica e gli Osservatori magnetici. — L'egregio prof. Michele Rajna, dell'Osservatorio di Brera, in un suo recente articolo osserva che dopo la grande estensione che ha preso ai nostri giorni la trazione elettrica sui tram e sulle ferrovie, le osservazioni sul magnetismo terrestre, tanto interessanti dal punto di vista scientifico, riesciranno gravemente danneggiate, per non dire rese del tutto impossibili, nei luoghi dove si son fatte finora. Non solo si dovrà rinunciare, in quei laboratori, al perfezionamento sperimentale dei metodi e degli strumenti relativi al magnetismo terrestre, ma succederà il fatto doloroso che diversi Osservatori magnetici propriamente detti, benemeriti per lunghi e preziosi servigi resi alla scienza e che tra impianto e mantenimento costarono ai Governi somme ragguardevoli, si troveranno messi fuori di combattimento.

Questo è avvenuto a Washington ed a Toronto, e così sono rimasti paralizzati due fra i principali Osservatori magnetici del globo, gli unici sul continente nord-americano; lo stesso, o poco meno, è avvenuto a Greenwich, a Lione, a Clermont-Ferrand.

Minacciato è l'Osservatorio magnetico recentemente stabilito nel Parco St. Maur, a 7 chilometri dai limiti di Parigi.

A Kew, dove esiste dal 1842 in poi l'Osservatorio centrale britannico per la Meteorologia e la Fisica terrestre, essendo stato deciso l'impianto di un tram elettrico che sarebbe passato a 1200 metri di distanza dall'Osservatorio, si ottenne di far inserire nella concessione governativa

diverse clausole protettive e di sorveglianza. La principale è questa, che l'intero circuito deve essere isolato in tutta la sua lunghezza, e in ogni luogo i due conduttori, uno di andata l'altro di ritorno della corrente, non devono essere separati fra loro da una distanza eccedente un centesimo della distanza di quel luogo dall'Osservatorio di Kew. Malgrado ciò, il Rapporto 1898 del *Kew Observatory Committee* alla Società Reale di Londra dice che non si può contemplare il futuro senza apprensioni.

L'attuale sistema di disperdere la corrente nella terra per mezzo delle rotaie dà luogo a correnti vagabonde che si propagano a distanze considerevoli, di una o due decine di chilometri, e nel loro raggio d'azione alterano il campo magnetico terrestre in una maniera che sfugge ad ogni controllo. La distanza di propagazione dipende da fattori molto incostanti, come la direzione e l'intensità della corrente e lo stato di umidità del terreno. Esperienze appositamente istituite in Germania hanno mostrato che sopra una linea secondaria avente i suoi due capi messi a terra e distante 17 km. dalla linea in esercizio, venivano ancora indotte correnti avvertibili mediante il telefono.

Per alcune ricerche puramente di laboratorio è vero che si può rimediare alle influenze perturbatrici mediante l'adozione di strumenti speciali, ma per le osservazioni del magnetismo terrestre e delle correnti telluriche questo non è possibile, perchè qui si tratta appunto d'esplorare le condizioni naturalmente variabili del campo magnetico terrestre, in nessun modo alterate da perturbazioni artificiali.

Nel sistema a *trolley* si sa che tra il filo di linea e la vettura vi è un contatto scorrevole, per il quale la corrente passa al motore situato sotto la vettura e successivamente alle ruote, alle rotaie e da ultimo ad un altro filo di rame steso lungo una delle rotaie. Così dovrebbe la corrente ritornare alla dinamo generatrice e chiudersi il circuito. Ma le rotaie non sono isolate, e nemmeno è isolato il filo sotterraneo di ritorno; per conseguenza succede che la corrente si disperde nella terra con estese e capricciose derivazioni.

Oltre agli inconvenienti già accennati, vi sono poi da notare le azioni elettrolitiche che si generano nel terreno e che corrodono i tubi del gas e dell'acqua potabile, ed inoltre gli effetti d'induzione elettromagnetica, che producono correnti estranee e perturbatrici sulle linee telegrafiche e telefoniche.

L'argomento è stato discusso lo scorso settembre in una Conferenza internazionale di magnetismo terrestre ed elettricità atmosferica che si tenne a Bristol, insieme alla riunione dell'Associazione britannica per l'avanzamento delle scienze.

Il prof. Rücker mostrò alcuni diagrammi che rendono evidente l'azione prodotta sulla declinazione magnetica da una ferrovia elettrica in esercizio a Londra. A mezzo miglio inglese di distanza (800 metri) un ago magnetico mostrò delle oscillazioni continue, e talvolta uno spostamento completo nella sua direzione. Consimili disturbi furono osservati a Chelsea e all'Osservatorio di South Kensington, a distanze di 2 miglia e tre quarti, e di 3 miglia e mezzo dalle ferrovie elettriche (circa 4.400 e 5.600 metri). Alle 11 pom., quando cessarono di circolare i treni, la perturbazione a Chelsea cessò, per ricominciare la mattina dopo, alle 6, insieme con la ripresa dell'esercizio. In tali condizioni i risultati delle osservazioni magnetiche perdono ogni valore.

Passando a quanto riguarda l'Italia e particolarmente Milano, il prof. Rajna fa notare come l'Osservatorio di Brera abbia una delle più lunghe serie che si conoscano di osservazioni dell'escursione diurna della declinazione; la direzione del magnete vien letta ogni giorno alle ore 8 e 14 di tempo medio civile locale. Questa serie, che comincia col 1836 ed è continuata regolarmente, mostra con ogni evidenza la stretta connessione dei fenomeni del magnetismo terrestre con quelli dell'attività solare, misurati dalla frequenza delle macchie, la quale segue, come si sa, un periodo di circa undici anni. Le osservazioni magnetiche di Milano, paragonate con le osservazioni solari di Zurigo, mostrano ogni anno un accordo stretto e persistente tra i due ordini di fenomeni, per modo che si è potuto stabilire una forma empirica mediante la quale, dato il *numero relativo* che esprime la frequenza media delle macchie solari osservate durante un anno, si calcola il valore che dovrà avere a Milano la media annuale delle escursioni diurne del magnete di declinazione, e si trova sempre un valore che concorda molto soddisfacentemente col risultato delle osservazioni.

Naturalmente, l'introduzione in Milano della trazione elettrica sulle linee dei tram, cominciata in dicembre 1893 con la linea da Piazza del Duomo al Sempione, proseguita in ottobre 1895 con la linea di Musocco, ed estesa successivamente (dal maggio 1897 al dicembre 1898) a tutte le altre linee, ha preoccupato gli astronomi dell'Osservatorio di Brera, il cui illustre Direttore prof. Schiaparelli, nel suo *Rapporto* intorno ai lavori della Specola nel 1898 all'*Astronomische Gesellschaft*, si esprimeva così:

«Nelle consuete osservazioni della declinazione magnetica fatte ogni giorno alle ore 8 e 14 di tempo medio civile locale per lo studio della nota corrispondenza col periodo delle macchie solari, è entrata recentemente come elemento perturbatore l'introduzione in Milano dei tramways elettrici a filo aereo e ritorno di corrente per via di terra. Di questi tramways uno passa a 120 metri dalla linea verticale dove (all'altezza di 18 metri sul livello del suolo) è collocato il magnete, un altro a 200

metri, un terzo a 230: altri a distanze alquanto maggiori circondano l'Osservatorio da ogni parte. Questa circostanza non sembra aver avuto tutti i cattivi effetti che se ne potevano aspettare. Diverse serie di osservazioni prolungate per tutte le 24 ore di 10 in 10 minuti, durante l'attività e durante il riposo dei tram, come pure la comparazione dei risultati ottenuti nel nuovo stato di cose coi risultati anteriori, non hanno condotto a riconoscere alcun grave effetto sulla quantità che si cerca, cioè sull'escursione quotidiana compiuta dal magnete fra le due epoche in cui si fa la lettura, cioè fra le ore 8 e 14. Forse ciò è dovuto in parte alla circostanza che la causa perturbatrice è in azione tanto ad 8^h quanto a 14^h. Del resto non si trascurerà alcuna occasione che si presenti, di esaminare la cosa anche più accuratamente di quello che si è fatto. L'accordo dei numeri ottenuti dall'osservazione con la formula desunta dai numeri relativi delle macchie solari continua ad essere soddisfacente».

Il prof. Rajna conclude non potersi disconoscere la convenienza che gli Osservatori, magnetici e non magnetici, abbiano ad emigrare dalle grandi città moderne, dove si trovano a disagio per più ragioni. E si capisce come la sede più opportuna per un Osservatorio non può essere altro che l'aperta campagna, dove gli strumenti si possono fondare direttamente sul terreno e non si è costretti a collocarli in cima alle torri in condizioni d'imperfetta stabilità; dove la tranquillità dell'aria, che è una condizione *sine qua non* di buone immagini telescopiche, non è soggetta a perturbazioni locali dovute all'irradiazione di migliaia di metri quadrati di tetti; dove l'aria non è carica di pulviscolo, che ne altera la trasparenza sia direttamente, sia come provocatore di nebbie; dove, infine, si è lontani dagli alti camini industriali, dai fari di luce elettrica e dalle linee tramviarie a trolley.

(*Rivista Scientifico-Industriale*).

La trazione elettrica sulla linea Lecco-Colico-Chiavenna-Sondrio. — Dagli *Atti della Associazione elettrotecnica italiana* togliamo le notizie che seguono sull'impianto che sta per compiersi per la trazione elettrica lungo la linea Lecco-Colico con diramazioni per Chiavenna e per Sondrio.

L'accennata linea ferroviaria, lunga complessivamente 90 km., forma un sistema quasi indipendente dal resto della rete e si trova in condizioni di traffico tutt'affatto speciali. Il servizio viaggiatori in certe epoche dell'anno, e specialmente nei mesi estivi, assume un'importanza straordinaria rappresentando il 65 0/0 degli introiti totali. Tali viaggiatori sono specialmente turisti; quindi s'impone un buon servizio con treni diretti celeri, con materiale di lusso ed inoltre un oneroso servizio di trasporto bagagli, fatto contemporaneamente a quello viaggiatori, i quali possono in certi casi presentarsi in numero straordinario. Occorre adunque un'unità di treno piuttosto forte.

Oltre al servizio di transito si verifica su dette linee anche un discreto movimento locale di viaggiatori ai quali, al contrario dei precedenti, importa più che il lusso dei treni, la frequenza e la rapidità dei medesimi e la modicità dei prezzi.

In queste condizioni si tratta di disimpegnare elettricamente un completo servizio ferroviario, che in certe epoche dell'anno ha tutte le esigenze di quello d'una linea primaria, e al conseguimento di questo difficile compito il servizio è stato organizzato partendo dai seguenti criteri generali: 1° separare completamente il servizio merci da quello viaggiatori; 2° distinguere assolutamente nella composizione e nell'orario i treni diretti facenti servizio fra le stazioni estreme e composti di sole carrozze di 1° e 2° classe da quelli di servizio locale con soli posti di 2° e 3° classe; 3° dare ai treni una capacità sufficiente pei bisogni prevedibili, facendo fronte ai bisogni eccezionali coll'aumentare il numero anziché il peso dei treni, cioè coll'introdurre treni facoltativi pel servizio merci e treni *bis* per quello viaggiatori.

Per la varia e spesso grande frequenza di treni che così viene ad aversi col nuovo sistema di trazione, s'impone la necessità di poter fare affidamento, per la circolazione dei convogli, su basi più sicure che non quelle del biocco telegrafico; verrà quindi applicato l'apparecchio Webb-Thompson di staff elettrico unitamente alla manovra centrale delle leve col sistema idrodinamico Bianchi e Servetaz, essendo la disposizione dei circuiti tale che non si ha corrente sulla linea d'arrivo, quando il segnale a distanza di protezione d'una stazione è all'arresto e gli scambi non sono disposti per il ricevimento d'un treno, ed inoltre, allorchè per rispetto ai segnali manca la corrente, funziona automaticamente la valvola del freno Westinghouse, di cui è munito ogni treno.

Organizzato il servizio su queste basi, corrispondentemente alle nuove esigenze del traffico, nel progetto in esame si hanno i treni viaggiatori del peso di 65 T, di cui la vettura automobile pesa 30 T circa e che potendo marciare a 60 km. sulle pendenze sino a 10 0/0 ed a 30 km. sino al 20 0/0, ha una potenzialità di 300 HP. I treni merci marciano rispettivamente a 30 e 15 km. ed hanno un carro motore capace d'uno sforzo di trazione di circa 5000 kg. il che corrisponde al rimorchio di 200 T. utili, ossia di 15 o 20 carri.

A questi dati sulla organizzazione generale del servizio, aggiungiamo un cenno descrittivo dell'impianto.

La forza motrice necessaria per l'esercizio della linea, potendosi avere contemporaneamente in circolazione 5 treni viaggiatori e 2 treni merci, è di 2500 HP normali e 3500 HP massimi alla officina centrale,

supposto un rendimento complessivo del 65 0/0 circa, in condizioni di massimo lavoro sulla linea.

La forza idraulica si ottiene all'officina presso la stazione di Morbegno, a 16 km. da Colico, avendosi in magra 12 m. c. d'acqua sotto un salto utile di circa 30 m. La derivazione ha luogo presso il ponte di Desco della strada nazionale dello Stelvio, e l'acqua vi è portata con un canale di m. 4500, scavato completamente in tunnel. L'officina si compone di tre gruppi generatori di turbine a reazione ad asse orizzontale di 2000 HP ognuna con servomotori per la regolazione, direttamente accoppiate ad altrettanti alternatori trifasici, generanti 2000 Kilo-Vatt-Ampere a 1500 volt direttamente con una frequenza di 15 periodi completi al 1", aventi un'eccitatrice direttamente montata sullo stesso albero. La linea primaria a 15000 volt si svolge per tutto lo sviluppo della ferrovia su isolatori in porcellana a tripla campana e sulla parte esterna, ma sulla stessa palificazione di quella di servizio, staccandosene solo nei punti in cui la ferrovia si svolge in tunnel, causa le difficoltà d'isolamento che s'incontrerebbero in questi.

Essendo la tensione sulla linea di servizio a 3000 volt, le sottostazioni di trasformazione sono tenute a 10 km. circa di distanza. L'intensità di corrente sulla linea di servizio rimane limitata a poche decine d'Ampère, e se il diametro del conduttore è scelto in 8 mm., non è tanto per considerazione della conducibilità, quanto per quella della resistenza meccanica.

Ingegnerosissimo è il meccanismo del trolley a rulli d'alluminio per la presa di corrente, onde essere garantiti del suo costante contatto coi conduttori, e non meno ingegnose sono le speciali disposizioni di telai sorreggenti i fili di linea, mediante cui sono felicemente risolti tutti i complicati scambi delle varie stazioni, senza tema di corti circuiti, nè d'interruzione di corrente sui motori.

Le vetture automobili che servono pel servizio viaggiatori portano 4 motori da 75 a 150 HP ognuna, quelle per il servizio dei treni merci hanno altrettanti motori da 125 a 250 HP essendo la disposizione di questi motori identica come nelle prime.

Dei 4 motori due soli funzionano continuamente, vale a dire sono sempre sotto corrente ed il loro primario lavora a 3000 volt; gli altri due entrano in funzione quando occorre marciare a mezza velocità, ma occorre contemporaneamente avere disponibile uno sforzo di trazione molto più elevato.

Con tale equipaggiamento elettrico riesce possibile superare le seguenti pendenze: piena velocità (60 km. all'ora) sola vettura automobile 25 0/0, treno di 65 T 10 0/0; mezza velocità (30 km. all'ora) 65 0/0, treno di 65 T 30 0/0. Le vetture riescono così adatte anche a servizi diretti per gli eventuali prolungamenti delle linee oltre le stazioni estreme di Sondrio e di Chiavenna.

Una speciale disposizione dei motori permette inoltre che le stesse vetture possano anche servire per il caso d'un servizio da Lecco a Milano, pel quale è prevedibile l'impiego d'una velocità superiore. Basterebbe all'uopo avere una corrente colla frequenza di 20 periodi anzichè di 15 per portare la velocità di marcia da 60 e 30 km. all'ora, rispettivamente a 90 e 45, sempre senza oltrepassare i 3000 volt di tensione.

I lavori di adattamento ed impianto della linea sono già a buon punto e tutto fa sperare che fra breve essa possa felicemente essere inaugurata e così anche l'Italia potrà vantare d'aver applicata la trazione elettrica all'esercizio d'una estesa rete ferroviaria.

(*Bollettino della Società degli Ingegneri*, ecc., in Roma).

Vetture automobili elettriche italiane. — Un'automobile di forma esterna simile ad un forgiere postale, ma di forma realmente bella ed elegante, si da gareggiare colle migliori *voitures de livraison* dei grandi magazzini di Parigi, fu vista correre le vie di Torino, in marzo ed aprile, alcune corse di prova, prima di essere inviata a destinazione. E fu notata particolarmente la facilità di sterczare, di arrestarsi ed avviarsi, e di cangiare velocità, non che l'assenza di quei rumori, odori e scuotimenti rapidi e continui, che sono i principali difetti dei motori a benzina.

L'automobile era destinata quale vettura di trasporto per un grande liquorista di Buenos-Ayres, e fu costrutta dalla Ditta ing. Caramagna e Comp. di Torino, dietro ordinazione dello studio d'Ingegneria, Banzatti e Villa.

Il treno è costituito da quattro ruote ordinarie da vettura, due posteriori grandi, motrici; due anteriori piccole, direttrici. Tutte le ruote sono montate con gomme piene.

Sul davanti è il sedile per il guidatore ed un posto per un fattorino. Il sedile è riparato da una leggera cuffia con tendine.

La parte posteriore è una cassa, le cui pareti servono alla *riçlame*.

Lo sterzo è quello ordinario delle vetture trainate da cavalli. Lo spostamento del cerchio inferiore solidale alla sala anteriore si ottiene con una trasmissione a catena da bicicletta tra due rocchetti dentati, uno dei quali è calettato sull'asta verticale, sporgente sul dinanzi del posto del guidatore e terminante con un volantino, su cui rimane generalmente una mano del guidatore.

Il freno meccanico è pure di costruzione ordinaria. Comprende cioè una leva con nottolino impegnantesi nelle tacche di un settore dentato. Alla leva è solidale un tirante, agente su due bandelle abbrac-

cianti apposite fasce concentrate ai mozzi delle ruote posteriori e fissate alle medesime.

L'equipaggiamento elettrico comprende: Una batteria d'accumulatori, un motore elettrico, un regolatore di marcia (*controller*), due lampade elettriche e i necessari organi di collegamento delle parti suddette.

La batteria è costituita da elementi Pescetto (costruiti dalla Società italiana di elettricità ex-Cruto di Torino). Essa ha il peso di 600 kg., ed è disposta parte sotto la cassa ad armadio posteriore e parte sotto il sedile del cocchiere. I collegamenti dei vari elementi sono fatti in modo che, per caricarli, gli accumulatori non devono togliersi dalle loro sedi. Tuttavia il ricambio della batteria può farsi in pochi minuti.

Il motore elettrico può sviluppare la potenza di cavalli da 3 1/2 a 4, e non pesa che 105 kg. L'albero del motore, ad una estremità, sporge oltre la bronzina, e porta infilato un rocchetto dentato di bronzo. Questo imbocca con una ruota dentata cilindrica calettata su un contr'albero, che porta un gruppo differenziale, per cui le estremità del contr'albero possono girare indipendentemente una dall'altra. Su queste estremità sono fissati due rocchetti dentati, che, mediante catene da bicicletta, trasmettono il movimento a due ruote dentate fissate sulle razze delle ruote posteriori, concentricamente ai mozzi.

Il regolatore di marcia o *controller* trovasi in un astuccio metallico fissato sulla parete anteriore del sedile del guidatore. Esso permette di effettuare i vari raggruppamenti degli accumulatori, variando così la velocità del veicolo. Vi sono cinque posizioni del manubrio di comando, che permettono di variare la velocità da 1 a 15 km. all'ora. Il *controller* porta pure un secondo manubrio per l'inversione di marcia.

La vettura può percorrere 50 km. senza ricarica, con velocità di 12 a 15 km. all'ora. La spesa di esercizio fu verificata aggirarsi tra centesimi 6 a 7 per ogni chilometro percorso. Ma questa spesa può essere di gran lunga minore, ove si abbia a disposizione della corrente più adatta per questo scopo, di quella in vendita a Torino.

Il peso totale della vettura finita è di circa kg. 1300.

Tutto l'equipaggiamento elettrico (tranne gli accumulatori) fu fornito dalla Ditta ing. Caramagna e Comp. su suoi disegni originali ed appositamente studiati. La Ditta stessa disegnò inoltre la vettura, che fu eseguita dalla premiata fabbrica Giacinto Ciocca.

Con questa vettura si percorsero più di 400 km. in prova senza il minimo inconveniente, a divenendosi poi a regolare collaudo per parte degli acquirenti e con esito soddisfacentissimo. Noi facciamo voti che questa prima automobile elettrica torinese, onorando nella capitale argentina la nostra in lustria, provochi un vero sviluppo di questo nuovo ramo di costruzioni meccaniche.

(L'Automobile).

*

Di questi giorni, per le vie di Milano fu vista una vettura elettrica, costruita da una Casa francese su indicazione degli ing. Turinelli, Pezza e Comp. di Milano, ed affatto simile a quella del solito tipo usato per la trazione animale.

Ha quattro ruote, tutte munite di gomma. Le due anteriori, che sono motrici e direttrici, hanno diametro di m. 0,80, e le posteriori di m. 1, gomme comprese. Le gomme delle ruote anteriori sono pneumatiche Michelin da 100 mm.; quelle delle ruote posteriori sono piene *compound*, di 60 x 70 mm. Il carico lordo massimo sulle ruote anteriori può essere di 900 kg.; quello sulle posteriori di 1000 kg.

La cassa della carrozza, supportata da molle, è separata dall'intelaiatura ed è ricambiabile colla massima facilità, bastando svitare sei bulloni. Onde alla vettura in parola può essere applicata una cassa a forma di vittoria a quattro posti, od una a forma di *brougham*, pure a quattro posti. Essa può quindi trasportare quattro viaggiatori all'interno e due nel serpe, più ancora 100 kg. circa di bagaglio.

Le casse degli accumulatori sono sospese sulle molle medesime, le quali sopportano la cassa della vettura. Gli accumulatori sono del tipo Faure, formati di 44 elementi: tensione massima 110 V, capacità 150 Ah, peso complessivo 453 kg. Sono divisi in due batterie, ciascuna di 22 elementi, poste l'una sotto al serpe, l'altra sotto al sedile posteriore; funzionano, a seconda della velocità, in serie o in parallelo. La carica completa importa circa 180 ettowatt-ora, ed è sufficiente, a seconda del terreno e della frequenza del *demarrage*, per un percorso da 100 a 160 km.

I motori sono due, da 4 HP ciascuno, a 4 poli, montati su di un perno verticale solidale col perno delle ruote anteriori, alle quali trasmettono il movimento direttamente per mezzo di ingranaggi elicoidali nel rapporto da 1 a 16,5. Fanno da 900 a 2500 giri; sono a carcassa poligonale con doppio avvolgimento su gli induttori, a filo fino e a filo grosso. L'indotto è a tamburo, sostenuto a sbalzo, e rotola su sfere.

Le variazioni di velocità si ottengono, e questo è notevole, senza inserire resistenze, ma variando, con opportuni movimenti del *controller* manovrabile dal serpe, la eccitazione sui due motori, che sono a quattro poli, e l'accoppiamento delle due batterie. Le posizioni che può avere il controllo sono le seguenti:

00 Marcia indietro;	4. Velocità di 12 km.;
Posizione media: freno senza ricupero;	5. » 16 »
1. Velocità di 4 km.;	6. Freno con ricupero;
2. » 8 »	7. Velocità di 25 km.;
3. Freno con ricupero;	8. » 30 ».

Nelle posizioni di freno con ricupero, i motori mossi per la forza viva della vettura o per la discesa, funzionano da dinamo e ricaricano gli accumulatori.

La vettura è anche munita di freno elettrico, che funziona colla messa in corto circuito degli indotti dei due motori: frena a qualunque velocità, fermando in uno spazio massimo di 4 m. circa, se la velocità è di 30 km. Un freno sussidiario a nastro, per fermata istantanea, agisce su due puleggie montate sul medesimo asse delle ruote posteriori.

Gli ingegneri Turinelli e Pozza intendono adibire questo tipo di carrozza al servizio pubblico da piazza della città di Milano, e ne intraprenderanno quanto prima in Milano stessa, in stabilimento proprio, la fabbricazione.

Il costo di tali vetture si preventiva di circa L. 6000, compreso il ricambio della vittoria e del *broughan*.

Quanto alle spese d'esercizio, la nuova carrozza elettrica, nell'ipotesi di un percorso giornaliero di 45 km., supposto l'ettowatt a 5 cent., importerebbe una spesa di L. 13,45 al giorno, compresi gli ammortamenti, mentre un *fiacre* ad un cavallo importa, per un eguale percorso giornaliero, una spesa di L. 13, ed un'automobile a benzina una spesa di L. 25.

E giova sperare che non solo a Milano, ma in tutte le principali città italiane vengano adottate le vetture automobili elettriche, come già a Parigi, dove 500 fanno già regolare servizio, e nel prossimo anno saranno portate a 1000.

(L'Elettricista).

BIBLIOGRAFIA

Ing. B. TEMPESTINI. — Sul regime dei fiumi e torrenti e sui sistemi di difesa contro i medesimi. — Op. in 8°, di pagine 28 (Estratto dal *Bollettino della Società Toscana degli Ingegneri ed Architetti*). — Firenze, 1899.

L'ingegnere Brunellesco Tempestini, addetto all'Ufficio Tecnico Provinciale di Firenze, nella prima parte di questo suo studio ricorda e brevemente riassume una precedente sua Memoria presentata al 2° Congresso degli Ingegneri ed Architetti italiani e pubblicata nel volume degli Atti, nella quale si passano a rassegna quasi tutti gli argomenti sul regime e sulla sistemazione dei corsi d'acqua, così dei torrenti, come dei fiumi.

E successivamente prende in esame le autorevoli opinioni prevalse in merito ai provvedimenti suggeriti e suggeribili allo scopo di diminuire le grandi piene del Tevere, osservando:

1° Che i *rimboschimenti* non potrebbero suggerirsi che nelle regioni montuose più elevate, non mai ove fossero possibili le ordinarie colture, nè si dissimula le difficoltà materiali delle piantagioni in luoghi denudati, ed il tempo lunghissimo ad ottenere un effetto vantaggioso;

2° Che malgrado l'applicazione fattane in Francia nel bacino dell'Alta Loira, la maggior parte degli Idraulici italiani non è favorevole all'impianto dei *bacini di trattenuta*, che secondo il Lombardini costano assai, esigono molto personale ed un servizio complicatissimo;

3° Che sarebbe ingiusto negare i vantaggi del sistema delle *arginature insommergibili*, escogitato dai padri nostri avanti che nascesse la scienza delle acque, ad onta delle gravi obiezioni degli Ingegneri francesi, a capo dei quali il Dausse, che ne propose senz'altro la riduzione in arginature sommergibili, mentre e per le condizioni di fatto e per i risultati ottenuti ed ottenibili, seguendo le buone massime del Guglielmini, del Lombardini e del Turazza, vuol essere di necessità mantenuto, continuando giudiziosamente a provvedere alla resistenza delle arginature esistenti; e quanto ad estendere il sistema a nuove applicazioni, queste vogliono essere limitate a quei tratti di fiume capaci di acquistare una completa stabilità di fondo;

4° Che fra i provvedimenti intesi a diminuire l'altezza delle piene entro l'alveo arginato dei fiumi, le *rettificazioni* non sono consigliabili che negli ultimi tronchi presso le foci, con che si assegnino ai drizzagni ampie golene: i *diversivi di fondo* furono ritenuti inefficaci e contrari al buon regime da tutta la Scuola idraulica italiana, dal Guglielmini al Paleocapa, il quale ultimo ordinava la chiusura del noto diversivo del Castagnaro con notevole vantaggio per il regime dell'Adige; gli *sfioratori* immaginati per evitare i gravissimi inconvenienti dei diversivi, risultano tanto meno efficaci quanto più a diminuire tali inconvenienti elevasi l'altezza dello stramazzo, e possono soltanto avere una importanza in casi speciali favorevoli alle colmate per bonifiche di terreni, al pari delle *casce di espansione*.

Onde l'Autore ne conclude la necessità per ogni corso d'acqua di uno studio idrologico e statistico per stabilirne secondo leggi razionali il regime generale, in base al quale con opportuni tagli e nuove inalveazioni, e coll'indispensabile impiego di argini ortogonali nei tratti superiori e longitudinali negli inferiori, e colla indispensabile e continua sorveglianza contro gli abusi o le incuranze dei rivieraschi, si potrà in ogni caso speciale addovere alla regolare sistemazione di ciascun fiume importante e de' suoi tributari.

G. S.