

**CIRCOLARE MINISTERIALE 21 dicembre 1938, n. 25657. - Funivie**

**- Norme ed istruzioni atte a garantire la sicurezza delle funi portanti.**

Allo scopo di garantire la sicurezza delle funi portanti delle funivie, evitando il ripetersi degli inconvenienti che ebbero a verificarsi in una di tali funi in servizio sulla funivia Bologna-Santuario Madonna di San Luca, dispongo, intesa in merito la Reale Commissione per le funicolari aeree e terrestri, che da parte dei Circoli ferroviari di Ispezione siano osservate le seguenti norme:

1° In occasione della visita annuale agli impianti delle funivie, il Direttore dell'esercizio, alla presenza di un ingegnere del Circolo ferroviario, deve eseguire la misura dei consumi dei fili delle funi portanti, prodotti dallo strisciamento sulle scarpe di appoggio. A tale uopo la fune portante dovrà essere girata o sollevata sulle scarpe in maniera da rendere visibili e comodamente misurabili tutti i consumi dei fili. Si determinerà poi la lunghezza media  $l$  delle abrasioni, facendo la media aritmetica, tra le lunghezze massime delle abrasioni dei singoli fili di tutti i trefoli compresi nella striscia di maggior consumo, tenendo anche conto di eventuali consumi nulli e quindi lunghezze nulle.

La lunghezza media  $l$ , come sopra determinata, dovrà essere registrata sul libro della funivia.

A giudizio dell'ingegnere del Circolo ferroviario, ove se ne presentasse la necessità, potranno essere prescritte eventuali altre misure durante l'anno.

Qualora il rapporto tra la lunghezza  $l$ , come sopra determinata, e la lunghezza  $L$  del passo del filo nel trefolo cordato superi il valore massimo indicato nella seguente tabella, dovrà subito provvedersi ad un opportuno scorrimento longitudinale della fune in maniera da portare completamente fuori della scarpa, in ogni condizione di esercizio, il tratto che prima vi strisciava, operando contemporaneamente una rotazione della fune di 180° intorno al proprio asse.

Grado di stabilità della fune nuova .....	3,5	4 —	4,5	5 —
Massimo per $\frac{l}{L}$ .....	0,20	0,25	0,28	0,30

*N. B. — Per valori intermedi del grado di stabilità, interpolare linearmente.*

2° Ove non potessero effettuarsi scorrimenti longitudinali, ed in ogni altro caso, le funi portanti dovranno essere tolte di opera, allorché il grado di stabilità, calcolato come appresso, scende ad disotto di 3. Il grado di stabilità in tale caso si calcola, facendo il rapporto:

$$\frac{R \cdot a}{t}$$

dove  $R$  è la resistenza del materiale costituente i fili espressa in kg./mmq.,  $t$  è la sollecitazione unitaria della fune nuova calcolata nel punto ove si verifica il massimo consumo, espressa in kg./mmq.,  $a$  è il coefficiente di riduzione della sezione dei fili consumati che si ricava in ordinate dal grafico allegato in funzione del rapporto tra la lunghezza media di abrasione  $l$ , determinata come il precedente n. 1, e la lunghezza del passo del filo nel trefolo cordato.

3° Nel calcolare il grado di sicurezza della fune secondo quanto è stabilito alla lettera d) del par. 5, capo I, parte II del Regolamento approvato con Decreto ministeriale 31 agosto 1937, n. 2672 (grado di sicurezza minimo 3,2) nel caso che si abbiano fili rotti in

Grado di stabilità a fune nuova .....	3,5	4 —	4,5	5 —
Riduzione della sezione.....	11 %	19 %	25 %	30 %

*N. B. — Per valori intermedi interpolare linearmente.*

corrispondenza dei tratti consumati fino ai limiti di cui alla tabella del precedente n. 1, anzichè partire dalla sezione metallica originaria, si partirà da questa ridotta delle seguenti percentuali a seconda del grado di stabilità della fune nuova:

Nel contempo però si considererà nel calcolo anzichè lo sforzo totale massimo assiale sopportato dalla fune, la sollecitazione effettiva corrispondente al tratto in esame.

4° Le scarpe di appoggio delle funi portanti debbono essere rivestite con materiali idonei a limitare l'usura dei fili.

Le scarpe di appoggio delle funi portanti debbono essere munite di efficaci dispositivi atti a garantire l'infiltrazione e la presenza di lubrificante tra fune e scarpa.

Il lubrificante deve essere di ottima qualità ed il meglio adatto allo scopo.

Per la più conveniente applicazione poi delle norme sopra indicate devonsi seguire i seguenti criteri:

## **1. - MISURA DEI CONSUMI DEI FILI DELLE FUNI PORTANTI.**

Per poter effettuare comodamente la misura dei consumi dei fili delle funi portanti sulle scarpe di appoggio, occorre renderli ben visibili. Prima cosa da fare è portare in vista la parte di fune che striscia sulla scarpa ed a tale scopo possono seguirsi due sistemi: far ruotare la fune di 180° intorno al proprio asse mantenendola sulla scarpa, o sollevare la fune dalla scarpa.

### *a) Rotazione della fune sulla scarpa.*

Tale sistema è il più semplice, il più rapido ed il più comodo e conviene seguirlo sempre che sia possibile. La vettura deve essere lontana dalla scarpa e possibilmente su una campata diversa da quelle adiacenti alla scarpa stessa.

Si monteranno sulla fune, prima e dopo la scarpa di appoggio, due morsetti ai quali possano applicarsi due leve trasversali di opportuna lunghezza. Agendo nello stesso tempo e concordemente sulle due leve si provocherà la rotazione della fune e si proseguirà finchè tutta la parte che era a contatto con la scarpa non risulti in vista; le leve saranno poi mantenute nella posizione assunta con corde o con altri sistemi.

### *b) Sollevamento della fune dalla scarpa.*

Tale sistema è più laborioso e richiede la predisposizione sul cavalletto, o nella stazione, di un attacco robusto per il paranco.

Può venire seguito tutto le volte che non è assolutamente possibile far ruotare la fune.

La vettura deve essere lontana dalla scarpa. La fune deve essere presa da una robusta staffa che la abbranchi in due punti alle estremità della scarpa; dovrà farsi attenzione di proteggere opportunamente la fune (con stracci, cartone, ecc.) nei tratti abbrancati dalla staffa. Con un paranco sufficientemente robusto si solleverà la staffa finchè la fune sia tanto alta sulla scarpa da poter comodamente vedere la parte che vi poggiava.

Nel far ridiscendere la staffa, ad operazione ultimata, la fune dovrà essere opportunamente guidata, in maniera che si riadagi sulla scarpa senza pericolo di fuoriuscita.

Messa in vista la parte di fune che striscia sulla scarpa si provvederà a pulirla dal grasso che la ricopre, facendo uso di nafta con l'ausilio di spazzole metalliche e stracci, fino a che i fili e le eventuali abrasioni risultino perfettamente visibili e pulite.

Per misurare la lunghezza  $l$  delle abrasioni deve farsi uso di un calibro, che dia l'approssimazione almeno di 1/10 di mm., operando come in fig. 1 ed avendo l'avvertenza di disporre le lame del calibro esattamente in corrispondenza degli estremi A e B dell'ovale formato dall'abrasione, aiutandosi se del caso con una lente di ingrandimento.

Per determinare la lunghezza media  $l$  da registrare sul libro della funivia, occorre misurare tutte le lunghezze delle abrasioni dei fili esterni dei trefoli esterni compresi nella zona, di massimo consumo e farne la media.

Supposta per esempio una fune Ercole normale a 133 fili, i trefoli esterni sono 12 composti ciascuno da 1 filo anima, e 6 fili esterni, quindi si dovranno misurare le abrasioni sui 12 trefoli contigui, e per ognuno su 6 fili contigui, in totale 72. Nella zona del massimo consumo la fune presenti l'aspetto come nella fig. 2: le misure danno i seguenti risultati:

Le medie sono state effettuate tenendo conto anche dei consumi nulli.

Trefoli	lunghezze di abrasioni						medie
	m/m						
1	0	7,5	10 -	11,5	7 -	4,3	6,7
2	3,2	8,7	12,2	11,1	0,3	5,4	8,4
3	4,3	7,2	10,4	6,8	3,4	0	5,4
4	0	3,1	8,3	4,2	0	0	2,7
5	3,1	6,7	9,8	11,3	7,2	5,4	7,3
6	2,8	5,9	8,3	10,1	6,2	3,1	6,1
7	3,5	7,6	10,4	13,1	9,5	7,6	8,6
8	2,3	4,8	9,1	10 -	5,2	0	5,2
9	0	3,7	8,2	8,5	4,1	0	4,1
10	5,2	8,1	9,9	11,2	7,1	5,4	7,8
11	2,8	6,9	10,2	8,3	4,1	0	5,4
12	3,4	7,5	12,3	9,7	5,6	3,2	6,9
media generale $l = m/m$							6,22

La lunghezza media da registrare sul libro della funivia è:  $l =$  millimetri 6,22.

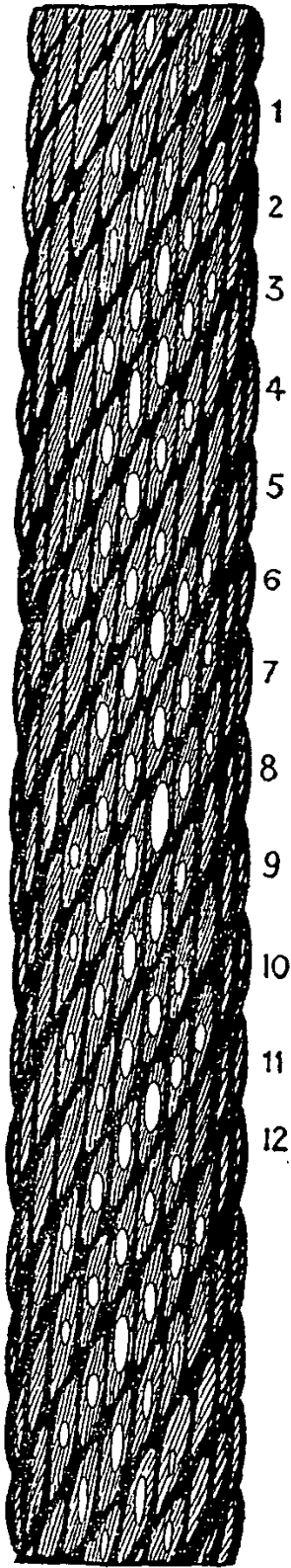


Fig. 2

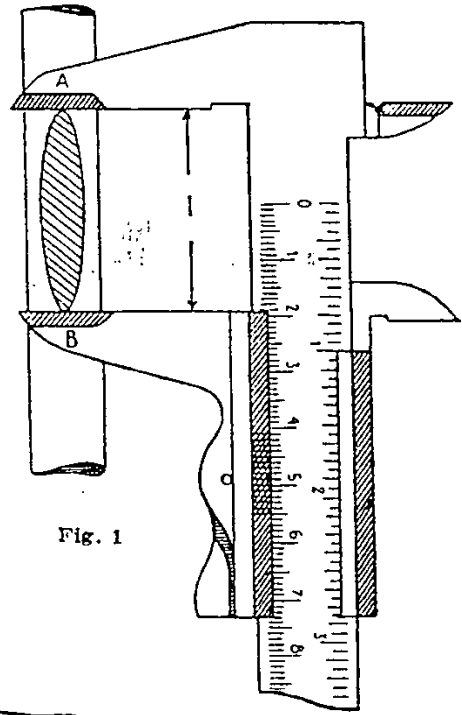


Fig. 1

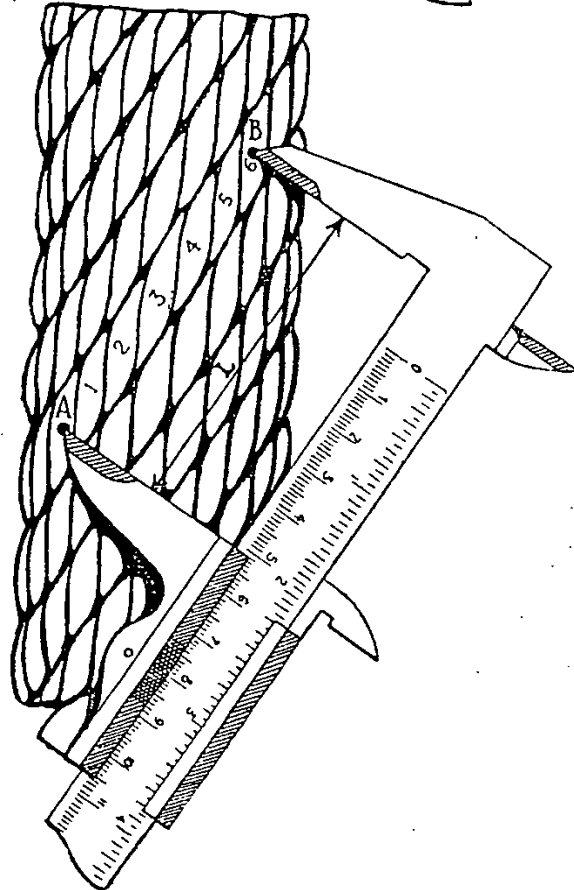


Fig. 3

## 2 - VERIFICA DEI CONSUMI AGLI EFFETTI DELLA NECESSITA' DELLO SCORRIMENTO DELLA FUNE.

Il n. 1 delle norme in oggetto prescrive che la fune deve essere fatta scorrere quando il rapporto  $l/L$  tra la lunghezza media delle abrasioni e la lunghezza del passo del filo nel trefolo cordato supera i valori massimi stabiliti nella tabella in funzione del grado di stabilità iniziale della fune.

Occorre anzitutto misurare la lunghezza  $L$  del passo del filo nel trefolo cordato operando nel modo indicato nella fig. 3. Si pongono cioè i vertici delle lame di un calibro sui punti A e B corrispondenti ai centri delle parti affioranti di uno stesso filo dopo un giro nel trefolo. Per trefoli a sei fili esterni, fissato A, il punto B si prenderà sul sesto filo contiguo.

Si suppone di aver misurato  $L = \text{mm. } 71,8$  sulla fune di cui all'esempio precedente per la quale  $l = \text{mm. } 6,22$ , sarà quindi  $l/L = 6,22/71,8 = 0,087$ ;

se il grado di stabilità della fune è 3,6, interpolando linearmente tra il primo ed il secondo valore della tabella del n. 1 delle norme, si ha che il massimo ammissibile per  $l/L$  è 0,21 e quindi essendo il valore riscontrato 0,087 minore di 0,21, la fune può ancora rimanere in servizio senza farla scorrere.

Se invece la media delle abrasioni avesse dato  $l = \text{mm. } 15,7$ , si sarebbe avuto  $l/L = 15,7/71,8 = 0,218$  e poichè questo valore è superiore a 0,21, la fune si sarebbe dovuta spostare.

## 3 - MISURA DEL GRADO DI STABILITA' RESIDUO DELLE FUNI PORTANTI NEL TRATTO CONSUMATO.

In base al n. 2 delle norme il grado di stabilità della fune è dato dal rapporto:

$$\frac{R \cdot a}{t}$$

Si chiarisce con un esempio il modo di calcolare i vari termini.

Si suppone di avere riscontrato forti consumi nella fune portante sulla scarpa della stazione a valle di una funivia il cui dislivello è di metri 432 e che ha 3 cavalletti intermedi.

Le caratteristiche della fune siano: formazione Ercole a 133 fili; sezione metallica mmq. 952; peso a ml. kg. 8,300; resistenza del materiale costituente i fili  $R = 180 \text{ kg./mmq.}$ ; sollecitazione unitaria massima della fune  $49,2 \text{ kg./mmq.}$ ; grado di stabilità della fune nuova  $180/49,2 = 3,66$ ; la misura del passo del filo nel trefolo cordato ha dato  $L = \text{mm. } 82,5$ .

Dal rilievo delle abrasioni si è ottenuta, secondo il procedimento precedente, una lunghezza media  $l = \text{mm. } 23,36$ .

Per la determinazione di  $a$ , coefficiente di riduzione medio della sezione dei fili consumati (rapporto tra sezione residua e sezione intera), bisogna adoperare il grafico allegato alle norme, portando sulle ascisse il valore di  $l/L$ , che in questo caso è  $23,36/82,5 = 0,283$ . Innalzando da questo punto l'ordinata fino ad incontrare la curva, si ha  $a = 0,680$ .

Per la determinazione di  $t$ , sollecitazione unitaria della fune calcolata nel punto ove si è riscontrato il consumo, cioè alla stazione a valle, si parte dalla sollecitazione unitaria massima della fune, che si è supposta di  $49,22 \text{ kg./mmq.}$ , togliendo da essa quelle parti che non ricorrono al caso, e cioè la parte dovuta al peso della fune dalla stazione superiore al punto considerato e la parte dovuta agli attriti sui cavalletti a monte dello stesso punto.

La sollecitazione totale dovuta al peso della fune è il prodotto del dislivello per il peso a ml. e cioè  $432 * 8,3 = \text{Kg. } 3.580$  e quella unitaria è  $\frac{3580}{952} = 3,76 \text{ Kg./mmq.}$ ; la sollecitazione totale dovuta agli attriti, supposti questi di 1000 Kg. per cavalletto, è  $3 * 1000 = \text{Kg. } 3000$  e quindi la unitaria è  $\frac{3.000}{952} = 3,15 \text{ Kg./mmq.}$ .

Si avrà pertanto:

$$t = 49,2 - (3,76 + 3,15) = 42,29 \text{ Kg/mmq.}$$

Il grado di stabilità residuo della fune consumata sarà quindi:

$$\frac{R * a}{t} = \frac{180 * 0,680}{42,29} = 2,89$$

Poiché questo valore è inferiore a 3, la fune deve essere immediatamente tolta d'opera.

#### **4. - CALCOLO DEL GRADO DI SICUREZZA DI UNA FUNE CONSUMATA E CON FILI ROTTI.**

Questo calcolo, stabilito al n. 3 delle Norme aggiuntive, si esegue agli effetti delle disposizioni della lettera d) par. 5), Capo I, parte II del Regolamento 31 agosto 1937.

Un esempio gioverà a chiarirlo.

In una funivia, a seguito dell'aver riscontrato nella fune portante, sulla scarpa del cavalletto n. 1 prossimo alla stazione a valle, consumi superiori ai limiti di cui al n. 1 delle Norme, si è fatta scorrere a valle la fune portante stessa.

Nel tratto consumato, che è venuto a risultare subito a valle della scarpa del detto cav. 1, si sono riscontrati dopo un certo tempo dei fili rotti; si tratta, di vedere se il grado di sicurezza della fune in quel punto risulti ancora ammissibile cioè superiore a 3,2.

Sia m. 287,50 il dislivello tra la stazione superiore ed il cav. 1 e vi sia un altro cavalletto intermedio (cav. 2). Le caratteristiche della fune siano le seguenti: formazione Ercole a 133 fili del diametro di mm. 2,9 (sezione mmq. 6,6): sezione metallica totale mmq. 877; peso a ml. kg. 7,600; resistenza del materiale costituente i fili 175 kg./mmq.; sollecitazione totale massima kg. 36950, sollecitazione unitaria max  $36950/877 = 42,15 \text{ kg./mmq.}$  ; grado di sicurezza della fune nuova:  $175/42,15=4,15$ .

Si siano riscontrati 7 fili visibili rotti nella lunghezza di 4 passi del filo nel trefolo cordato.

Per calcolare il grado di sicurezza, si deve dividere la resistenza del materiale costituente i fili per la sollecitazione unitaria calcolata facendo il rapporto tra la sollecitazione totale nel punto considerato e la sezione della fune diminuita della percentuale di cui alla tabella del n. 3 delle norme e della sezione dei 7 fili rotti.

La sollecitazione totale nel punto considerato è quella massima meno la parte dovuta al peso della fune ed agli attriti sul cavalletto n..2 (chilogrammi 1000) e cioè:

$$36950 - (287,5 * 7,6 + 1000) = \text{kg. } 33.770.$$

La sezione metallica della fune è mmq. 877 e va diminuita del 20,8 % (ottenuto interpolando tra il secondo ed il terzo valore della tabella del n. 3 delle Norme, in corrispondenza del grado di stabilità 4,15) e della sezione di 7 fili, cioè la sezione da portare in conto è:

$$877 - (0,208 \times 877 + 7 \times 6,6) = \text{mmq. } 648,8$$

La sollecitazione unitaria sarà quindi:

$$\frac{33.770}{648,8} = 52 \text{ Kg./mmq.}$$

ed il grado di sicurezza:

$$\frac{175}{52} = 3,36$$

Essendo questo valore superiore al minimo di 3,2 la fune può rimanere in servizio.

Per calcolare il massimo numero ammissibile di rotture visibili nella lunghezza di 4 volte il passo del filo nel trefolo cordato, nel tratto consumato di cui sopra, si opera nel modo seguente:

La resistenza del materiale è 175 kg./mmq., quindi ammettendo il grado minimo di sicurezza 3,2, la sollecitazione unitaria massima ammissibile sarà

$$175/3,2=54,7 \text{ kg./mmq.}$$

Poiché la sollecitazione totale al cav. 1, come sopra calcolata, è di kg. 33.770, la sezione minima ammissibile per la fune è:

$$\frac{33.770}{54,7} = \text{mmq. } 617.$$

La sezione della fune consumata è:

$$877 - 0,208 \times 877 = \text{mmq. } 695$$

e pertanto la sezione che può essere assorbita da fili rotti sarà:

$$695 - 617 = \text{mmq. } 78$$

equivalente a  $78/6,6 = 12$  fili e quindi il numero massimo ammissibile di fili rotti visibili nella lunghezza di quattro passi del filo nel trefolo cordato, nel tratto consumato a valle del cav. 1, sarà 12.

Attendo un cenno di ricevuta.

*Il Ministro:* BENNI.