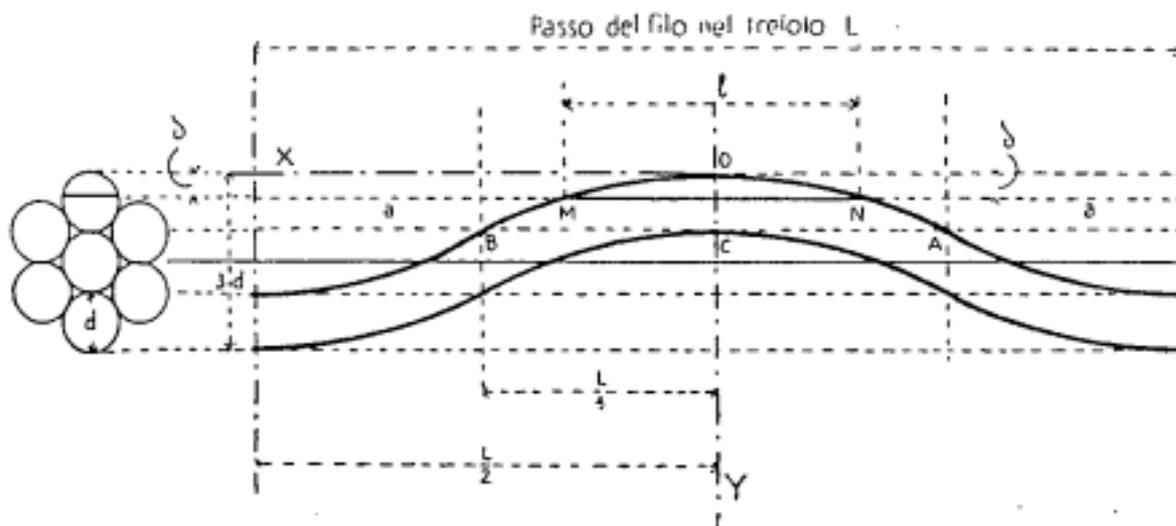


CIRCOLARE 23 DICEMBRE 1938, N. 27135 - Funivie. – Provvedimenti atti a garantire la sicurezza delle funi portanti.

Con riferimento alla circolare del 21 dicembre 1938, n. 25657 reputo opportuno portare a conoscenza della S. V. i criteri informativi cui si è ispirata la Speciale Commissione incaricata delle indagini sulle funivie in esercizio nel Regno, allo scopo di accertare lo stato di conservazione delle funi portanti, nel proporre l'adozione delle norme e delle istruzioni di cui alla circolare predetta.

1.- CRITERI INFORMATIVI DELLE NORME.

Uno sguardo di insieme ai provvedimenti proposti, mostra come essi tendano nel complesso a limitare il più possibile i consumi delle funi per strisciamento sulle scarpe, e maggiormente i loro eventuali dannosi effetti.



Quindi in definitiva i provvedimenti stessi vogliono garantire la sicurezza e nello stesso tempo cercare di prolungare al massimo la vita delle funi. Non è stato contemplato però il modo di eliminare del tutto i consumi: tale eliminazione sarebbe desiderabile ma è ancora prematuro formulare prescrizioni al riguardo non risultando che esistano né in Italia né all'estero dispositivi adatti allo scopo.

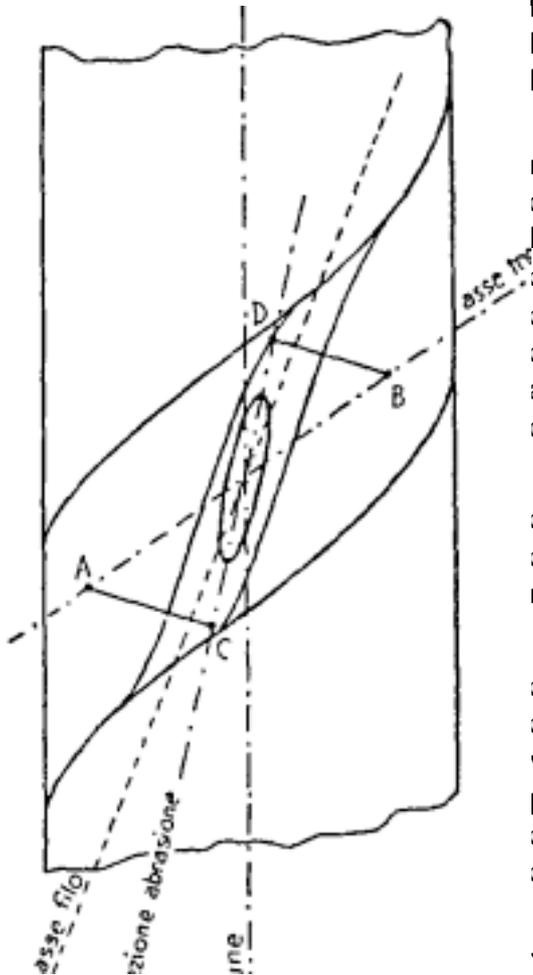
La Commissione reputa però opportuno d'invitare le Società costruttrici ed esercenti di funivie ad eseguire approfonditi studi e serie esperienze sull'argomento onde possa giungersi alla risoluzione di tale importantissimo problema della usura delle funi, usura che se, nei riguardi della sicurezza può essere contenuta in limiti tollerabili, nei riguardi della conservazione delle funi si presenta tuttavia molto dannosa, abbreviando notevolmente la vita delle funi stesse.

Nella relazione sulle verifiche effettuate alle funi portanti di quasi tutte le funivie italiane, si è accennato sia al modo di calcolare la sezione residua dei fili in base alla misura dell'abrasione, sia all'influenza del consumo sulla resistenza della fune.

Giova qui approfondire maggiormente la prima questione poiché da essa risultano i dati delle tabelle delle Norme aggiuntive proposte. A tali norme è allegato un grafico che è molto simile al grafico n. 2 allegato alla predetta relazione, ma è di più semplice e pratico impiego.

Le curve di entrambi derivano nel modo seguente:

La proiezione di un filo, di un qualunque trefolo a 7 fili (1 + 6), su un piano passante per l'asse longitudinale del trefolo, si presenta come nella figura della pagina precedente.



Il piano dell'abrasione sia proiettato nella retta a a: la lunghezza massima dell'abrasione sarà l . Se si conoscesse l'equazione della curva B M O nel piano cartesiano X O Y, sapendo l'ascissa di M, che è $l/2$, si otterrebbe l'ordinata che è δ , cioè la freccia del segmento circolare asportato dalla sezione del filo per effetto del consumo.

Determinato δ , con le formule del cerchio si ha facilmente l'area del segmento circolare e quindi anche della sezione residua del filo.

Una espressione molto semplice per il calcolo di δ si ottiene se si considera la curva B M O come un arco di parabola di vertice O; infatti l'equazione generale di tale parabola è $Y = KX^2$, il coefficiente K si calcola facilmente poiché conosciamo le coordinate del punto B ($X = l/4$; $Y = d$).

Poiché la X non è altro che la $l/2$ e la Y è δ , si ricava in definitiva la relazione:

$$\frac{\delta}{d} = 4 \left(\frac{l}{L_1} \right)^2.$$

L'L che compare nella relazione è il passo del filo nel trefolo, però è necessario apportarvi una correzione per il fatto che la direzione dei consuni non è lungo l'asse del trefolo, lungo il quale si misura L, bensì circa lungo l'asse della fune, e pertanto occorre considerare nella relazione la proiezione della L (AB) sulla direzione dell'abrasione (vedi figura) e cioè L_1 (CD); pertanto

Considerando che le inclinazioni del trefolo e del filo sono funzioni delle eliche di avvolgimento e assimilando le inclinazioni agli angoli, si ricava tra L ed L_1 la relazione

$$\frac{\delta}{d} = 4 \left(\frac{l}{L} \right)^2$$

sufficientemente approssimata:

$$L_1^2 = \frac{L^2}{1 + \frac{\pi^2}{4} \left(\frac{3d}{L} + \frac{D}{L'} \right)^2}$$

dove d è il diametro del filo, e quindi $3d$ il diametro del trefolo, D è il diametro della fune e L' è il passo del trefolo della fune.

Questo metodo per il calcolo di δ è stato riscontrato sufficientemente esatto paragonando i risultati del calcolo con i rilievi diretti su spezzoni di fili presentanti consumi. La media su numerosi esperimenti ha dato un errore che va dal 0,5 al 2 % per lievi consumi e non supera il 4 % anche per fortissimi consumi, sempre per eccesso.

Dal rapporto δ/d si passa facilmente, con le tabelle dei dati del cerchio, al coefficiente di riduzione della sezione del filo (rapporto tra sezione residua e sezione intera) e pertanto con la relazione $\delta/d = 4 (1/L_1)^2$ e le tabelle suddette è facile tracciare una curva che dia il detto coefficiente in funzione di $1/L_1$. Tale curva è appunto quella tracciata nel grafico n. 2 della Relazione sulle verifiche delle funi. Per l'uso di questo grafico occorre però calcolare per ogni fune L_1 .

Calcolato L_1 per molte delle funi in servizio, si è riscontrato che esso è in media pari a $0,95 L$, con scarti per il coefficiente da 0,942, a 0,958. Si può pertanto assumere senz'altro:

$$L_1 = 0,95 L.$$

Si è così tracciata una nuova curva che dà il coefficiente a in funzione direttamente di $1/L$. Tale curva è quella contenuta nel grafico allegato allo schema di norme aggiuntive proposte.

In detto schema al n. 1 è stata posta una tabella che dà i massimi ammissibili per $1/L$ a seconda del grado di stabilità della fune nuova. I valori derivano nel modo seguente.

Si è supposto che il grado di stabilità della fune possa scendere fino a 3. Per un grado di stabilità iniziale di 3,5 la riduzione ammessa è $3/3,5 = 0,857$, e tale dovrà quindi essere anche la riduzione della sezione dei fili consumati.

Dal grafico allegato alle Norme aggiuntive in corrispondenza a questo valore di $a = 0,857$ si ha:

$$1/L = 0,21$$

Arrotondato si è messo 0,20.

In modo analogo si sono ricavati gli altri valori.

L'aver indicato per il grado di stabilità il valore minimo di 3, sembrerebbe avere ammesso una sicurezza minore rispetto a quella prevista dal Regolamento 31 agosto 1937 che ammette un minimo di 3,2 per il grado di sicurezza in caso di fili rotti.

Giova però al riguardo tener presente che i fili rotti visibili sono indizio di un processo di degradazione della fune e che non è noto lo stato dei fili interni. Nel caso invece dei consumi questi sono ben visibili, esattamente misurabili e non interessano l'interno della fune. Dato ciò e considerando anche che nel caso dei consumi si è già in favore della sicurezza avendo ammesso che la resistenza della fune sia diminuita secondo il coefficiente di riduzione medio dei fili consumati, si può pensare di arrivare in tali casi con tutta fiducia al grado di stabilità 3.

Dopo lo scorrimento a valle della fune, il tratto consumato non striscia più sulla scarpa e quindi il processo di consumo si arresta. Però i fili consumati vengono a trovarsi a valle della scarpa, nella parte inferiore della fune, nella posizione cioè dove maggiormente si risentono gli effetti della flessione quando la vettura sta per montare sulla scarpa stessa, e quindi si favorirebbero le rotture.

Ad evitare ciò si è prescritta, insieme allo scorrimento, la rotazione della fune di 180° intorno al proprio asse, con che i fili consumati si verranno a trovare nella parte superiore della fune, dove cioè per la curvatura della fune stessa sotto le ruote della vettura la flessione favorisce la stabilità.

Al n. 2 delle norme è stato fissato un grado minimo di stabilità per la messa fuori servizio delle funi. Tale grado sia per il suo valore, 3, sia per la maniera di calcolarlo, risulta essere inferiore a quello ammesso dal Regolamento 31 agosto 1937 e di cui si è già parlato. Le ragioni di avere ammesso il grado minimo 3 sono però le stesse di quelle sopra riportate.

Inoltre aver considerato nel suo calcolo la sollecitazione effettiva nel punto considerato anziché la massima della fune è giustificato dal fatto che i consumi si verificano in corrispondenza delle scarpe di appoggio delle quali sono note le quote e quindi la detta sollecitazione effettiva è esattamente ed univocamente determinabile, corrisponde alla precisa realtà, e non richiede indagini laboriose ed incerte quali invece dovrebbero farsi se si ammettesse lo stesso principio in caso di sole rotture di fili.

Il n. 3 delle Norme aggiuntive contempla il caso in cui si abbiano rotture di fili proprio nei tratti consumati.

Poiché ciò può avvenire in genere solo quando il tratto consumato è fuori della scarpa, cioè quando la fune è già stata fatta scorrere, la resistenza della fune in quel punto sarebbe già scemata fino al limite ammissibile secondo quanto prescritto al n. 1 delle Norme. Però tale limite è prudenziale e consente di ammettere ancora qualche rottura di fili. Per semplicità e stando sempre in condizioni di sicurezza ammissibile, si è considerata la sezione residua della fune consumata nel modo seguente.

Il limite di consumo raggiunto secondo l'indicazione della tabella del n. 1, darebbe ad esempio per grado di stabilità a fune nuova di 4, un coefficiente di riduzione della sezione dei fili esterni di $\frac{3}{4} = 0,75$ e quindi, secondo quanto ammesso in via generale e prudenziale, la riduzione di sezione della fune dovrebbe assumersi del 25 %.

Però dato che in realtà la resistenza della fune è superiore, si è assunta come percentuale di perdita di sezione della fune il valore intermedio tra quella detta del 25 % e quella che

competerebbe geometricamente alla fune consumata e cioè del 14 % perchè per funi Ercole a 133 fili si ha:

$$1 - \frac{72 * 0,75 + 61}{133} = 0,14$$

Il valore medio arrotondato tra il 25 ed il 14 % è appunto il 19 % che figura nella tabella del n. 3 delle Norme in corrispondenza del grado di stabilità iniziale 4.

Pur avendo poi conservato il grado minimo di 3,2 ammesso dal Regolamento 31 agosto 1937 per rotture di fili, si è indicato di considerare nel calcolo il valore effettivo della sollecitazione nel punto considerato, per le stesse ragioni suesposte.

Roma, 8 giugno 1938.

La Commissione:

MASSIONE - PARDUCCI - ABATE - VEZZANI - D'ARMINI, Segretario

Si attende un cenno di ricezione.

p. Il Ministro: DE CUPIS.