



ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE
ORGANISACION INTERNACIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

Raccomandazioni tecniche in vigore

**QUADERNO N. 30
(Edizione 2019)**

Possibilità al fine di migliorare l'esame visivo della fune (VI)

La presente raccomandazione non riveste carattere cogente, ma rappresenta un ausilio per gli interessati. Sarebbe auspicabile che essa trovi applicazione in tutti i paesi. Prevalgono le norme nazionali o le disposizioni dell'autorità.



ROMA 1957
PARIS 1963
LUZERN 1969
WIEN 1975
MÜNCHEN 1981
GRENOBLE 1987
BARCELONA 1993
SAN FRANCISCO 1999
INNSBRUCK 2005
RIO DE JANEIRO 2011
BOLZANO – BOZEN 2017

ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE
ORGANISACION INTERNACIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

Sede : I-00144 ROMA – Viale Pasteur, 10

OITAF

Quaderno N.30

edizione 2019

**Possibilità al fine di migliorare l'esame
visivo della fune (VI)**

elaborato del Comitato di studio N. II

Indice

1	Introduzione	4
1.1	Contesto e ambito di applicazione	4
1.2	Inquadramento storico.....	5
1.3	Delimitazione del campo di applicazione delle prove magneto-induttive (MRT).....	6
2	Necessità dell'esame visivo della fune	7
3	Situazione attuale per la conduzione dell'esame visivo	12
3.1	Introduzione generale	12
3.2	Esame visivo delle funi portanti	15
3.3	Esame visivo per stazioni modulari standard per funivie monofune a movimento continuo	16
4	Preparazione delle prove sul campo.....	17
4.1	Prima prova sul campo.....	17
4.2	Seconda prova sul campo	17
4.3	Riproduzione artificiale di un danno.....	18
4.3.1	Riproduzione artificiale di un colpo di fulmine	18
4.3.2	Riproduzione artificiale della rottura del filo	20
4.3.3	Riproduzione artificiale della corrosione	21
4.3.4	Riproduzione artificiale di intagli	22
4.3.5	Riproduzione artificiale di un danno nelle prove sul campo	23
4.4	Preparazione del questionario	24
4.5	Scelta dei diversi tipi di ispezioni	24
5	Valutazione degli esiti delle prove sul campo	27
5.1	Valutazione del questionario assegnato prima dell'attività	27
5.2	Determinazione della percentuale di rilevamento dei danni	31
5.2.1	Percentuale di rilevamento dei danni in base al tipo di esame	31
5.2.2	Percentuale di rilevamento dei danni in base al tipo di danno	32
5.2.3	Rapporto fra percentuale di rilevamento danni e livello di esperienza	35
5.3	Misura del diametro e del passo di cordatura	37
5.4	Ispezione con collant in nylon.....	41
5.5	Esame visivo con specchio	44
5.6	Influenza del colore di fondo durante l'ispezione	47
5.7	Ispezione della fune portante	48
6	Raccomandazione per l'ottimizzazione della postazione di lavoro per l'esame visivo	49
7	Verbale dell'esame visivo	58

8	Ispezione con un dispositivo per l'esame visivo della fune	59
9	Conclusioni.....	63
10	Bibliografia.....	66
Allegati		67
	Questionario preliminare all'attività	67
	Questionario post-attività	74
	Valutazione delle condizioni di ispezione di funi a trefoli	79

Hanno contribuito: in ordine alfabetico

Urs Amiet (BAV, Bern, CH), Peter Baldinger (Teufelberger Seil GmbH, Wels, AT), Markus Beck (Doppelmayr Seilbahnen GmbH, Wolfurt, AT), Rudolf Beha (LEITNER AG, IT), Ueli Blessing (IKSS, Spiez, CH), George Boyden (SANDIA PEAK TRAM CO, USA), Stéphane Contardo (STRMTG, St. Martin d'Herès, FR), Marina Härtel (IFT STUTTGART, DE), Peter Huber VDS (Zugspitzbahn AG, Garmisch-Partenkirchen, DE), Bruno Longatti (IKSS, Spiez, CH), Konstantin Kühner (Jakob AG, Trubschachen, CH), Reinhard Lauber (Zermatt Bergbahnen AG, Zermatt, CH), Stefan Messmer (Swiss Safety Center, Wallisellen, CH), Stephane Pernot (LETSCAN, FR), Josef Sutter (Doppelmayr Seilbahnen GmbH, Wolfurt, AT), Sebastian Traub (Rotec GmbH, Stuttgart, DE), Mathieu Weiss (STRMTG, St. Martin d'Herès, FR), Oliver Reinelt (Fatzer AG, Romanshorn, CH), Sven Winter (Chairman) (Rotec GmbH, Stuttgart, DE)

1 Introduzione

In breve: Questa raccomandazione descrive lo stato dell'arte per l'esame visivo delle funi allo scopo di garantire la sicurezza delle funi utilizzate negli impianti funiviari. Essa contiene raccomandazioni volte a migliorare la realizzazione delle attività.

Esame visivo (EV): *l'esame visivo delle funi è una procedura di controllo effettuata a cura degli esercenti degli impianti. Il presente documento descrive come eseguire l'attività durante l'esame visivo di tipo A e C.*

In futuro la norma prEN 12927 definirà tre tipi di esami, che determineranno la velocità da applicare durante i suddetti esami. Nella tabella 1.1 sono definiti 3 tipi di esami secondo la norma prEN 12927. "Per qualsiasi tipo di fune, come forma di verifica straordinaria atta ad identificare la posizione di un difetto importante, potrà essere eseguito un esame visivo di tipo C invece di un esame di tipo A,". Se, come esame straordinario sarà effettuato un esame visivo di tipo C, ciò non modificherà l'intervallo di tempo programmato che dovrà intercorrere fra due esami successivi." [1]

Questa raccomandazione si focalizza unicamente sull'esame di tipo A e di tipo C e sulle ispezioni visive di funi traenti, portanti-traenti e portanti. Non è invece oggetto di trattazione la parte inerente, ad esempio, le funi per le componenti infrastrutturali.

Tabella 1.1: Tipi di ispezione secondo la norma prEN 12927 [1]

Parametro	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Velocità	< 0.3 m/s	0	< 1 m/s
Arresto	Sì	Non applicabile	Sì

1.1 Contesto e ambito di applicazione

La presente raccomandazione è di interesse per gli esercenti, i produttori di funi e di impianti per il trasposto funiviario, ma anche per gli organismi di verifica, per i tecnici che realizzano le impalmature e più in generale per la comunità allargata degli stakeholder del sistema funiviario.

Si immagini, ad esempio, che nell'ambito di un'indagine condotta fra gli esercenti di impianti funiviari vengano loro sottoposte le seguenti semplici domande:

- Cosa pensa dell'esame visivo della fune?
- In che misura ha fiducia nei risultati di tali esami?

La maggior parte delle risposte, come si vedrà qui di seguito, rispecchierà opinioni contrapposte:

“ L’ispezione visiva delle funi è un’attività estremamente dispendiosa, che non può pertanto essere effettuata ”

“ Le ispezioni visive danno esiti affidabili: grazie ad esse sono in grado di conoscere lo stato delle funi ”

La presente raccomandazione

- descrive il “modo ottimale” di effettuare l’esame visivo della fune
- valuta le condizioni delle postazioni di lavoro ed offre la possibilità di avere della documentazione di supporto
- è un’utile guida per migliorare la capacità di rilevamento delle difettosità e introduce l’aspetto della qualità dell’esame visivo

L’obiettivo primario della raccomandazione sarà raggiunto quando tutti i lettori saranno in grado di comprendere l’importanza dell’esame visivo e della sua corretta esecuzione.

1.2 Inquadramento storico

In passato l’esame visivo era l’unico modo per accertare lo stato di una fune. Con l’introduzione dell’esame magneto-induttivo (magnetic rope testing – MRT)¹ negli anni ’50 del secolo scorso, l’esame visivo è stato progressivamente abbandonato, nonostante fosse prescritto dai regolamenti e dalle norme nazionali e internazionali. Incidenti e interruzione del servizio funiviario negli ultimi anni hanno portato a riconsiderare il tema dell’esame visivo. Sebbene la norma EN 12927, come pure altre norme e regolamenti, definiscano un intervallo di ispezione, le modalità di esecuzione dell’esame visivo non vengono invece spiegate in dettaglio. Questa raccomandazione ha l’obiettivo di colmare la lacuna esistente.

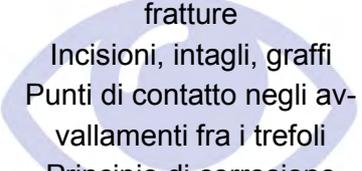
¹ Per maggiori informazioni si veda anche: OITAF Comitato di Studio II, Quaderno 3 – *Prove magneto-induttive sulle funi in acciaio*

1.3 Delimitazione del campo di applicazione delle prove magneto-induttive (MRT)

L'esame visivo viene impiegato per rilevare danni superficiali e determinare le condizioni degli strati più superficiali di una fune. I danni superficiali rilevabili durante l'esame visivo, come pure le loro cause ed i loro effetti, verranno esaminati in maggiore dettaglio nei capitoli che seguono. L'esame magneto-induttivo della fune mira invece a rilevare danni e fratture, che restano occultati all'interno della fune, nell'avvallamento fra i trefoli. A tale scopo, la fune viene magnetizzata fino al raggiungimento del suo limite di saturazione. I disturbi, causati ad esempio da rotture dei fili o da difetti localizzati, generano una modifica del campo magnetico [2, 3]. L'esame visivo può pertanto avere carattere preventivo, in quanto gli eventuali danni possono essere rilevati prima del raggiungimento dell'ultimo stadio, ovvero la rottura definitiva del filo metallico. [4]

Per garantire una durata della fune quanto più lunga possibile si suggerisce di utilizzare una combinazione dei due metodi, l'esame visivo e il controllo magneto-induttivo (v. Tabella 1.2). [2, 5]

Tabella 1.2: Utilizzo congiunto di esame visivo (EV) e test magneto-induttivo MRT [3]

MRT – prova magneto-induttiva	Utilizzo congiunto EV e MRT	Esame visivo
 <p>Fratture interne del filo</p> <p>Fratture negli avvallamenti dei trefoli</p>	 <p>Forte corrosione</p> <p>Grave danneggiamento dei fili</p> <p>Fratture superficiali dei fili</p> <p>Precedente area di ammorsamento</p> <p>Fulmini</p>	 <p>Fili metallici ritorti</p> <p>Graffi superficiali, intagli, fratture</p> <p>Incisioni, intagli, graffi</p> <p>Punti di contatto negli avvallamenti fra i trefoli</p> <p>Principio di corrosione</p> <p>Deformazione dei fili</p> <p>Difetto di simmetria della fune</p>

2 Necessità dell'esame visivo della fune

Come già menzionato nel precedente capitolo, l'esame visivo consente di rilevare modifiche o danni lungo la superficie della fune. La Tabella 1.2 mostra che non tutti i danni superficiali possono essere rilevati con l'ausilio della prova magneto-induttiva, prima di causare conseguenze più gravose. I pericoli derivanti dai danni superficiali e dalle loro eventuali conseguenze sono rappresentati qui di seguito alla luce di alcuni esempi.

Caso 1: Scorrimento di un morsetto a due piastre scanalate e serraggio con bulloni

Questo caso mostra come lo scorrimento di un morsetto a due piastre scanalate e serraggio a bulloni possa causare gravi danni e infragilimento (ad esempio martensite indotta da attrito), fino a portare alla rottura del filo, se il problema non viene rilevato in tempo utile. La mancata esecuzione dell'esame visivo, ha determinato infatti un danno alla fune per una lunghezza di 41 cm, che è stato rilevato solamente durante il successivo controllo magneto-induttivo. A quel punto, la perdita di sezione metallica era già del 40% circa.



Figura 2.1: Danni causati dallo scorrimento di un morsetto a due piastre scanalate e serraggio con bulloni



Figura 2.2: Danni causati dallo scorrimento di un morsetto a due piastre scanalate e serraggio con bulloni

Caso 2: Zona di collasso in corrispondenza della giunzione dei trefoli

In questo caso il mancato rilevamento di una zona di collasso in corrispondenza della giunzione dei trefoli ha causato la rottura dei fili negli avvallamenti fra i trefoli. Nel momento in cui il danno è stato rilevato era già troppo tardi per le normali attività di riparazione della fune, è stato pertanto necessario effettuare l'impalmatura del trefolo e poco tempo dopo sostituire la fune.

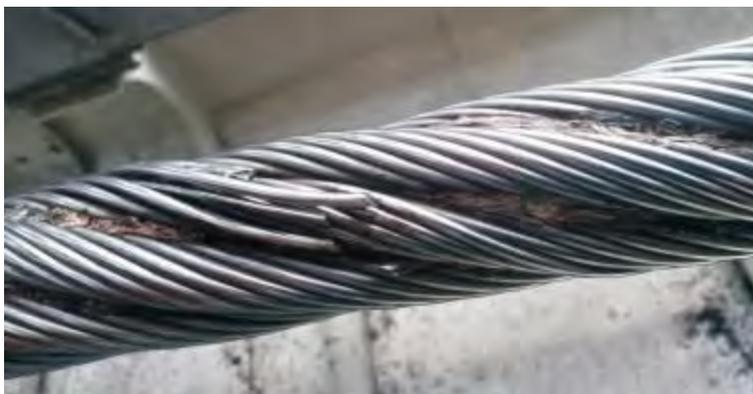


Figura 2.3: Zona di collasso in corrispondenza della giunzione dei trefoli con rottura dei fili

Caso 3: Danno causato dal passaggio di corrente

Il passaggio di un flusso di corrente può causare enormi danni alla fune. Mentre nelle figure 2.4 e 2.5 l'entità del danno è relativamente limitata, nelle immagini 2.6 e 2.7 è invece notevole. Successivamente al passaggio di un flusso di corrente è sempre raccomandabile effettuare un esame visivo straordinario volto a identificare immediatamente eventuali danni e, se necessario, effettuare le riparazioni del caso. Danni che inizialmente possono apparire di piccola entità, se non identificati in tempo utile, possono avere effetti estremamente deleteri e portare alla sostituzione della fune.



Figura 2.4: Danno causato dal passaggio di corrente



Figura 2.5: Danno causato dal passaggio di corrente



Figura 2.6: Danno causato dal passaggio di corrente

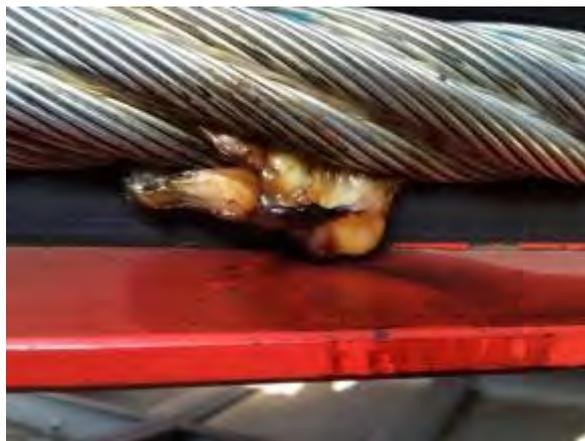


Figura 2.7: Danno causato dal passaggio di corrente

Caso 4: Danno alla fune portante

La Figura 2. mostra un danno alla fune portante, che causa lo sfilacciamento della formazione della fune. Il danno si è verificato durante lo scivolamento improvviso della fune portante su una scarpa in acciaio con un rapporto D/d molto ridotto. La fune ha subito pertanto un danno meccanico. Le immagini 2-9 mostrano i segni di attrito, abrasione e corrosione. La tensocorrosione indotta dall'idrogeno nell'area danneggiata rende evidenti le fratture causate dalle micro-cricche. Questi danni non erano stati rilevati al controllo MRT. [6]

L'incidente dimostra quanto sia importante che la superficie della fune venga sottoposta a un attento esame visivo dopo averla movimentata per rilevare e riparare tempestivamente eventuali danni.



Figura 2.8: Danno alla fune portante [6]



Figura 2.9: Danno alla fune portante – Immagine di dettaglio [6]

Caso 5: Danni causati da fulmini

Le immagini 2.10, 2.11, 2.12 e 2.13 mostrano danni di diversa entità in funi a trefoli e in funi chiuse.

La figura 2.14 mostra il punto di impatto di un fulmine, nella parte inferiore di una fune portante. L'immagine 2.15 mostra invece il punto di uscita del fulmine. In entrambi i punti non sono visibili segni di danneggiamento della fune, ma all' esame magneto-induttivo si evidenzia un'ampiezza indissociabile e asimmetrica, solitamente indicativa di due punti di rottura interni di fili. Nonostante questo punto fosse stato menzionato nel verbale d'esame della fune, il suo potenziale di rischio veniva identificato soltanto durante un secondo controllo magneto-induttivo, che includeva anche un esame visivo a campione. Successivamente è stato necessario fermare l'impianto per consentire la sostituzione della fune, dato l'insuccesso del tentativo di ripararla.

L'impatto di un fulmine può anche causare un depauperamento del materiale metallico dei fili, creare superfici a taglio vivo o causare modifiche strutturali come, per esempio la martensite, che nel lungo periodo possono anche determinare la rottura dei fili metallici (per maggiori informazioni si veda il capitolo 4.3.1). E' noto che i fulmini spesso si scaricano sull'installazione e pertanto, dopo ogni temporale, è necessaria un'ispezione straordinaria volta ad identificare possibili danni.²



Figura 2.10: Trefoli danneggiati da un fulmine



Figura 2.11: Danno causato da un fulmine in una fune chiusa

² Cfr §13.3.5 "Ispezione straordinaria" prEN 12927



Figura 2.12: Danno da fulmine con grave compromissione dei trefoli

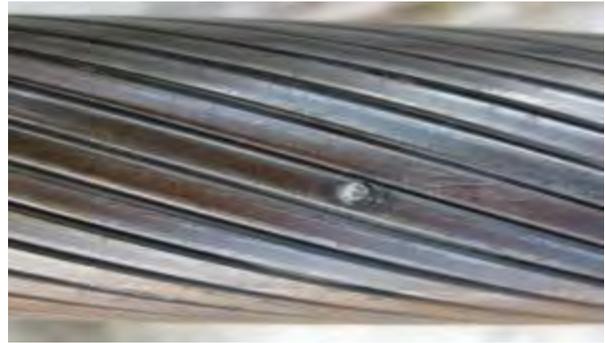


Figura 2.13: Piccolo danno causato da un fulmine in una fune chiusa



Figura 2.14: Punto di impatto nella parte inferiore della fune



Figura 2.15: Punto di impatto/uscita laterale

Situazione attuale per la conduzione dell'esame visivo

3.1 Introduzione generale

Le condizioni in cui viene effettuato l'esame visivo delle funi spesso non sono ottimali, in particolar modo presso le postazioni in cui si svolge l'attività.

- Di frequente lo spazio disponibile pone serie limitazioni (cfr. figura 3.1) oppure l'esame visivo deve essere effettuato utilizzando delle scale (cfr. figura 3.2)
- Spesso gli esaminatori eseguono le attività stando seduti o sdraiati in posizione scomoda per un lungo periodo di tempo (vedi figura 3.1)
- A volte è una sola persona ad eseguire l'esame visivo, utilizzando uno specchio per visualizzare la fune dal basso³
- Durante l'ispezione delle funi portanti devono essere osservate delle misure di sicurezza particolari (vedere figure da 3.8 a 3.11)
- Le condizioni di luce sono spesso sfavorevoli - le condizioni meteo possono influenzare negativamente l'esame a causa del sole, della nebbia, neve o pioggia (vedere figura 3.3)

Inoltre, spesso le ispezioni avvengono senza pause. Ciò mette a dura prova la capacità di concentrazione del singolo operatore. La perdita di concentrazione può implicare il rischio che un punto danneggiato, che in un secondo tempo potrebbe comportare la dismissione della fune, non venga identificato.



Figura 0.1: Posizione scomoda durante l'esame



Figura 0.2: Esame visivo effettuato su una scala e su una piccola piattaforma

³ Cfr. Indicazioni rilevanti riportate a pagina 15



Figura 0.3: Esame visivo di una fune portante effettuato in condizioni di nebbia

A parte postazioni con spazi angusti, visibili nelle figure 3.1 e 3.2, vi sono impianti equipaggiati con panche o sedili per effettuare l'esame visivo, che consentono pertanto di lavorare in posizione comoda.



Figura 0.4: Sedile per l'esame visivo presso un impianto



Figura 0.5: Struttura per effettuare l'esame visivo delle funi

L'esame visivo di una fune portante, portante-traente o traente viene solitamente effettuato da due operatori. Tuttavia, anche in ispezioni a due, esiste sempre la possibilità che non tutta la superficie della fune risulti completamente visibile. A titolo esemplificativo ciò è raffi-

gurato graficamente nell'immagine 3.6., in cui il colore verde rappresenta la visibilità della fune, mentre il colore rosso rappresenta l'angolo cieco per entrambi gli esaminatori.

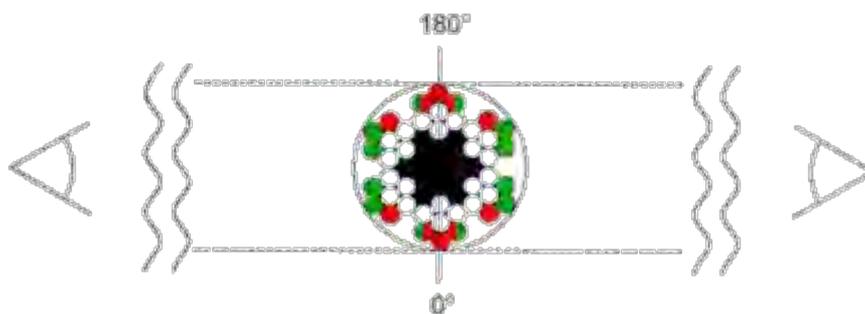


Figura 0.6: Superficie visibile della fune durante l'esame visivo

Oltre all'esame visivo effettuato da due esaminatori, un'altra possibilità è che uno dei 2 utilizzi in aggiunta anche uno specchio, oppure che un unico esaminatore effettui l'attività aiutandosi con uno specchio. Queste 3 possibili opzioni sono rappresentate in figura 3.7.

Informazione importante: soltanto quando è una sola persona ad effettuare l'esame visivo, quest'ultimo dovrà essere ripetuto 2 volte. La prima volta la fune sarà esaminata dall'alto, mentre la seconda dal basso con l'ausilio dello specchio. Questo metodo dovrebbe essere impiegato esclusivamente per le funi portanti, a causa dell'inevitabile rotazione delle funi portanti-traenti nel passaggio attraverso rulli e pulegge.



Figura 0.7: Possibili punti di osservazione dell'esaminatore durante l'esame ispettivo

A volte, soprattutto gli esercenti di impianti con skilift, utilizzano per l'ispezione il metodo tattile del collant in nylon. Il metodo prevede che si avvolga la calza in nylon alla fune portante-traente. Così facendo, durante il movimento della fune attraverso la calza a velocità elevata, sarà possibile individuare fili sporgenti o rotture di fili, che rimangono impigliati.

2.2 Esame visivo delle funi portanti

Per quanto concerne le condizioni di lavoro, l'esame visivo delle funi portanti differisce in modo chiaro dall'esame delle funi traenti o portanti-traenti. Mentre l'esame visivo delle funi portanti-traenti avviene in una postazione fissa, ed è la fune che si muove, l'ispezione di una fune portante viene effettuata sulla cabina, sul carrello o su una piattaforma, che consente di stare seduti o sdraiati. Nelle immagini che seguono sono rappresentate situazioni diverse, in ciascuna delle quali dovranno essere osservate particolari misure di sicurezza per evitare che l'operatore possa trovarsi in situazione di pericolo.



Figura 0.8: Ispezione visiva della fune portante su scala, piattaforma, sedile e carrello



Figura 0.9: Ispezione visiva della fune portante su piattaforma e carrello



Figura 0.10: Ispezione visiva di una fune portante con dispositivo per ispezioni in posizione seduta o sdraiata



Figura 0.11: Ispezione visiva della fune portante con dispositivo per ispezione in posizione seduta

2.3 Esame visivo per stazioni modulari standard per funivie monofune a movimento continuo

In stazioni modulari standard per l'ispezione visiva delle funivie monofune a movimento continuo le condizioni di lavoro legate agli spazi sono diverse rispetto alle stazioni aperte, come ad esempio, le seggiovie ad ammortamento fisso. Nelle stazioni modulari, in linea con le istruzioni del produttore, l'ispezione viene effettuata con uno specchio aggiuntivo all'interno della stazione, come rappresentato in figura 3.12.. Gli operatori si posizionano al di sopra della fune, uno di essi la osserva dall'alto, mentre il secondo la esamina dal basso utilizzando lo specchio (vedere figura 3.13).



Figura 0.12: Specchio in una stazione modulare standard per funivie monofune a movimento continuo (punto di osservazione esterno alla stazione)



Figura 0.13: Possibile posizionamento in una stazione modulare standard per funivie monofune a movimento continuo

3 Preparazione delle prove sul campo

Per definire i limiti delle ispezioni visive delle funi sono state eseguite due prove sul campo, allo scopo di riprodurre, per quanto possibile, le condizioni di ispezione descritte al capitolo 3. I risultati delle prove hanno costituito la base di partenza per l'elaborazione di un metodo di ispezione ottimale.

3.1 Prima prova sul campo

La prima prova è stata effettuata presso una seggiovia ad ammassamento fisso. La tabella 4.1 riporta le caratteristiche tecniche prese in esame. Presso queste installazioni le funi sono state preparate preliminarmente alle prove. La preparazione delle funi è descritta al capitolo 4.3.

Tabella 3.1: Caratteristiche tecniche dei due impianti utilizzati per la prima prova sul campo

	Impianto 1	Impianto 2
Lunghezza fune	938 m	1634 m
Struttura della fune	6x19 S	6x26 WS
Diametro	34 mm	36 mm
Tipo di impianto	Seggiovia ad ammassamento fisso	Seggiovia ad ammassamento fisso
Messa in funzione	1992	2000

3.2 Seconda prova sul campo

La seconda prova sul campo si è concentrata sui due aspetti: l'esame visivo effettuato da stazioni modulari standard per funivie monofune a movimento continuo e l'esame visivo delle funi portanti. Mentre in una delle stazioni modulari un tratto della fune era stato preparato, nell'altra l'esame visivo veniva eseguito sulla fune non preparata, che presentava danni reali. In merito al secondo aspetto, è stata discussa la tematica dell'ispezione delle funi portanti, ma in questo caso non è stato effettuato alcun esame visivo.

Tabella 3.2: Caratteristiche tecniche dei due impianti monofune a movimento continuo

	Impianto 3	Impianto 4
Lunghezza fune	1013 m	2945 m
Struttura della fune	6x36 WS	6x36 WS
Diametro	45 mm	47 mm
Tipo di impianto	Seggiovia ad ammassamento fisso	Seggiovia ad ammassamento fisso
Messa in funzione	2015	2001

3.3 Riproduzione artificiale di un danno

Dato che le funi portanti-traenti dell'impianto non sembravano avere subito danni o soltanto danni limitati, è stato deciso preliminarmente di simulare i danni utilizzando della vernice. Pertanto, sono state estrapolate graficamente diverse tipologie di danno, che sono successivamente state riprodotte utilizzando della vernice spray.

Sono state prese in esame le seguenti tipologie e di danno:

- Impatto del fulmine
- rottura dei fili
- corrosione
- intagli/incisioni

Le immagini riprodotte dei difetti, dopo la loro astrazione con prove preliminari, sono state esaminate presso l'Institut für Fördertechnik und Logistik (IFL), onde rappresentarle il più realisticamente possibile.

3.3.1 Riproduzione artificiale di un colpo di fulmine

Se un fulmine colpisce una fune, il punto di impatto e di scarica del fulmine presenterà modificazioni strutturali, come ad esempio formazioni martensitiche. Ciò avviene quando il materiale di cui sono fatti i fili metallici si riscalda/fonde molto velocemente e altrettanto rapidamente si solidifica di nuovo. Dato che la martensite è fragile, successivamente a tale evento, alla ripresa del funzionamento dell'impianto, può verificarsi la rottura dei fili. La martensite che si deposita sulla fune appare di tonalità metallica lucida e leggermente bluastra (vedere Figura 4.1). Un danno di questo tipo è stato rappresentato graficamente in Figura 4.3.



Figura 3.1: Scolorimento causato dalla scarica di un fulmine



Figura 3.2: Struttura martensitica con fili fusi



Figura 3.3: Danno causato da un fulmine

Per riprodurre artificialmente questo tipo di danno sono state utilizzate una vernice metallizzata nera e una vernice blu. Per stabilire quale sia la dimensione minima rilevabile di un danno sono state utilizzati trefoli del diametro di $d \times 0,5$, $d \times 1,0$ e $d \times 1,5$.



Figura 3.4: Fulmine su trefolo del diametro di $d \times 1,5$

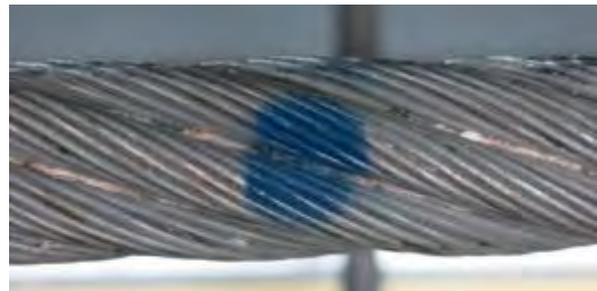


Figura 3.5: Fulmine su trefolo del diametro di $d \times 1,5$

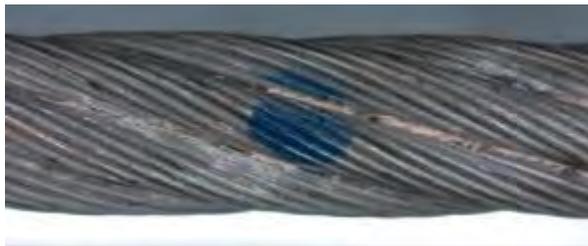


Figura 3.6: Fulmine su trefolo del diametro di $d \times 1$



Figura 3.7: Fulmine su trefolo del diametro di $d \times 0,5$

3.3.2 Riproduzione artificiale della rottura del filo

Nell'affrontare la tematica della rottura dei fili metallici è necessario distinguere fra diversi tipi di danni. Ci sono infatti le fratture di un filo singolo (vedere figura 4.8 e 4.10), rotture di fili contigui (vedere figura 4.11) e di un intero trefolo (vedere figura 4.12). Durante l'esame visivo, le rotture dei fili appaiono come ombre scure sulla superficie della fune. Particolarmente difficili da rilevare sono le rotture di un singolo filo negli avvallamenti tra i trefoli.

Informazione importante: durante l'esame visivo non è indispensabile identificare le rotture dei fili singoli delle funi a trefoli.



Figura 3.8: Rottura di un filo singolo



Figura 3.9: Rottura con filo sporgente



Figura 3.10: Ricostruzione grafica della rottura di un filo singolo



Figura 3.11: Ricostruzione grafica della rottura di fili multipli

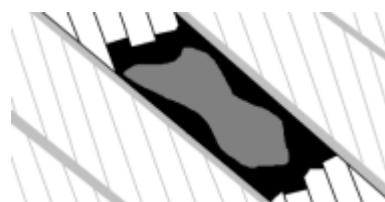


Figura 3.12: Ricostruzione grafica della rottura del trefolo

Anche in questo caso sono state considerati diametri del trefolo di $d \times 0,5$, $d \times 1$ e $d \times 1,5$. Per la ricostruzione grafica del tipo di danno è stata scelta la rottura del filo singolo. Nelle immagini che seguono sono rappresentati i diversi tipi di danni artificiali.



Figura 3.13: Rottura di un filo singolo del trefolo



Figura 3.14: Rottura del filo $0,5 \times$ diametro trefolo



Figura 3.15: Rottura del filo 1 x diametro trefolo



Figura 3.16: Rottura del filo 1,5 x diametro trefolo

3.3.3 Riproduzione artificiale della corrosione

Un danno che compromette la superficie zincata della fune solitamente è seguito da un processo di corrosione, che usura i fili e causa una perdita di sezione metallica, che può portare a sua volta a fratture repentine della fune. I processi di corrosione si verificano con particolare frequenza nell'avvallamento fra i trefoli (vedere figura 4.17).



Figura 3.17: Corrosione dei trefoli (con frattura del filo)



Figura 3.18: Corrosione in una fune chiusa

Per riprodurre artificialmente il processo di corrosione viene utilizzata la vernice arancio-rossa. Per visualizzare la corrosione in modo quanto più realistico possibile, subito dopo la spruzzatura, la vernice viene passata con una spazzola per eliminare contrasti troppo marcati. Oltre a riprodurre la corrosione negli avvallamenti fra i trefoli, sono state riprodotte rotture in trefoli del diametro di 0,5, 1 e 1,5.



Figura 3.19: Corrosione nell'avvallamento tra i trefoli graficamente semplificata



Figura 3.20: Corrosione di più trefoli graficamente semplificata



Figura 3.21: Corrosione nell'avvallamento fra i trefoli

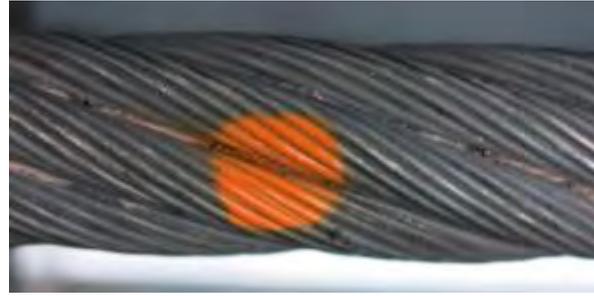


Figura 3.22: Corrosione 1,5 x diametro del trefolo



Figura 3.23: Corrosione 1 x diametro trefolo



Figura 3.24: Corrosione 0,5 x diametro trefolo

3.3.4 Riproduzione artificiale di intagli

Intagli e incisioni sono danni superficiali, che modificano la superficie dei fili, ma non compromettono la struttura della fune o dei fili stessi. Gli intagli sono generati da sollecitazioni meccaniche locali, mentre le incisioni sono causate dal movimento relativo a contatto con corpi duri. Sono pertanto l'esito dell'attrito su una lunghezza estesa della superficie e sono in parte poco visibili all'esame visivo a causa del riflesso del materiale circostante in determinate condizioni di luce (vedere Figura 4.26). Un intaglio solitamente è visibile solo nel punto in cui è stata registrata una sollecitazione meccanica (vedere Figura 4.25).

Durante l'esame visivo intagli e incisioni sono difficilmente distinguibili. Si rinuncia pertanto a riprodurre graficamente questo tipo di danni delle funi, demandando tale compito agli esaminatori.



Figura 3.25: Intagli su una fune portante



Figura 3.26: Incisioni su una fune traente

Per simulare intagli e incisioni si scelgono piccole strisce bianche sulla sommità del trefolo.

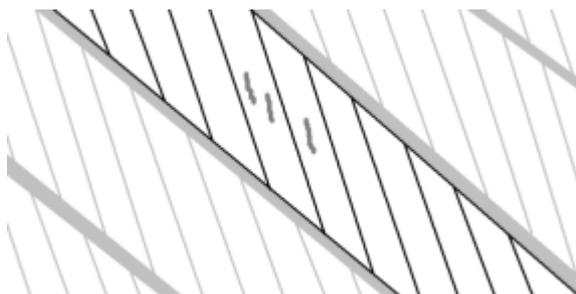


Figura 3.27: Rappresentazione grafica di intagli e incisioni



Figura 3.28: Intagli e incisioni

3.3.5 Riproduzione artificiale di un danno nelle prove sul campo

Nel riprodurre i danni sulla fune l'obiettivo era di distribuirli in modo non sistemico. Per garantire una facile registrazione delle prove sul campo, sono stati preliminarmente definiti dei punti a distanza di 5m, 10m, 20m, 25m, 30m, 40m e 50m sui quali veniva riprodotto un determinato tipo di danno in modo casuale. In alcuni punti sono stati applicati più tipi di danni per determinare se l'esaminatore si lasciasse distogliere dal tipo di danno (per esempio seguendo con lo sguardo il precedente danno riscontrato), non rilevando pertanto danni immediatamente successivi. Le distanze, selezionate in un range fra 5 e 50 metri, sono state definite per verificare se vi fosse un calo dell'attenzione da parte dell'esaminatore quando (per esempio per una lunghezza di 50m) non fosse stato rilevato alcun tipo di problema.

Nella prima prova i danni sono stati posizionati su quattro intervalli a una distanza di 200 m, in modo che durante la prova in entrambi gli impianti fossero disponibili 800m di fune da ispezionare. Durante la seconda prova sul campo sono stati utilizzati due intervalli per una lunghezza totale di 400m.

3.4 Preparazione del questionario

Per valutare le prove sul campo sono stati ideati dei questionari ai quali i partecipanti dovevano rispondere prima o dopo l'esecuzione degli esami visivi. Il questionario somministrato prima dell'esame visivo si concentrava sull'esperienza acquisita dagli esaminatori fino a quel momento. L'attenzione si focalizzava sulla frequenza e sul tipo di esame. Veniva inoltre chiesto ai partecipanti di stimare in quale percentuale si fossero presentati i danni discussi al capitolo 4.3. e di valutare quale fosse nella loro esperienza la dimensione minima di un danno rilevabile.

Il questionario completo è disponibile in allegato.

Il questionario post-attività doveva essere compilato dopo ogni esame e richiedeva una descrizione del tipo di attività condotta (ispezione con o senza pause). Il valutatore poteva inoltre dare indicazioni inerenti alle condizioni delle postazioni di lavoro, alle eventuali difficoltà di concentrazione, possibilità di utilizzare eventuali strumenti ausiliari (come collant in nylon o specchi) ed esprimere eventuali critiche rispetto al metodo di realizzazione dell'esame visivo. Il questionario completo è disponibile in allegato.

3.5 Scelta dei diversi tipi di ispezioni

Per il primo esame sul campo, la scelta fra i diversi tipi di esame è avvenuta dopo una serie di colloqui con i partecipanti al progetto e con i collaboratori dell'Istituto IFT. Sono state prese in considerazione la velocità di esecuzione dell'esame, delle condizioni di lavoro, della possibilità di fare delle pause e la disponibilità di strumenti aggiuntivi a supporto dell'attività. Sono state analizzate le seguenti modalità di esecuzione delle ispezioni:

- Fune completa senza pause alla velocità di 0,3m/s
- Fune completa senza pause alla velocità di 0,6m/s
- Senza pause alla velocità di 1,0m/s
- Ogni 20min, 5min di pausa alla velocità di 0,3m/s
- Ogni 15min, 5min di pausa alla velocità di 0,3m/s
- Ogni 10min, 5min di pausa alla velocità di 0,3m/s
- Strumenti ausiliari: collant in nylon
- Strumenti ausiliari: specchi, ogni 10min 5min di pausa alla velocità di 0,3m/s
- Esame visivo condotto da 3 persone alla velocità di 0,3m/s

Tenuto conto dei metodi prescelti e delle installazioni a disposizione in occasione del primo esame presso le postazioni in cui sono stati realizzati gli esami visivi è stato possibile realizzare le condizioni descritte qui di seguito. A Längenfelder uno dei valutatori era posizionato sulla piattaforma installata, mentre il secondo era su una scala (vedere Figura 4.29). Alla stazione a valle di Hexenkessel entrambi gli esaminatori avevano lavorato su una scala e per uno dei valutatori è stato possibile condurre l'attività stando seduto su una piccola piattaforma (vedere Figura 4.30). Alla stazione a monte di Hexenkessel entrambi i valutatori avevano potuto effettuare l'esame visivo da una piattaforma fissa (vedere Figura 4.31).

Durante la seconda prova sul campo, l'ispezione è stata condotta da una stazione modulare standard per funivie monofune a movimento continuo, nella quale è stato possibile utilizzare uno specchio posizionato sotto la fune (cfr. capitolo 2.3).

In tutte le stazioni, le ispezioni sono state accompagnate da un collaboratore dell'IFT e sono stati verbalizzati gli esiti dell'attività svolta, le condizioni di contorno, i commenti dei partecipanti ed eventi o situazioni particolari.



Figura 3.29: Condizioni di lavoro presso la prima installazione



Figura 3.30: Condizioni di lavoro nella stazione a valle della seconda installazione



Figura 3.31: Condizioni di lavoro nella stazione a monte della seconda installazione

4 Valutazione degli esiti delle prove sul campo

A seguito delle prove sul campo è stata effettuata un'analisi dell'attività. Sono stati dapprima presi in esame gli esiti del questionario "pre-attività" e qui di seguito si riporta la valutazione della percentuale di rilevamento errori durante le attività sul campo. Con l'ausilio del secondo questionario è stato possibile valutare anche l'introduzione di mezzi ausiliari come lo specchio e la calza in nylon. La discussione sul tema delle ispezioni della fune portante dopo la seconda prova pratica ha evidenziato anche alcuni punti di attenzione legati alla sicurezza. Le valutazioni e le conoscenze acquisite durante l'attività hanno consentito di elaborare un sistema a punti per la valutazione delle ispezioni visive, che è presentato al successivo capitolo 6.

4.1 Valutazione del questionario somministrato prima dell'attività

Si sottolinea che tutte le valutazioni che seguono in questo capitolo rappresentano le opinioni espresse dai partecipanti alle prove sul campo. Alcune affermazioni possono pertanto essere contraddittorie o in contrasto con i risultati delle valutazioni e con il metodo di valutazione adottato!

Come precedentemente menzionato ai partecipanti al questionario somministrato prima dell'attività sono state chieste informazioni sulle ispezioni visive in base alla propria esperienza personale, è stato loro chiesto di auto-valutarsi e di condividere il proprio parere in merito all'esame visivo.

La figura 5.1 mostra l'esperienza dei valutatori precedente al test. È evidente che ciascun valutatore ha una vasta esperienze. A seguito della valutazione della percentuale di rilevamento dei danni alle funi, il capitolo 5.2.3 mostrerà se esiste una correlazione fra il precedente grado di esperienza acquisito dai partecipanti e la rispettiva capacità di rilevare i danni durante l'attività.

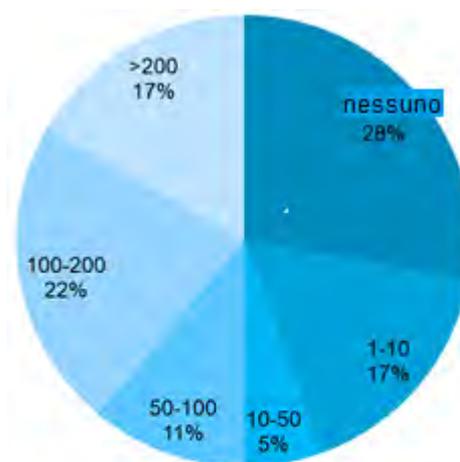


Figura 5.1: Numero di esami visivi effettuati dai partecipanti fino al momento preso in considerazione

L'autovalutazione dei partecipanti il merito alla propria capacità di rilevare i danni delle funi è rappresentata nella figura 5.2. Soltanto il 22% di essi pensa di rilevare meno del 50% dei difetti totali.

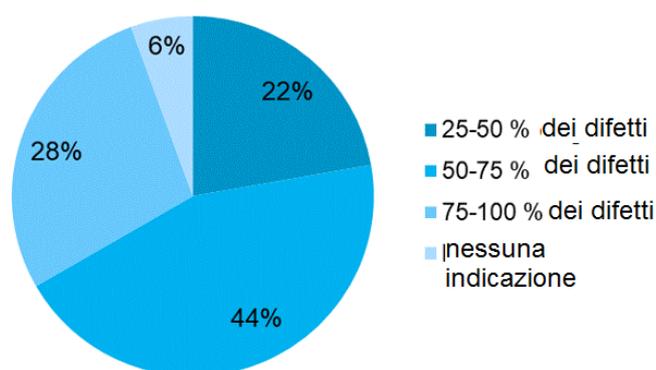


Figura 5.2: Autovalutazione della capacità di rilevare i danni della fune

La tabella 5.1 mostra l'autovalutazione inerente la dimensione minima del danno alla fune rilevabile durante l'esame visivo. Le possibili scelte proposte ai partecipanti nel questionario sono disponibili in allegato. Come si prevedeva la maggior parte dei partecipanti ritiene che non sia possibile rilevare danni di entità minima (0,5 x diametro del trefolo) come per esempio, piccole fratture dei fili metallici, esiti di processi corrosivi o di fulmini. Soltanto un terzo dei partecipanti ritiene invece di essere in grado di potere rilevare danni di qualsiasi entità.

Tabella 4.1: Autovalutazione delle capacità di rilevare danni delle funi di minima entità

Quali danni non vengono rilevati?	Nr. di persone
Capacità di rilevare danni di qualsiasi entità	5 persone
 Tutti i danni fino a 0,5 x diametro del trefolo	4 persone
 Tutti i danni fino a 0,5 x diametro del trefolo	7 persone
 Tutti i danni, esclusi gli intagli	2 persone

Le 8 risposte più frequenti alla domanda "Quali sono secondo lei i danni importanti che devono essere assolutamente rilevati durante l'esame?" sono indicate nella figura 5.3.

Vengono indicati con maggiore frequenza i danni causati da fulmini, corrosione, danneggiamento di più fili, rottura di fili o intagli. Queste descrizioni coincidono con i danni rappresentati nelle immagini e che sono stati riprodotti artificialmente per le prove sul campo (vedere capitolo 3.3).

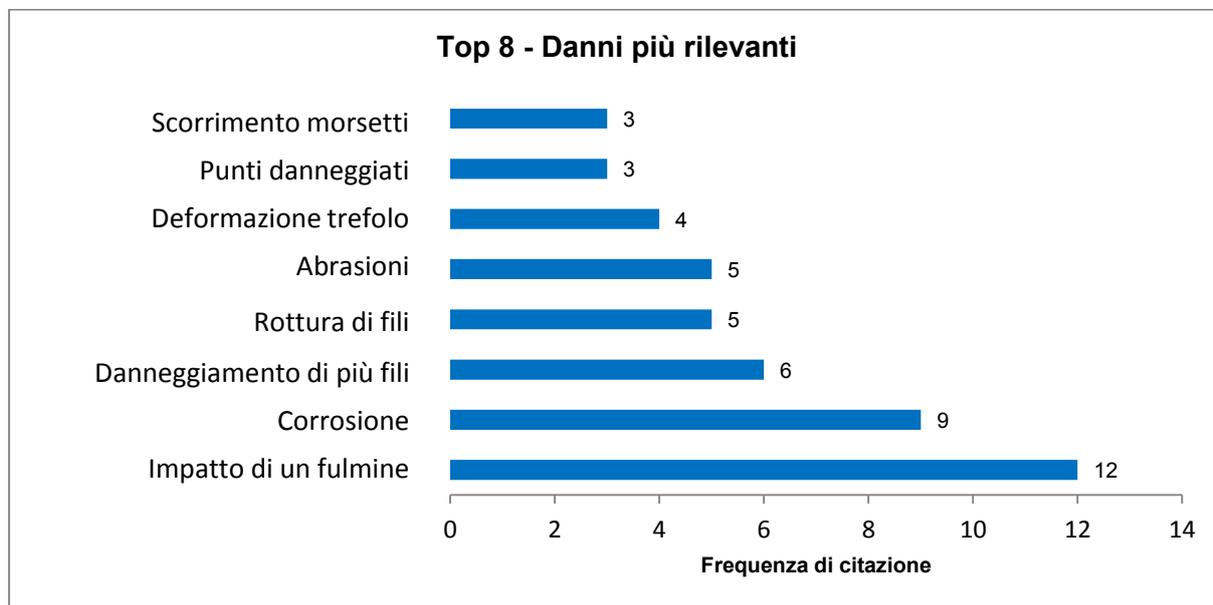


Figura 4.3: Top 8 – danni più rilevanti

Le caratteristiche valutate importanti dai collaboratori durante l'esame visivo sono rappresentate nella figura 5.4. Vengono menzionate con maggiore frequenza la capacità di concentrazione per lunghi periodi e una buona vista, seguite dalla motivazione personale e da un buon grado di preparazione/istruzione.

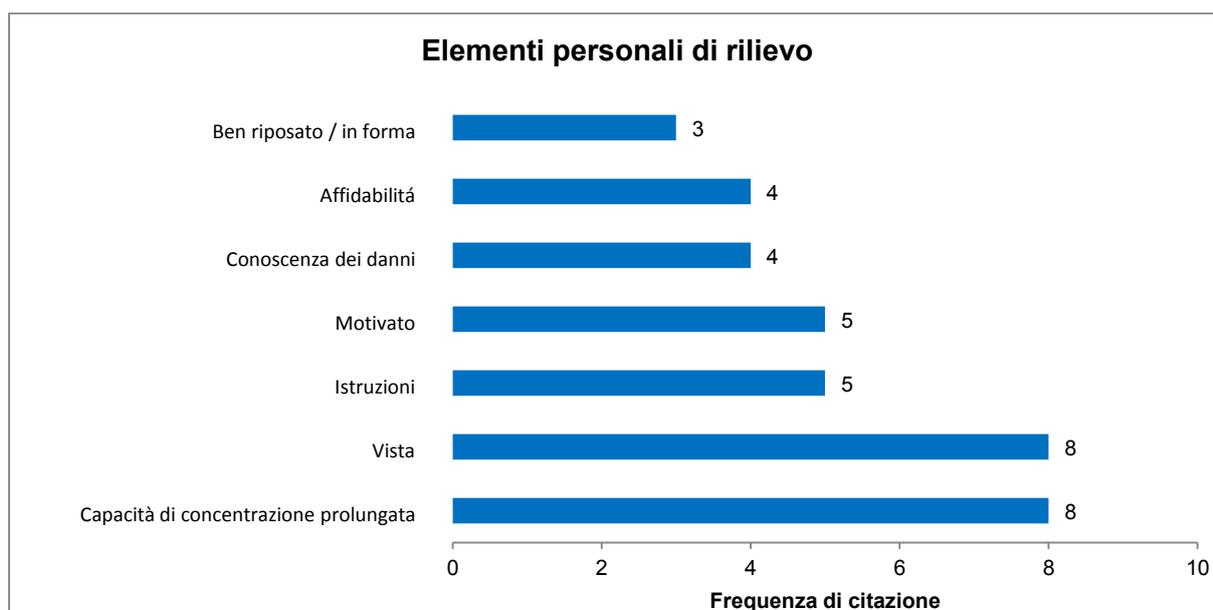


Figura 4.1: Caratteristiche personali rilevanti durante un'ispezione visiva

I requisiti e le condizioni dei luoghi di lavoro più importanti durante un'ispezione visiva sono rappresentati nella Figura 5.5. La metà dei partecipanti menziona condizioni di luce sufficienti come uno dei requisiti cruciali in relazione all'ambiente di lavoro. Ai partecipanti è stato chiesto se le loro precedenti ispezioni visive fossero state effettuate principalmente durante il giorno o la notte e quale sorgente luminosa avessero utilizzato. 13 partecipanti, quindi più della metà, hanno dichiarato di avere effettuato l'esame durante il giorno. Soltanto un partecipante ha effettuato esami visivi di notte o al mattino presto.

Il resto delle persone non ha esperienza o si astiene dall'attività in mancanza di condizioni idonee. Ciò conferma l'importanza di avere buone condizioni di luce durante l'esame visivo. Sebbene i partecipanti effettuino l'attività alla luce del giorno, alcuni utilizzano una fonte luminosa aggiuntiva. Ciò può essere particolarmente utile nelle stazioni più in ombra, in cui la fune non è sufficientemente esposta alla luce. Una fonte di illuminazione artificiale garantisce condizioni di luminosità costanti durante tutta l'attività.

Al secondo posto tra i requisiti più frequentemente menzionati vi è la possibilità di condurre l'esame stando seduti o sdraiati. Una posizione scomoda può infatti ridurre la capacità di concentrazione durante l'esame e avere come conseguenza la mancata rilevazione di eventuali danni. Una fune troppo asciutta è un ulteriore elemento di difficoltà, mentre eventuali gocce d'acqua possono causare un confusivo effetto di riverbero. Inoltre, la presenza di acqua (sporco o ghiaccio) è fonte di affaticamento della vista e può contribuire ad una riduzione della concentrazione. Se è indispensabile condurre l'esame in condizioni di umidità si suggerisce di asciugare la fune o di asciugare l'acqua in eccesso utilizzando un ventilatore.

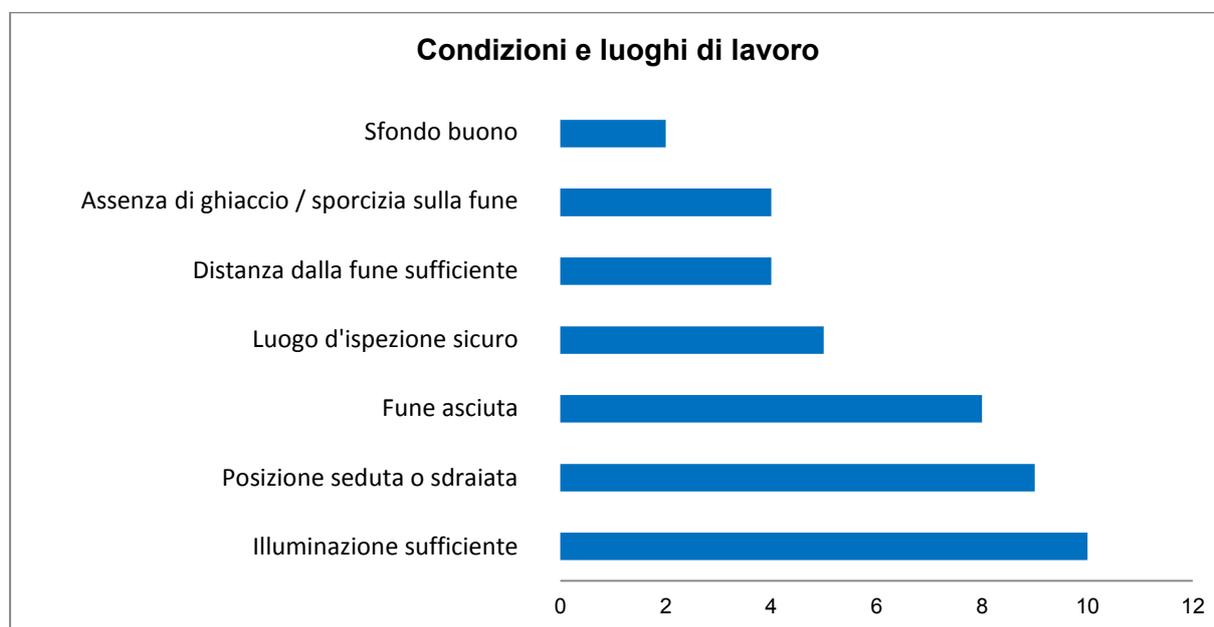


Figura 4.2: Condizioni e luoghi di lavoro

Alla domanda su cosa sia particolarmente sgradito durante un'ispezione in relazione a condizioni ambientali e postazione di lavoro, i partecipanti hanno menzionato i punti rappresentati nel grafico 5.6. Queste affermazioni coincidono in massima parte con quanto riportato nel grafico 5.5.

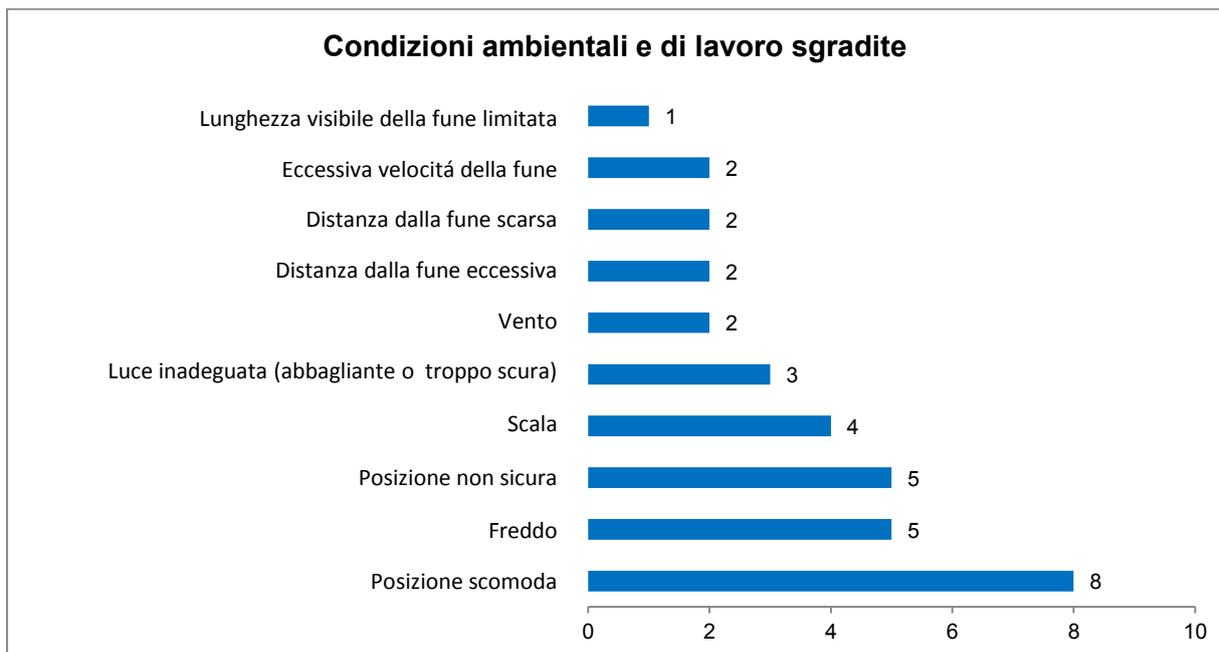


Figura 4.3: Condizioni ambientali e di lavoro sgradite

4.2 Determinazione della percentuale di rilevamento dei danni

La percentuale dei danni alle funi è stata rilevata in seguito alla valutazione dei verbali redatti dai collaboratori dell'istituto IFT. Durante gli esami visivi, la valutazione del grado di rilevamento dei danni è stata effettuata da un lato in base al tipo di esame, dall'altro in base al tipo di danni riscontrati.

4.2.1 Percentuale di rilevamento dei danni in base al tipo di esame

La valutazione è stata effettuata in base al tipo di esame. E' stato dapprima preso in considerazione se un determinato danno fosse stato rilevato o meno, senza tenere conto del tipo di danno. Il risultato di questa valutazione è riportato nella figura 5.7, che mostra anche la percentuale di rilevamento totale dei danni classificata secondo il tipo di esame, in base a quanto descritto al capitolo 5.2. L'esame effettuato da 3 persone alla velocità di 0,3 m/s è di gran lunga il più preciso con una percentuale di rilevamento dei danni del 79%. La terza persona infatti è stata in grado di vedere dei danni che per gli altri due ispettori, che osservavano da un angolo cieco non sarebbero stati visibili. Pertanto, se gli esaminatori fossero stati soltanto due, questi danni sarebbero passati inosservati. È successo alcune volte che i partecipanti dell'IFT, che redigevano il rapporto, intercettassero danni che per gli altri esaminatori erano nell'angolo cieco e pertanto sarebbero rimasti inosservati. I verbalizzanti notavano anche che la discussione che seguiva al rilevamento di un danno, spesso comportava il mancato rilevamento del danno successivo.

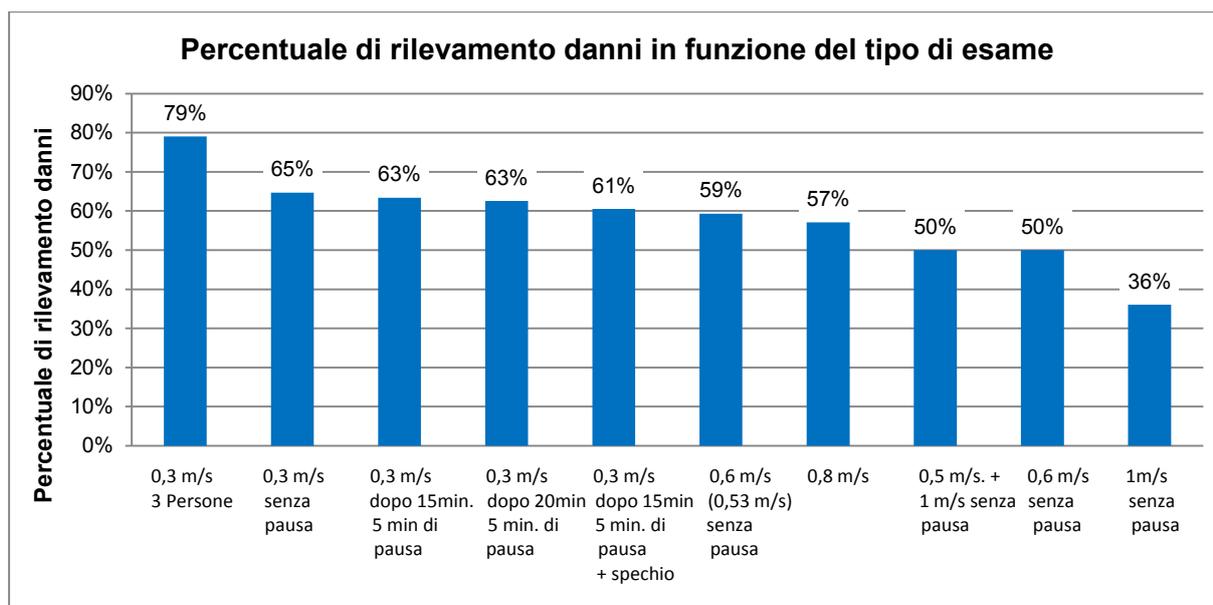


Figura 4.4: Tabella riassuntiva percentuale rilevamento danni in base al tipo di esame

Importante è anche rilevare che l'esame senza pause a una velocità di 0,3 m/s si posiziona al secondo posto, subito dopo quello con pause. L'esame di una fune per una lunghezza di

soli 800 metri alla velocità di 0,3 m/s ha una durata di circa 45 minuti. Anche se le pause in questo caso non hanno sortito effetti positivi sulla capacità di concentrazione e quindi sulla possibilità di rilevamento dei danni alla fune, osservando gli esaminatori risultava chiaramente visibile che verso la fine dell'attività tendevano ad innervosirsi, in quanto stare seduti o sdraiati diveniva via via più scomodo. Non è quindi possibile affermare in termini generali che le pause non abbiano un effetto positivo sulla capacità di individuare i danni alla fune; nel contempo, è necessario tenere in considerazione anche la lunghezza totale della fune da ispezionare, la durata totale dell'esame e la capacità di concentrazione di ogni singolo esaminatore. Come si può vedere nella figura 5.7, la percentuale di rilevamento dei danni alla fune è nettamente inferiore alle alte velocità rispetto alle basse velocità, poiché a velocità più elevate la capacità di concentrazione diminuisce rapidamente. Alcuni partecipanti dopo pochi minuti di ispezione alla velocità dei 1 m/s, hanno riportato sensazioni di capogiro, che non soltanto riducevano la loro abilità di identificare danni alla fune, ma che rappresentavano al tempo stesso anche un rischio per la sicurezza.

Il sistema di valutazione presentato al capitolo 6 tiene conto della necessità di effettuare delle pause che si basa sui risultati delle prove sul campo e delle esperienze dei partecipanti al progetto.

4.2.2 Percentuale di rilevamento dei danni in base al tipo di danno

Per la determinazione della percentuale di rilevamento dei danni in base al tipo è consigliabile definire quali danni rappresentino un potenziale di rischio specifico e quali abbiano un potenziale di rischio relativamente basso. I danni con alto potenziale di rischio possono portare molto più rapidamente alla sostituzione della fune. Il potenziale di rischio è in rappresentato qui di seguito in ordine di importanza decrescente:

- Impatto di un fulmine
- Danneggiamento di più fili
- Intagli
- Corrosione negli avvallamenti dei trefoli
- Rottura di un singolo filo
- Corrosione



La percentuale di rilevamento dei singoli danni è rappresentata in figura 5.8. Nel calcolo si è tenuto conto di tutti i test effettuati durante entrambe le prove sul campo. Nonostante per i fulmini vi sia il maggior potenziale di rischio, la percentuale di rilevamento di danni di questo tipo si attesta solamente intorno al 64%. Anche nel caso in cui vengano danneggiati più fili, la percentuale di rilevamento dei danni è solo del 68%. In entrambi i casi il danno si presenta come un'ombra scura sulla fune e quindi, in parte, difficile da rilevare all'esame visivo e tale difficoltà è particolarmente evidente per i danni che si verificano negli avvallamenti fra i trefoli. I danni dovuti a corrosione negli avvallamenti fra i trefoli vengono solitamente rilevati in misura dell'80%. Ciò è dovuto al fatto che il danno da corrosione si presenta con un colore marrone/arancione e risalta quindi maggiormente sulla fune rispetto ai danni causati dai fulmini. Di contro, come prevedibile, gli intagli e la rottura del singolo filo vengono rilevati in percentuale minore, poiché difficilmente distinguibili dal colore di fondo della fune. Si sottolinea ad ogni modo ancora una volta che l'obiettivo dell'esame visivo non è unicamente quello di rilevare le rotture del singolo filo.

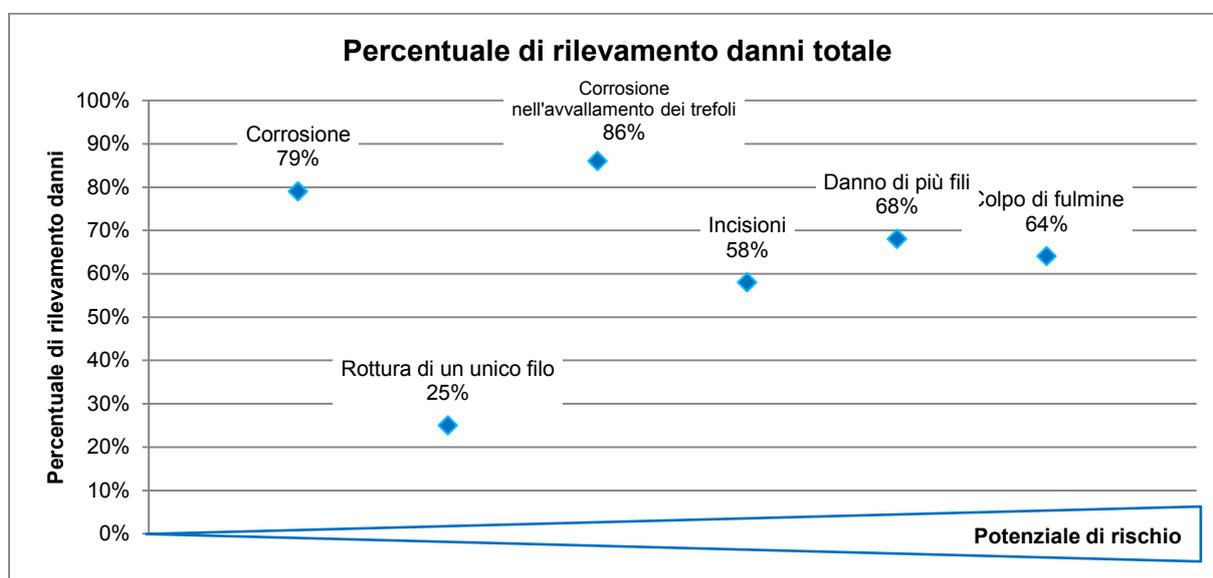


Figura 4.5: percentuale di rilevamento dei danni della fune in base al tipo di danno

Dopo un evento particolare, come ad esempio un temporale, sarà eseguito un esame straordinario, cosiddetto esame di tipo C ad una velocità massima di un 1 m/s (vedere Capitolo 1). La figura 5.9 mostra le percentuali di rilevamento ottenute durante le prove sul campo ad una velocità di 1 m/s. Il tasso di rilevamento dei danni alla fune scende del 20%, attestandosi su un valore del 46% in caso di fulmine. Ciò è riconducibile al fatto che il danno causato da un

fulmine, che si presenta con riflessi brillanti e metallici, è difficilmente rilevabile su una fune che scorre velocemente. Lo stesso avviene anche nel caso di un danno che interessa più fili, poiché si presenta come un'ombra scura. Questi tipi di danni possono passare inosservati soprattutto in funi con movimento irregolare.

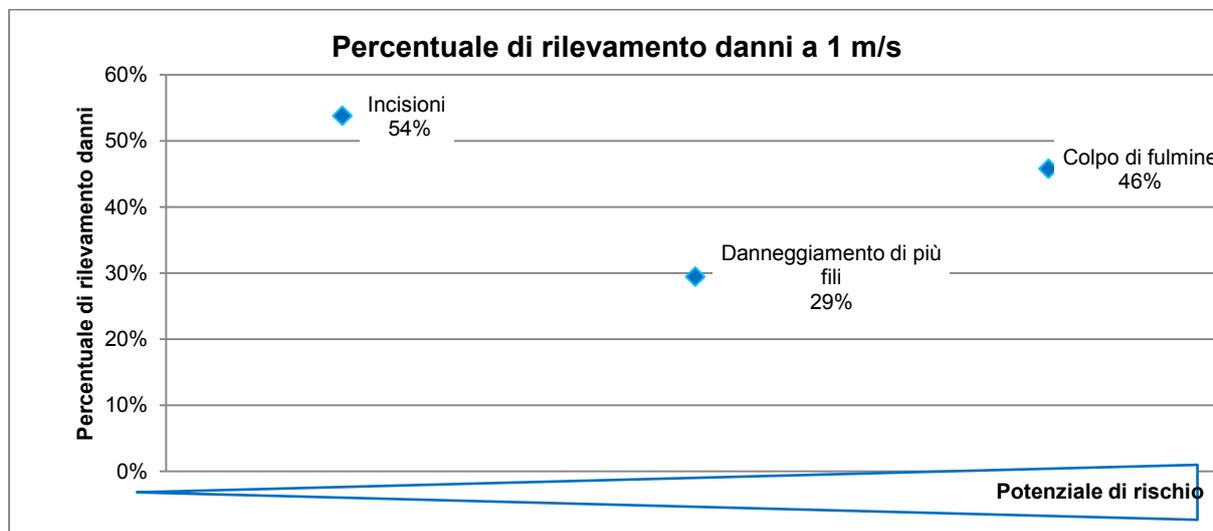


Figura 4.6: Percentuale di rilevamento danni in base al tipo, velocità di 1 m/s

Come già illustrato, le condizioni di luce durante l'esame sono un fattore cruciale. Ciò è evidente anche in base alla valutazione della percentuale di rilevamento dei danni alla fune alla velocità di 0,3 m/s, suddivisa per stazioni. Tale valutazione è rappresentata nel grafico 5.10. Fra le 3 stazioni si rileva una chiara differenza durante la prima prova sul campo, dovuta soprattutto alle differenti condizioni di luce e di lavoro.

Nella stazione di Längenfelder un tetto impediva che i raggi solari arrivassero direttamente sul punto dell'ispezione, mentre la stazione a valle dell'impianto di Hexenkessel, a detta dei partecipanti, era quella con le condizioni di luce peggiore. Inoltre, il rumore costante generato dal sistema di azionamento costituiva un'ulteriore fonte di distrazione. Questo ha causato una riduzione della percentuale di danni riscontrati, che rimaneva di gran lunga al di sotto della percentuale di danni rilevata a Längenfelder. Nell'introduzione al capitolo 6, in cui viene spiegato il metodo di assegnazione del punteggio, verrà illustrato anche come migliorare le condizioni di lavoro e i rapporti illuminanti.

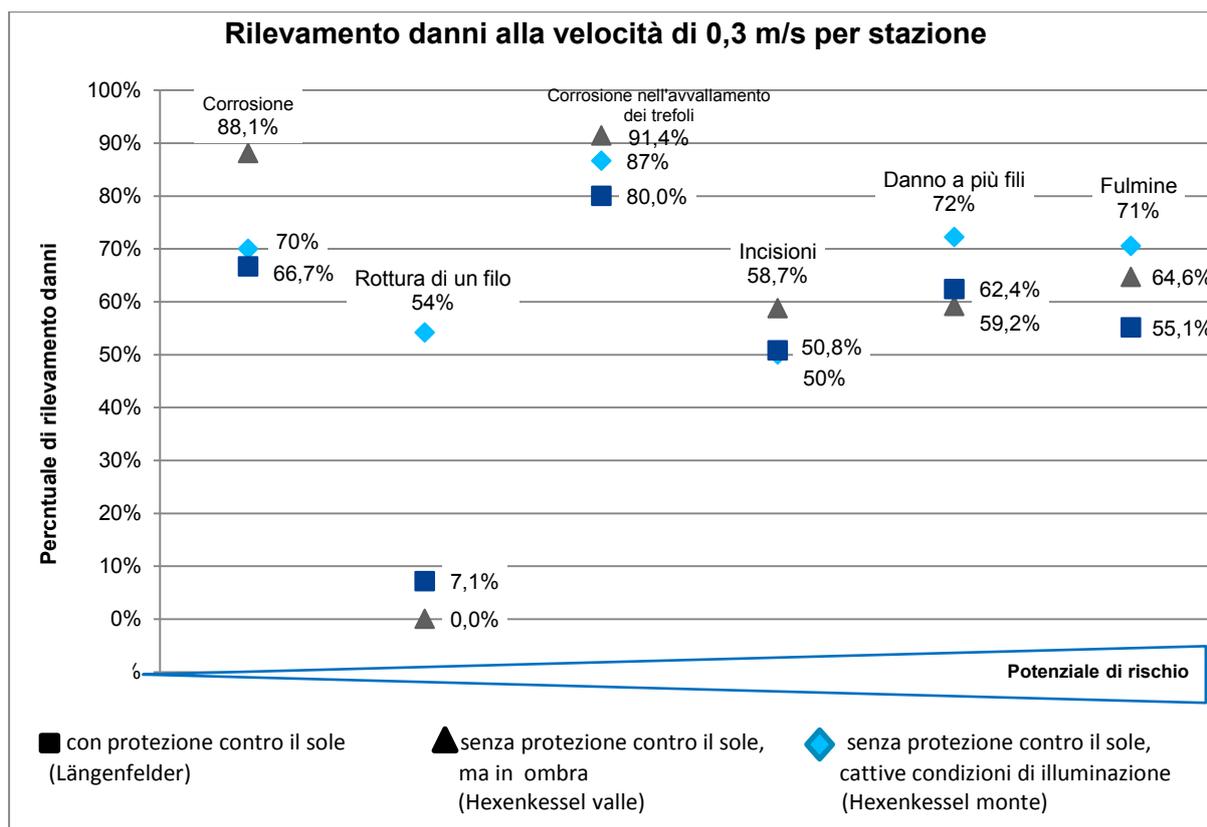


Figura 4.7: Rilevamento danni per stazione, velocità 0,3 m/s

4.2.3 Rapporto fra percentuale di rilevamento danni e livello di esperienza

Come rappresentato nella figura 5.1 le esperienze fatte fino a quel momento dai partecipanti alle attività sul campo sono state estremamente diversificate e il numero di esami è passato da zero a oltre 200. In questo capitolo si intende esaminare se esista un nesso fra il grado di esperienza dei partecipanti fino al momento delle prove sul campo e la percentuale di rilevamento danni, per appurare in che misura un valutatore esperto possa ottenere risultati più puntuali rispetto a un valutatore che non ha avuto modo di fare esperienza diretta. A tal fine sono stati esaminati i verbali delle attività condotte sul campo, alle quali avevano presenziato i collaboratori dell'IFT, per comprendere quali partecipanti all'attività fossero stati in grado di identificare il danno alla fune. Il risultato è visibile nella tabella 5.11, che mostra che l'esperienza fatta in precedenza in linea di massima non rappresenta un vantaggio. Tuttavia, va sottolineata l'importanza di avere delle conoscenze di base dei possibili danni riscontrabili su una fune. Pertanto, si suggerisce che i collaboratori più giovani siano formati in tal senso prima di intraprendere la loro prima attività. I danni alla fune che i collaboratori devono essere in grado di riconoscere sono mostrati anche nel capitolo seguente, in cui si illustra inoltre il sistema di valutazione. È evidente che la precisione e la ripetibilità migliorano con l'esperienza. Lo stesso vale anche in relazione alle differenze rilevate nella capacità di identificare i danni.

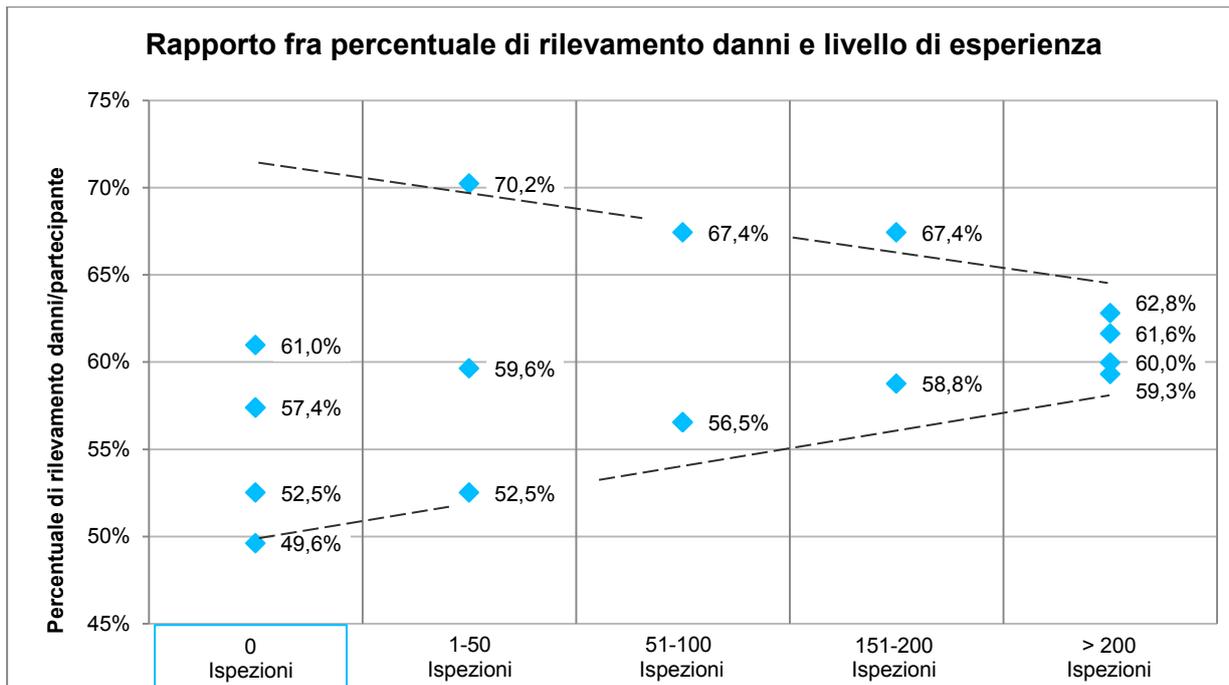


Figura 4.8: Rapporto fra percentuale di rilevamento danni e livello di esperienza

4.3 Misura del diametro e del passo di cordatura

Durante una serie di test i partecipanti sono stati invitati a misurare il diametro della fune e il passo di cordatura prima dell'ispezione. La misurazione del diametro fornisce un'indicazione sulle condizioni della fune. Esso diminuisce quando la fune viene sottoposta a sollecitazioni crescenti dovute alla trazione o alla flessione [7]. Il diametro fornisce inoltre indicazioni importanti sullo stato della fune: se si riduce drasticamente durante il ciclo di vita utile, questo può determinare un contatto fra i trefoli e quindi un maggior grado di usura. Il diametro è rappresentato in figura 5.12.

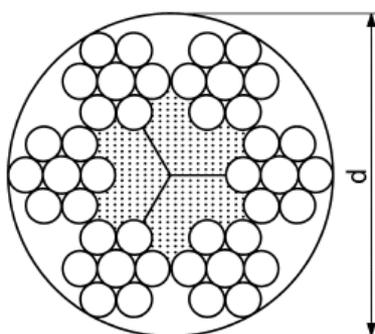


Figura 4.9: Diametro d di una fune a trefoli tondi [8]

Vi sono diversi modi di effettuare una misurazione corretta del diametro della fune. Importante è però tenere sempre in considerazione il numero di trefoli. Se sono pari, la misurazione dovrà sempre essere effettuata da sommità a sommità. La Figura 5.13 mostra come effettuare la misurazione in modo corretto.

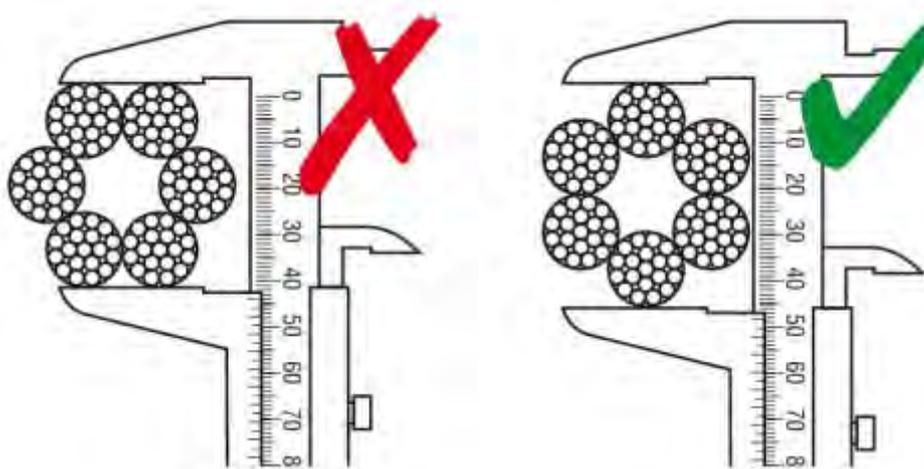


Figura 4.10: Misurazione corretta del diametro della fune [9]

Se il numero dei trefoli è dispari, di fronte ad una sommità corrisponderà, dalla parte opposta, un avvallamento (cfr. Figura 4.11). Il diametro dovrà essere misurato con un calibro a corsoio a becchi larghi.

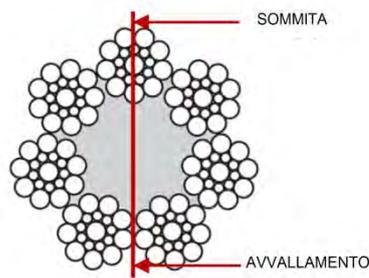


Figura 4.11: diametro della fune con numero di trefoli dispari

Nel questionario preliminare all'attività i partecipanti dovrebbero già avere descritto come solitamente eseguono la misurazione del diametro. Tutti riferiscono di avere usato un calibro a corsoio. Alcuni precisano di avere utilizzato un calibro a corsoio con becchi larghi, che impedisce che la misurazione venga effettuata nell'avvallamento fra i trefoli. La metà dei partecipanti afferma di eseguire più misurazioni (da 2 a 3) e successivamente di calcolare la media dei valori misurati.

La figura 5.15 mostra le misurazioni effettuate nell'installazione di Hexenkessel. I partecipanti hanno effettuato le misurazioni in autonomia, senza ricevere istruzioni preliminari ed avevano a disposizione calibri a corsoio a becchi larghi, oltre ai loro strumenti di misurazione, il diametro nominale della fune era di 34 mm. La misura di riferimento del diametro effettivo è stata effettuata dall'IFT. Due misurazioni non sono state eseguite correttamente, in quanto i valori risultavano essere rispettivamente l'uno troppo alto, l'altro troppo basso. Queste misurazioni errate possono essere dovute all'uso di un calibro digitale non resettato o a un errore di trascrizione. Durante un esame visivo reale, nell'uno e nell'altro caso, l'errore di misurazione sarebbe stato notato e corretto. In generale, la misurazione del diametro è esatta con un grado di approssimazione di un decimo.

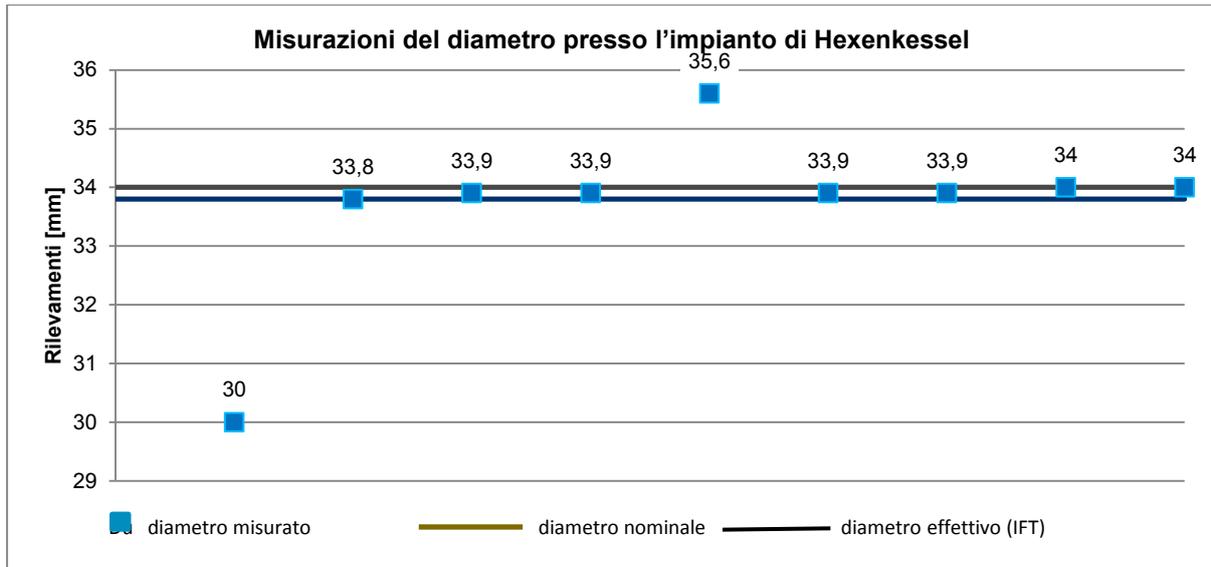


Figura 4.12: Misurazioni del diametro presso l'impianto di Hexenkessel

Per lunghezza del passo di cordatura della fune si intende l'altezza (H) del passo misurato parallelamente all'asse della fune di un filo esterno della fune spiroidale, di un trefolo di una fune spiroidale o di una fune a trefoli avvolta su un'altra fune, che funge da anima, tenendo conto di una spirale (avvolgimento) completa (o elica) attorno all'asse della fune [8], (cfr. Figura 4.13).

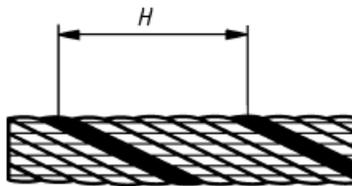


Figura 4.13: Passo di cordatura della fune [8]

Per la misura del passo di cordatura, solitamente i partecipanti utilizzano un metro pieghevole, che viene appoggiato a un trefolo, a partire dal quale vengono poi contati e misurati alcuni passi di cordatura. Il risultato ottenuto viene quindi diviso per il numero di passi di cordatura. Di regola i partecipanti dicono di misurarne da 3 a 4. Due dei partecipanti affermano di misurare fino a 10 passi di cordatura.

Un ulteriore metodo di misurazione, che non è stato tuttavia menzionato dai partecipanti, consiste nell'appoggiare della carta millimetrata sulla fune, annerendola con la mina di una matita per riprodurre la struttura. La misurazione viene poi effettuata sulla carta.

Nuovi strumenti di misura del passo di cordatura per funi a trefoli e funi spiroidali consentono di effettuare le misurazioni in modo semplice e non complicato lungo la linea di superficie della fune [10].

La valutazione delle misurazioni del passo di cordatura è rappresentata in figura 5.17. La lunghezza nominale del passo era di 240 millimetri. I partecipanti effettuavano le misurazioni in modo corretto, anche se i risultati erano variabili. La lunghezza può infatti modificarsi a

causa di differenze torsionali o di tensionamento della fune, pertanto i valori non risultano sempre perfettamente coincidenti. Anche in questo caso è sufficiente una misurazione con un'approssimazione di un decimo.

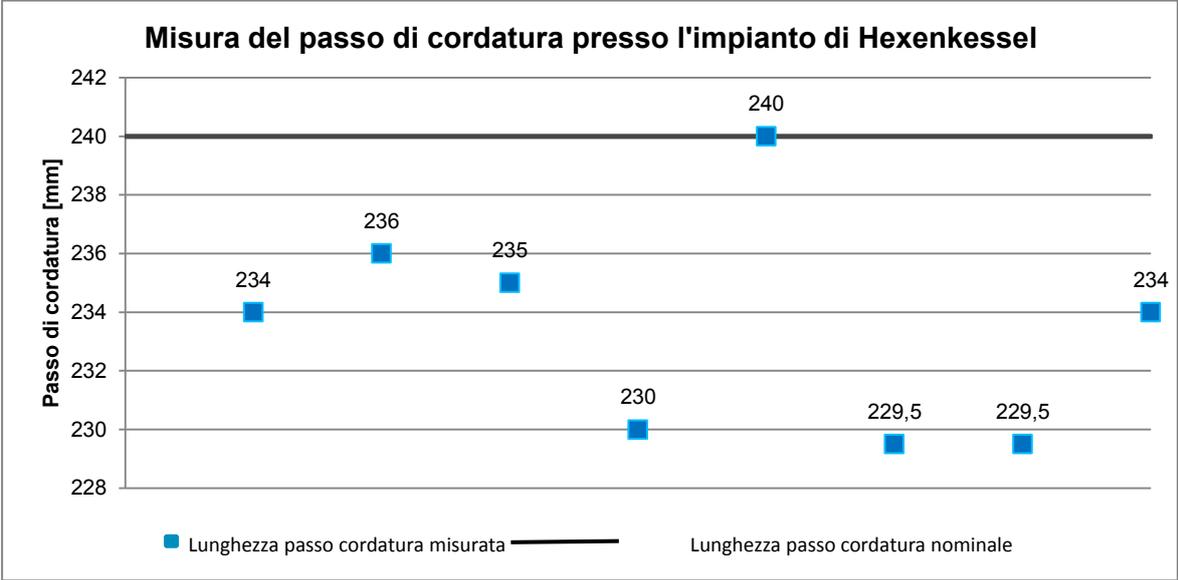


Figura 4.14: Misura del passo di cordatura

4.4 Ispezione con collant in nylon

Durante la prima prova sul campo sono stati effettuati alcuni esami visivi con l'ausilio di un collant in nylon. Collant di nylon (o panni) vengono utilizzati per rilevare eventuali fratture dei fili, in quanto rimangono impigliati in essi (cfr. Figura 4.15). [11] Questo metodo viene utilizzato soprattutto dagli operatori degli impianti di risalita ad alta velocità.



Figura 4.15: Ispezione con collant in nylon

Durante una prova con la calza in nylon non è stato documentato il tipo e il numero di difetti rilevati dagli esaminatori. Alla fine del test i partecipanti hanno però descritto la loro esperienza e documentato il loro parere personale nel questionario somministrato dopo la prova sul campo. Gli esiti sono riassunti qui di seguito:

Gli 11 partecipanti hanno effettuato una prova con una calza di nylon. Di questi, 9 hanno esaminato la fune ad una velocità di 1 m/s. La rilevazione di danni nei quali non si evidenziano fili sporgenti o nei quali la superficie dei fili è danneggiata da abrasioni, diminuisce notevolmente all'aumentare della velocità (cfr. anche capitolo 5.2). Ciò viene confermato anche dai partecipanti, che alla domanda “quali danni sono particolarmente facili da riconoscere” - a parte quelli in cui rimane impigliata la calza - rispondono “quelli di colore chiaro” oppure quelli “colorati”.

Alcuni partecipanti ritengono che il collant sia un elemento di disturbo per i seguenti motivi:

- tenere in posizione il collant alla lunga è molto faticoso
- posizione non sicura, se con una mano bisogna tenere la calza stando su una scala
- la calza resta impigliata anche in intagli molto piccoli e pertanto viene trascinata nei rulli (cfr. Figura 4.16)
- la calza deve essere tenuta in modo che la mano non rischi di essere trascinata via con essa (non va avvolta intorno al braccio)
- se l'esaminatore è impegnato a tenere la calza rischia di non vedere altri tipi di danni



Figura 4.16: Collant in nylon rimasto impigliato fra fune e rulli

Il collant consente sicuramente di rilevare danni sulla superficie della fune, come ad esempio, rotture dei fili, materiale fuso dal calore generato da un fulmine o piccoli intagli. Tuttavia, l'operatore che conduce l'esame visivo viene distratto e la sua capacità di concentrazione ne risente. Bisogna pertanto assolutamente tenere in considerazione l'uso del metodo del collant come forma di esame visivo aggiuntivo rispetto alle normali attività. È altresì necessario considerare che l'esame visivo con la calza di nylon venga effettuato in una postazione di lavoro nella quale l'esaminatore sia in condizioni di operare in sicurezza e dove la possibilità che la calza rimanga impigliata nei rulli o in altre parti dell'impianto sia relativamente bassa. Il partecipante non dovrà avvolgere la calza intorno al braccio e alla mano per evitare che, rimanendo impigliata nei rulli o in altre parti degli impianti, essa costituisca un pericolo per la sicurezza della persona. L'immagine 5.20 mostra come tenere il collant in modo sicuro. Un'ulteriore possibilità di lavorare in sicurezza è quella di non tenere la calza con la mano, ma di assicurarla ad un'installazione fissa (cfr. Figura 4.18).



Figura 4.17: Posizione sicura per tenere la calza in nylon

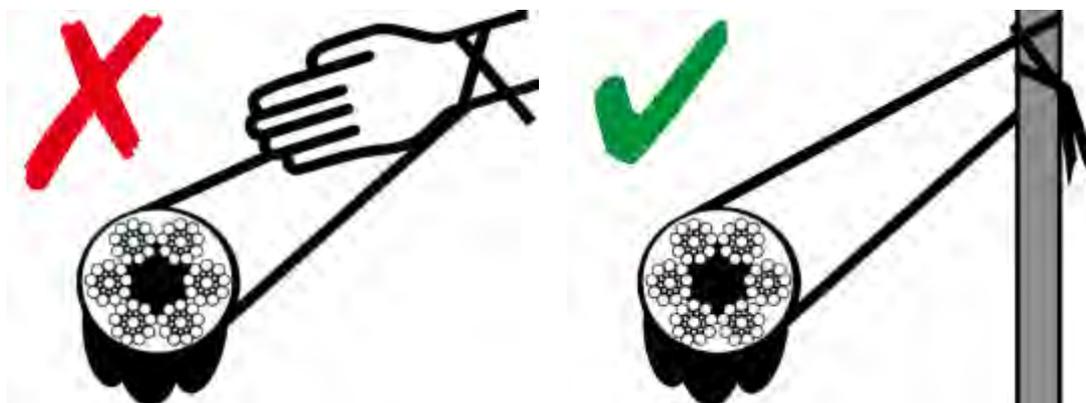


Figura 4.18: Modalità consigliata per fissare il collant in nylon

4.5 Esame visivo con specchio

Specchio a mano

Durante la prima prova sul campo in alcuni esami è stato utilizzato anche un piccolo specchio (vedere Figura 4.19). Si voleva in tal modo verificare se l'impiego dello specchio desse un guadagno di superficie visibile e pertanto consentisse di rilevare un maggior numero di danni. Il rilevamento effettuato con tale metodo ha dato un risultato di circa il 61%, quindi leggermente al di sotto del valore riscontrato senza specchio (con 5 minuti di pausa ogni 15 minuti). Pertanto, lo specchio non ha consentito di rilevare alcun miglioramento in termini di risultati. I partecipanti hanno indicato nel questionario somministrato dopo l'attività che lo specchio, soprattutto per le sue dimensioni, costituiva un ulteriore elemento di affaticamento, gli occhi si stancavano più rapidamente e il riverbero del sole costituiva di fatto un ulteriore aggravio, oltre a doverlo mantenere in posizione, che risulta stancante per il braccio e rende la presa della mano via via più incerta. Inoltre, causa delle sue dimensioni, lo specchio a mano è inadeguato per l'esecuzione di un esame visivo.



Figura 4.19: Ispezione con specchio a mano

Specchio presso stazione modulare standard per funivie monofune a movimento continuo

Come già descritto nel capitolo 3.3, l'esame visivo durante la seconda prova sul campo è stato effettuato in stazioni modulari standard per funivie monofune a movimento continuo anche con l'ausilio di uno specchio.

L'immagine 5.23 mostra che il sole è stato un fattore di disturbo durante l'attività. Il riflesso dei raggi solari all'inizio non ha consentito di effettuare l'esame con lo specchio. Soltanto dopo avere installato uno schermo solare provvisorio, costituito da un pannello in cartone (vedere figura 5.24), è stato possibile proseguire.



Figura 4.20: Sole accecante



Figura 4.21: Installazione del riparo in cartone

La percentuale di rilevamento dei danni alle funi mediante controlli visivi effettuati con l'ausilio dello specchio è stata mediamente del 64%, che si sovrappone quindi con la media del 65% ottenuta con i controlli effettuati alla velocità di 0,3 m/s durante il primo test sul campo.

Per i partecipanti all'esame visivo con lo specchio è stato difficile distinguere danni reali (ad esempio la rottura di fili) da tracce di sporco e grasso, che sulla fune sembravano delle ombre. Lo specchio rappresenta pertanto un ulteriore aggravio per la concentrazione. Il tasso di rilevamento dei danni mostra che, se impiegato correttamente e per un'ideale lunghezza visibile della fune, esso può offrire buone possibilità di effettuare l'esame visivo in condizioni di spazio anguste, garantendo la stessa qualità di un'ispezione effettuata senza specchio.

A fini comparativi è stata anche condotta un esame senza l'utilizzo dello specchio. In tale occasione una persona rimaneva seduta fuori dalla stazione sul primo pilone, mentre la seconda effettuava l'attività nella stazione. Durante questo esame visivo la capacità di rilevamento dei danni è stata del 100%. Tuttavia, non sono stati condotti altri esami di questo tipo e pertanto il risultato rimane circoscritto a questo singolo caso.

Oltre all' esame visivo effettuato sulle funi preparate per l'attività, due membri del gruppo di lavoro hanno condotto un'ispezione lungo una fune non preparata, che però presentava danni reali (vedere Figura 5.25). In questo contesto è stata esaminata l'intera fune per quasi

3 km di lunghezza. Anche durante quest'attività al di sotto della fune è stato posizionato uno specchio aggiuntivo.



Figura 4.22 Danno rilevato durante l'ispezione

Entrambi i partecipanti hanno potuto illustrare la loro esperienza durante la reale attività sul campo, che viene descritta qui di seguito. In occasione di questo esame visivo, la rumorosità degli azionamenti è stata un elemento di disturbo per i partecipanti. Il livello del rumore di fondo influenzava negativamente la capacità di concentrazione. Entrambi hanno riferito di reputare la postazione di lavoro sufficientemente comoda, pertanto senza effetti avversi sul livello di concentrazione. La postazione di lavoro è rappresentata nella figura 5.26.

Durante l'ispezione è stata effettuata una pausa per consentire ai partecipanti di muoversi liberamente per qualche istante. I danni presenti sulla fune sono stati successivamente comunicati ai manutentori via radio. Inoltre, questa modalità di comunicazione ha consentito ai due esaminatori di studiare determinate aree con maggiore attenzione, ogni qualvolta lo ritenevano necessario. Sarebbe pertanto utile che essi stessi avessero un dispositivo di arresto per fermare la fune in autonomia in qualsiasi momento.



Figura 4.23: Situazione di lavoro reale durante l'ispezione di una fune

4.6 Influenza del colore di fondo durante l'ispezione

Durante l'ispezione effettuata in occasione del secondo esame sul campo sono stati testati diversi colori di fondo utilizzando del cartone per verificare in che misura ciò influenzi la rilevanza dei danni e l'affaticamento visivo. Sono stati utilizzati i colori grigio, bianco, verde scuro, rosso scuro e blu notte.

- blu: gradevole, non aggressivo per la vista
- bianco: abbagliante, non idoneo
- verde: gradevole
- grigio: non è un buon colore di contrasto rispetto alla fune
- rosso: plausibile, ma alla lunga non particolarmente gradevole

Come sfondi sono pertanto adatti preferibilmente colori scuri e opachi. I colori forti “accecano” e stancano la vista. Gli sfondi artificiali hanno un effetto più riposante sulla vista, specialmente in inverno, quando il panorama è innevato e la luce accecante. Anche sfondi irregolari, come ad esempio quelli dei tabelloni pubblicitari, possono contribuire a creare una condizione di lavoro di maggiore concentrazione, consentendo di mantenere lo sguardo sulla fune. Il sistema di valutazione, presentato al successivo capitolo 6, tiene conto di tutte le situazioni possibili in relazione allo sfondo e offre spunti di ottimizzazione.

4.7 Ispezione della fune portante

Per quanto concerne la seconda prova sul campo, il gruppo di lavoro ha assistito a una dimostrazione di esame visivo effettuata da 2 collaboratori presso la funivia di Grünten/Rettenberg.

Durante la discussione, i partecipanti hanno avuto la possibilità di porre delle domande, alle quali hanno risposto sia i collaboratori dell'impianto funiviario sia i membri del gruppo di lavoro.

La stazione è dotata di una piattaforma dalla quale i due ispettori hanno potuto osservare entrambe le funi portanti dall'alto, mentre gli altri due esaminatori, che osservavano la fune dal basso, hanno effettuato l'attività stando seduti (vedere figura 5.27 e 5.28)



Figura 4.24: Piattaforma per esame visivo delle funi portanti presso la stazione di Grünten



Figura 4.25: Esame visivo delle funi portanti presso la stazione di Grünten

L'esito delle discussioni è riassunto nel paragrafo che segue.

Anche durante l'ispezione delle funi portanti le condizioni di luce hanno un ruolo cruciale. In condizioni di sole accecante, se l'osservazione della fune avviene dal basso non è praticamente visibile alcun tipo di danno. L'osservazione dal basso può essere evitata utilizzando uno specchio posizionato sotto la fune. In questo caso la fune viene esaminata dall'alto e successivamente dal basso durante una seconda ispezione con l'ausilio dello specchio (o viceversa). Anche le condizioni meteorologiche possono rappresentare una sfida durante l'ispezione della fune portante. La visione è resa più difficoltosa da un lato dalla presenza di nebbia e neve, dall'altro dal permanere di neve e gocce d'acqua lungo la fune, che rendono

più difficile l'attività sul campo. Pertanto, è possibile che alcuni danni non vengano rilevati, in quanto vengono scambiati per gocce d'acqua o fiocchi di neve. Durante l'ispezione della fune portante è difficile, se non impossibile documentare in modo ordinato tutti i danni riscontrati. È necessaria la presenza almeno di un'altra persona (operatore di macchina) collegata via radio, che possa effettuare le necessarie registrazioni. Durante l'esame visivo della fune portante, la sicurezza delle persone è un punto cruciale. È necessario accertare che durante l'attività la postazione di lavoro sia sempre in condizioni di sicurezza e che i valutatori siano dotati dei necessari dispositivi di protezione individuale e che le cinghie degli equipaggiamenti non restino impigliate nei rulli, nei piloni oppure alla cabina. Inoltre, i nuovi collaboratori dovranno essere accuratamente informati su come operare in sicurezza, per garantire uno svolgimento ottimale delle attività. Se i punti sopra menzionati verranno osservati in un modo accurato, durante l'esame non insorgerà alcun pericolo che possa mettere a repentaglio la sicurezza degli operatori.

5 Raccomandazione per l'ottimizzazione della postazione di lavoro per l'esame visivo

I risultati degli esami sul campo e le loro valutazioni dovrebbero essere inseriti all'interno di un sistema di valutazione che consenta di ottimizzare la postazione dalla quale si effettua l'ispezione della fune. Con questo metodo, oltre ad ottimizzare la postazione, si otterranno anche notevoli miglioramenti degli esiti delle attività.

Il sistema di valutazione consente all'esercente di valutare ogni stazione di lavoro che sarà utilizzata per l'esame visivo di tipo A (0,3 m/s) in termini di postazione, condizioni d'esame e persona incaricata dell'attività, al fine di ottenere un riscontro sulla qualità della realizzazione concreta dell'attività. Nel catalogo dei criteri ispettivi si terrà anche conto dei fattori che influenzano l'esame visivo e che saranno parte integrante della valutazione finale. Il punteggio massimo è di 30 punti. Gli elementi da valutare sono dettagliati nella tabella 6.1.

Tabella 5.1: Catalogo dei criteri contenuti nel sistema di valutazione

Nr.	Catalogo dei criteri	Punteggio max.
1	Protezione dagli agenti atmosferici	1
2	Schermi solari / anti-abbagliamento	4
3	Illuminazione	4
4	Sfondo	4
5	Possibilità di stare seduti/sdraiati	2
6	Possibilità di spegnere gli impianti dal luogo di ispezione	1
7	Rumorosità	1
8	Distanza dalla fune	2
9	Lunghezza visibile della fune	2
10	Durata dell'ispezione fino a una pausa, velocità 0,3 m/s	2
11	Stato della fune	4
12	Scorrimento della fune	2
13	Esaminatori	1

Totale	30
---------------	-----------

L'esito della valutazione verrà classificato secondo una delle categorie rappresentate nella Tabella 6

Tabella 5.2: Categorie del sistema di valutazione

23-30 punti Categoria 1	17-22 punti Categoria 2	Meno di 17 punti Categoria 3
Non è stata necessaria alcuna miglioria	Esistono possibilità di miglioramento per aumentare il livello di rilevamento dei danni	Si raccomanda l'adozione di misure di miglioramento, poiché la percentuale di danni riscontrata non è soddisfacente

Se la valutazione è in categoria 1, non sono necessarie attività di miglioramento inerenti alle condizioni d'ispezione. Nella categoria 2 è possibile che le condizioni di esecuzione dell'attività necessitino dei miglioramenti, in quanto non ottimali e pertanto la percentuale di rilevamento danni è inferiore rispetto alla categoria 1. Se la classificazione rientra nella categoria 3, vengono raccomandate delle attività di miglioramento inerenti alle condizioni di ispezione, dato che queste ultime non sono sufficienti a garantire un esito ottimale.

Attività di miglioramento vengono intraprese per gli elementi valutati con un punteggio basso. Il sistema di valutazione offre a tal fine ulteriori suggerimenti e raccomandazioni sulle possibilità di migliorare l'attività ispettiva.

Qui di seguito vengono esaminati esaurientemente i singoli criteri ed indicate delle proposte di miglioramento.

1) Protezione dagli agenti atmosferici

- 0 punti non disponibile
- 1 punto disponibile

La protezione dagli agenti atmosferici, come ad esempio pioggia o neve, risultano estremamente utili nel caso in cui durante l'attività le condizioni metereologiche si modifichino, ma l'esame non è ancora stato portato a termine. Generalmente in caso di forti piogge e abbondanti nevicate, l'esame non viene effettuato in quanto le gocce di pioggia e la neve possono influenzarne l'esito.

2) Schemi solari /protezioni anti-abbagliamento

- 0 punti non presente
- 2 punti parzialmente protetto dalla presenza di alberi, ecc.
- 4 punti regolazione manuale – in base alle condizioni di luce oppure schermo totale (non lascia filtrare i raggi solari)

Un riparo dal sole e dall'abbagliamento, causato ad esempio da una superficie riflettente (come l'irradiazione solare causata da uno specchio) è praticamente un elemento irrinunciabile durante un'ispezione visiva. Durante l'esame sul campo è risultato chiaro che il sole ac-

cecante, sfondi riflettenti o uno specchio possono influenzare notevolmente il tasso di rilevazione dei danni o rendere l'esame visivo impossibile, non consentendo una buona visibilità della fune

(cfr. figura 6.3). Questo criterio viene pertanto valutato con un punteggio che arriva fino a 4 punti. La soluzione ottimale è avere una protezione regolabile in base alle condizioni di irraggiamento solare o all'effetto di abbagliamento. A tal fine è possibile utilizzare anche degli ausili molto semplici come uno schermo solare (vedere figura 6.4) oppure un pannello cartonato (vedere figura 6.2), che può essere recapitato in loco durante l'ispezione.



Figura 5.1: Sole accecante sullo sfondo

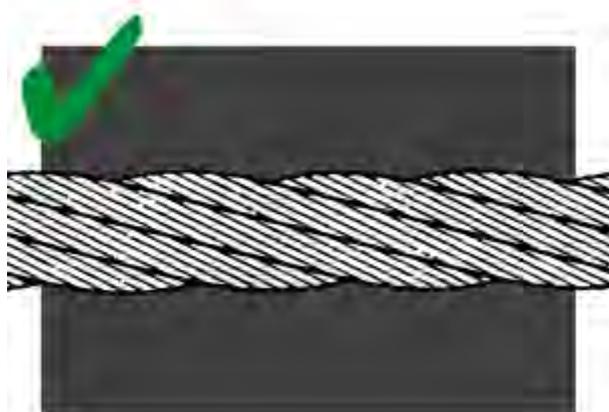


Figura 5.2: Protezione dal sole accecante

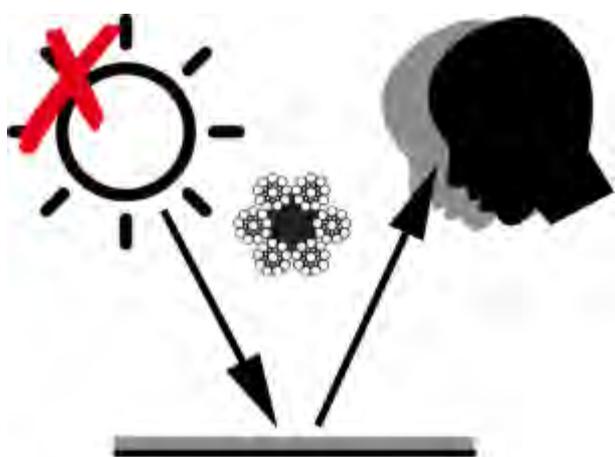


Figura 5.3: Raggi solari riflessi da uno specchio



Figura 5.4: Protezione solare contro l'effetto riflettente

3) Illuminazione

0 punti	meno di 300 Lux
2 punti	300 – 500 Lux
4 punti	più di 500 Lux

L'illuminazione è un fattore importante per potere condurre con successo l'attività ispettiva. Se la fune è sufficientemente illuminata, risulta praticamente impossibile identificare piccole ombreggiature di colore scuro (come ad esempio l'esito di un fulmine). Aumenta inoltre l'affaticamento degli occhi con conseguente aggravio del grado di concentrazione da parte dell'esaminatore. Oltre a speciali luxometri, sono disponibili gratuitamente alcune app, che possono determinare con sufficiente precisione i valori di Lux per esempio mediante la videocamera di uno smartphone. Se viene utilizzata una sorgente luminosa aggiuntiva, sarà necessario verificare che questa sia direzionata in modo da non abbagliare gli esaminatori. I diversi livelli di attività qui menzionati fanno riferimento alle raccomandazioni dell'Istituto Federale Tedesco per la Medicina e la Tutela del Lavoro (BAuA) e in particolare alle raccomandazioni per le attività di montaggio e per la garanzia di qualità. [12]

4) Sfondo

- 0 punti Sfondo irregolare, sfondo riflettente (per esempio tabelloni pubblicitari, superfici brillanti) oppure sguardo rivolto verso il cielo
- 2 punti Sfondo uniforme chiaro
- 4 punti Sfondo uniforme scuro

Uno sfondo irregolare, come ad esempio quello di un tabellone pubblicitario (cfr. Figura 5.5), durante un'ispezione non offre un buon livello di contrasto, facendo pertanto registrare una riduzione della percentuale di rilevamento dei danni. Ciò accade anche quando lo sfondo è rappresentato da una superficie riflettente oppure osservando la fune dal basso verso l'alto, quindi con lo sguardo rivolto verso il cielo. In tutti questi casi il grado di contrasto con la fune non è adeguato e gli occhi sono soggetti a un forte affaticamento.

La soluzione ottimale è avere uno sfondo uniforme e scuro, che non affatichi la vista ed offra un buon contrasto rispetto alla fune (vedere figura 6.6). Durante gli esami sul campo si sono rilevati ottimali i colori grigio, verde e blu scuro. L'effetto di uno sfondo uniforme può essere ottenuto anche con un pannello in cartone posizionato sotto la fune (o anche sotto uno specchio).

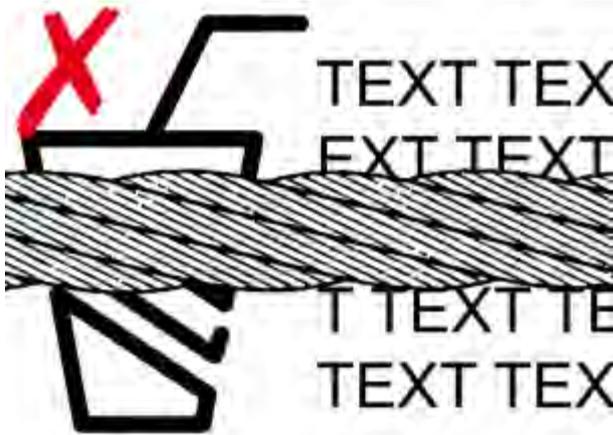


Figura 5.5: Sfondo con un pannello pubblicitario

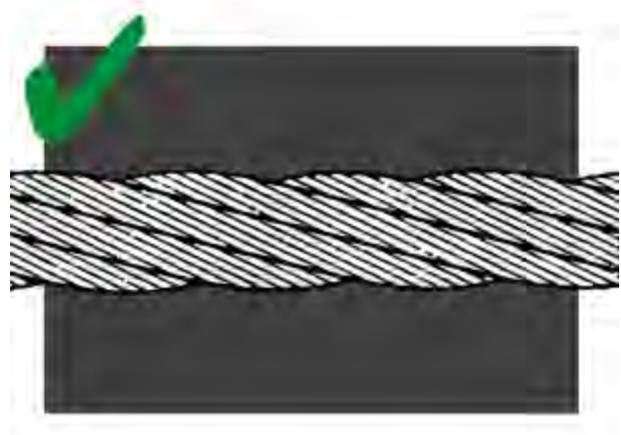


Figura 5.6: Sfondo ottimale

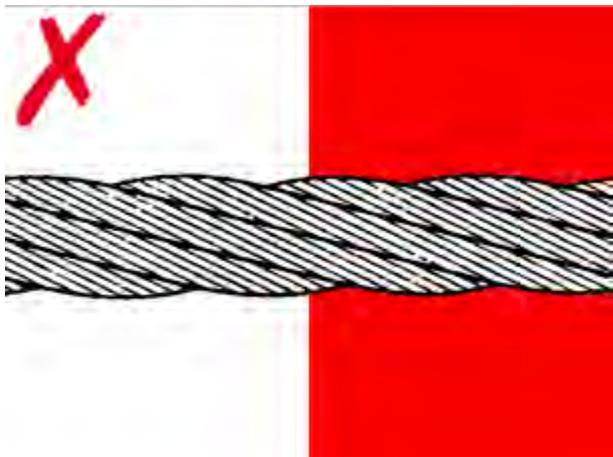


Figura 5.7: Colore dello sfondo non adatto

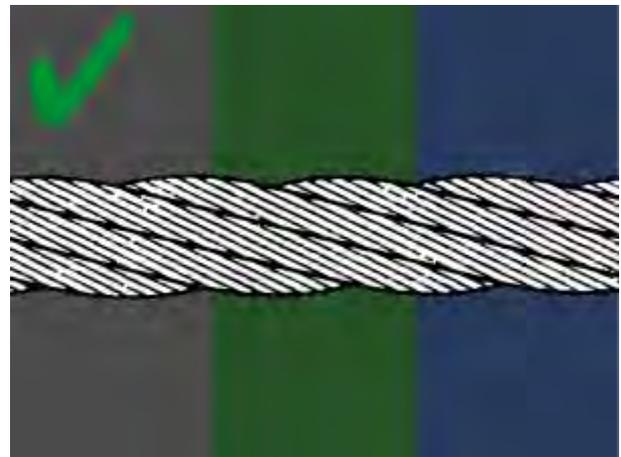


Figura 5.8: Colore dello sfondo ottimale

5) Possibilità di stare seduti e postura

- 0 punti Nessuna possibilità di seduta
- 1 punto Comoda posizione in piedi
- 2 punti Possibilità di stare seduti (o sdraiati per l'ispezione della fune portante)

Una comoda possibilità di stare seduti (o sdraiati, in caso di esame di una fune portante, per avere la visione della fune dall'alto) consente di effettuare l'ispezione rimanendo concentrati e senza doversi preoccupare continuamente della propria sicurezza. Le scale rientrano nella categoria "assenza di possibilità di seduta". Quando si utilizza una scala bisognerà verificarne la sicurezza, accertando che sia anche saldamente appoggiata a terra per evitare che scivoli o si ribalti (vedere Figura 5.10).



Figura 5.9: Modalità sconsigliata di utilizzo di una scala

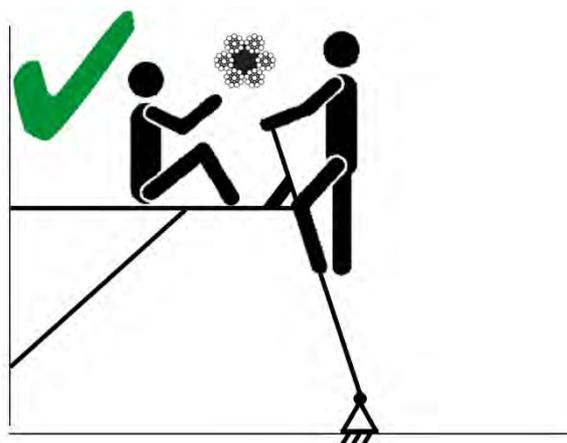


Figura 5.10: Utilizzo corretto della scala

6) Possibilità di fermare gli impianti direttamente dal punto di ispezione

0 punti Non disponibile

1 punto Disponibile

Possibilità di fermare immediatamente l'impianto se vengono rilevati dei danni e si rende pertanto necessaria un'osservazione più attenta.

7) Rumorosità

0 punti rumori fastidiosi

1 punto quiete

Rumori che distolgono l'attenzione, come ad esempio un azionamento o un motore diesel, interferiscono con la capacità di concentrazione durante l'attività ispettiva.

8) Distanza dalla fune

Fune in movimento:

Diametro fune "piccolo" < 25 mm

0 punti >1,2 m fino a max. 1,8 m

1 punto 0,7 – 1,2 m

2 punti < 0,7 m (distanza ottimale)

Diametro fune "grande" > 25 mm

0 Punti >1,5 m fino a max. 2 m

1 Punto 1,0 – 1,5 m

2 Punti < 1 m (distanza ottimale)

Fune portante:

0 punti > 2 m fino a max. 2,5 m

1 punto 1,5 – 2 m

2 punti < 1,5 m (distanza ottimale)

La distanza ottimale dalla fune dipende dal suo diametro e dalla costruzione. La distanza ottimale dalla fune è quella che consente di distinguerne in modo chiaro i singoli fili esterni.



Figura 5.11: Posizionamento non idoneo durante l'ispezione della fune portante. Circa 45° di fune non risultano visibili.



Figura 5.12: Buon posizionamento durante l'ispezione della fune portante

9) Lunghezza visibile della fune

0 punti	< 1 m
1 punto	1 – 2 m
2 punti	> 2 m

Una buona lunghezza visibile offre la possibilità di percorrere la fune con lo sguardo e se necessario, di seguire i danni rilevati, per poterli meglio identificare. Le possibilità di stare seduti, in piedi o sdraiati (ad esempio per ispezionare una fune portante) dovranno essere tali da garantire sempre la visibilità di un segmento di fune sufficientemente lungo.

10) Durata dell'ispezione fino a una pausa a 0,3 m/s

0 punti	oltre 90 min senza pausa
1 punto	fino a 90 min senza pausa
2 punti	fino a 45 min

In base agli esiti delle prove sul campo e all'esperienza dei partecipanti al gruppo di lavoro, la durata ottimale di un'attività ispettiva, intervallata da una pausa, risulta essere di 45 minuti. Trascorso tale tempo si osservano segni di stanchezza, che possono essere superati con l'introduzione di un intervallo di riposo.

11) Stato della fune

0 Punti	presenza puntuale di grasso e sporco
2 Punti	superficie mediamente pulita
4 Punti	superficie pulita

Lo stato della fune, e il suo grado di pulizia, rappresentano un fattore di fondamentale importanza per condurre un esame visivo ottimale. La norma DIN-EN 12927 indica quanto segue: "prima di un'ispezione si procederà a pulire la fune e le sue estremità, in modo tale che lo stato della fune possa essere valutato con precisione" [13].

Anche lo sporco o la presenza di grasso puntuale possono influenzare l'ispezione, in quanto potenzialmente in grado di occultare dei danni. È pertanto assolutamente necessario accer-

tare che sulla fune si depositi quanto meno sporco possibile. Qui di seguito vengono presentati alcuni esempi che illustrano lo stato di una fune.



Figura 5.13: Sporco lungo la fune – Impossibile effettuare l'esame visivo



Figura 5.14: presenza di sporco fra i trefoli – ispezione difficoltosa



Figura 5.15: fune in buono stato di pulizia

12) Scorrimento della fune

0 punti scorrimento irregolare

1 punto scorrimento regolare

Lo scorrimento irregolare della fune rende più difficile l'attività di ispezione mettendo alla prova la capacità di concentrazione dell'esaminatore e determinando di conseguenza una riduzione del rilevamento dei danni presenti. Pertanto, la postazione dalla quale verrà condotto l'esame visivo dovrà essere quella in cui la fune ha un movimento regolare. Durante l'esame visivo, se necessario dovrà essere regolata anche la velocità della fune (nel rispetto dei criteri stabiliti dalla norma).

13) Esaminatori

0 punti Indicazioni/conoscenze dei possibili danni

1 punto Valutatore esperto

La persona che conduce l'esame visivo dovrebbe essere a conoscenza del tipo di danni che potrebbe riscontrare. Il sistema di valutazione ne riporta alcune immagini a titolo esemplificativo. Anche se l'esaminatore è di provata esperienza, ciò non significa necessariamente che la percentuale di danni che verranno rilevati sarà maggiore (cfr. capitolo 5.2.3), ma egli sarà certamente in grado di valutare al meglio i danni riscontrati e i loro effetti, oltre a conoscere già i danni presenti. I requisiti che un valutatore dovrà possedere sono elencati dettagliatamente qui di seguito:

- Un valutatore adatto all'attività è una persona che fisicamente e mentalmente sia in grado di condurre un'ispezione visiva senza alcun problema e in particolare disponga delle seguenti
- caratteristiche:
 - buona vista
 - alta affidabilità
 - capacità di concentrazione per lunghi periodi di tempo
 - buona condizione fisica
 - motivazione
 - ottima conoscenza dei criteri di sicurezza
- L'esaminatore dovrà essere informato dell'obiettivo dell'attività ispettiva:
 - capacità di riconoscere danni superficiali (controllo dello stato di usura, della corrosione e dei danni superficiali)
 - monitoraggio delle modifiche rispetto ai rilevamenti precedenti
- Conoscenze di base dei diversi tipi di funi e delle loro caratteristiche, con particolare attenzione al tipo di fune utilizzato nell'impianto da esaminare.
 - Costruzione fune/trefoli, anima, tipo di cordatura, senso di cordatura
 - Impalmatura (nodi, giunzione dei trefoli interni, trefolo terminale)
 - Attacchi di estremità
- L'esaminatore dovrà avere a disposizione tutto il materiale necessario per condurre l'esame visivo.
In particolare:
 - Strumenti di misurazione (calibro a cursore con becchi larghi, strumenti per la misurazione del passo di cordatura)
 - Materiale per marcare /contrassegnare (colori, nastro adesivo, ecc.)
 - Documentazione (verbale di verifica)
 - Macchina fotografica
 - informazioni su danni della fune già riportati nei precedenti verbali di verifica (o nei verbali delle prove MRT)
- all'esaminatore dovranno essere noti i più importanti tipi di danni riscontrabili durante l'esame ispettivo (cfr. sistema di valutazione allegato).

6 Verbale dell'esame visivo

Oltre ad effettuare l'esame visivo correttamente e scrupolosamente, è altrettanto importante documentare gli esiti dell'attività. Così facendo sarà possibile, ad esempio, rilevare forti variazioni di diametro o le necessarie attività di ripristino. A tal fine è stato messo a punto un verbale di verifica, che costituisce un esempio della documentazione necessaria per le funi a sei trefoli con una impalmatura.

Il verbale di verifica è suddiviso in 3 parti. La prima contiene informazioni di carattere generale come ad esempio il nome dell'impianto, il tipo di fune o i partecipanti /la stazione. La seconda parte del verbale contiene le risultanze dell'audit e la storia pregressa della fune.

Fra le osservazioni dell'attività ci sono anche:

- misura del diametro e del passo di cordatura in 3 posizioni (10 m dopo la fine della impalmatura oppure 10 metri prima della cabina 1, al centro della fune, 10 m prima dell'inizio dell'impalmatura oppure 10 metri prima della cabina 2),
- Misurazione dei nodi e dei trefoli terminali dell'impalmatura
- Fratture visibili dei fili oppure fili laschi nell'impalmatura
- Danni riscontrati durante la verifica, inclusa l'indicazione del punto in cui è stato rilevato il danno, se è stato contrassegnato o se ne è stata fatta una fotografia.

Infine, il verbale indicherà anche se sono ritenute necessarie attività di riparazione e di che tipo, specificando la data per il completamento dell'attività.

Il verbale d'ispezione viene sottoscritto da persona con mansioni di responsabilità (direttore dell'impianto, direttore tecnico, ...)

In allegato è disponibile un esempio di verbale di verifica.

7 Ispezione con un dispositivo per l'esame visivo della fune

Autori: Stefan Messmer, Swiss Safety Center AG;

Interviste con gestori di impianti funiviari e utilizzatori di Winspect

I dispositivi per l'ispezione visiva della fune (OID) sono oramai sul mercato da 10 anni e in alcuni paesi sono stati approvati come supporti tecnici per il settore funiviario.

Oltre che dai gestori degli impianti, essi vengono utilizzati anche da esaminatori le cui verifiche annuali coprono lunghezze delle funi maggiori di 100 chilometri.

Le affermazioni che seguono si basano sulle esperienze di entrambi i gruppi di utenti. I primi ideatori di questi dispositivi erano stati originariamente gli istituti per l'assicurazione contro gli infortuni di lavoro. Dato che lavorare in prossimità di una fune in movimento è un'attività pericolosa risultava fondamentale migliorare le condizioni di lavoro per potere effettuare l'esame visivo da una posizione sicura, riducendo al tempo stesso il numero di persone necessarie per l'attività. Gli attuali progressi dell'hardware e del software per l'acquisizione digitale delle immagini hanno consentito di ridurre i tempi di fermo impianti rispetto a un'ispezione tradizionale. Contrariamente al passato, quando era necessario avere un gruppo allargato di partecipanti a un'ispezione, oggi è possibile avere un numero più ridotto di esaminatori, cosa che risulta più vantaggiosa anche per gli esercenti. Ad ogni nuova valutazione, l'esperienza delle persone coinvolte aumenta, mentre i tempi necessari per la valutazione si riducono progressivamente.

La qualità delle immagini è cruciale per l'ispezione visiva sia delle funi a trefoli sia delle funi chiuse a spirale. Le immagini consentono inoltre di rilevare anche piccoli difetti, come ad esempio, inclusioni o leggere scalfitture, che diventano così visibili all'occhio umano.

Tuttavia, le registrazioni non possono garantire il livello di qualità di una fotografia ad alta risoluzione. Esse infatti non possono essere ingrandite a piacere, mentre la qualità delle fotografie consente un'ispezione visiva notevolmente migliore rispetto all'ispezione effettuata ad una velocità di 0,3 m/s a occhio nudo. Tuttavia, l'accelerazione o il rallentamento delle immagini possono creare delle distorsioni. Le aree interessate dovranno essere ispezionate a posteriori con metodi manuali.

Valutazioni parzialmente automatizzate

Un software per l'analisi delle immagini consente di identificare le irregolarità presenti nelle immagini grazie ad una serie di metodi diversi e pertanto fornisce il quadro delle anomalie riscontrate, che dovrà successivamente essere valutato da ogni utilizzatore, così come accade in modo intuitivo anche durante i controlli visivi effettuati da un esaminatore.

- **Rottura di fili o fili mancanti:** la possibilità di identificare la rottura di fili o fili mancanti dipende dallo stato della fune e dalla qualità delle immagini (condizioni di illuminazione, messa fuoco, eventuali riflessi). Se realizzate in modo idoneo, le immagini possono essere paragonabili agli esiti di un'ispezione visiva convenzionale. Grazie alla visione all-round, la percentuale di rilevamento dei danni può essere superiore all'esame visivo condotto da 2 persone e quindi da 2 sole direzioni.

- **Intagli e incisioni, danni sulla superficie esterna:** Nel corso di valutazioni parzialmente automatizzate si possono riscontrare numerosi danni di questo tipo, dei quali esercenti e valutatori non erano a conoscenza.
- **Impatto del fulmine:** a causa della sporadicità di questi eventi, rispetto alla più comune rottura dei fili, non sono disponibili dati comparativi. Durante l'attività quotidiana di esame di un determinato segmento della fune sono stati rilevati alcuni danni generati da fulmini, che non erano noti in precedenza.
- **Distorsione dei fili e asimmetrie della fune:** Il software solitamente segnala questi difetti; per quanto concerne l'aspetto dell'affidabilità - come per il caso dei danni da fulmine - non sono ancora disponibili dati quantitativi.

Di regola il programma software fornisce una serie di posizioni, che possono essere cancellate, se non si tratta di danni:

- **Punti colorati e presenza di grasso:** le funi nuove vengono contrassegnate alla produzione con una linea colorata che consente di rilevare eventuali modifiche della lunghezza di cordatura sia durante il montaggio che durante l'esercizio. Il sistema automatico segnala talvolta anche macchie di colore, per cui per ogni lunghezza di cordatura è possibile contrassegnare fino a 6 punti. Problemi simili possono verificarsi, per esempio, se lungo la fune si rileva la presenza di grasso.
- **Punti lucidi:** nelle fotografie, le funi zincate illuminate tendono a mostrare dei punti lucidi. Anche se illuminati da una luce uniforme, questi effetti non possono essere completamente eliminati e normalmente vengono contrassegnati dal sistema come anomalie.

Per le funi a trefoli, il programma software fornisce anche informazioni inerenti diametro e misura della lunghezza di cordatura lungo tutta la fune. Tutti questi dati non sono disponibili durante gli esami convenzionali e sono cruciali per documentare e valutare lo stato della fune.

Lunghezza di cordatura:

- Eccessivo accumulo di torsione verso l'estremità della fune
- Torsione nella fune di una funivia monofune con moto continuo con allineamento insufficiente nella stazione (cfr. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)
- Eventi durante la produzione (p. es. arresto della macchina cordatrice, cfr. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)

Diametro:

- Usura localizzata dell'anima della fune
- Abrasione e deformazione del diametro, in particolare in installazioni con arganello
- Lunghezza dell'impalmatura e aree del diametro nell'impalmatura

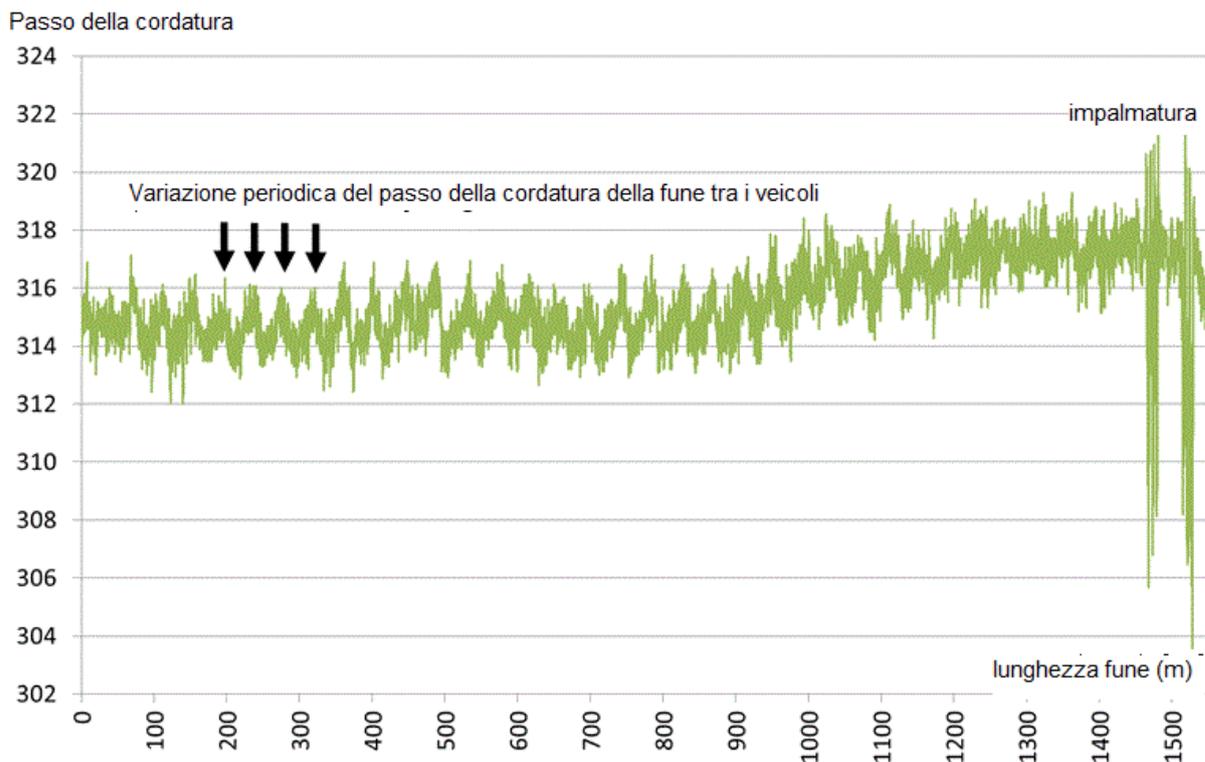


Fig. 8.1 Torsione nella fune di una funivia monofune con moto continuo con allineamento insufficiente nella stazione – il passo della cordatura presenta una variazione periodica della distanza delle cabine

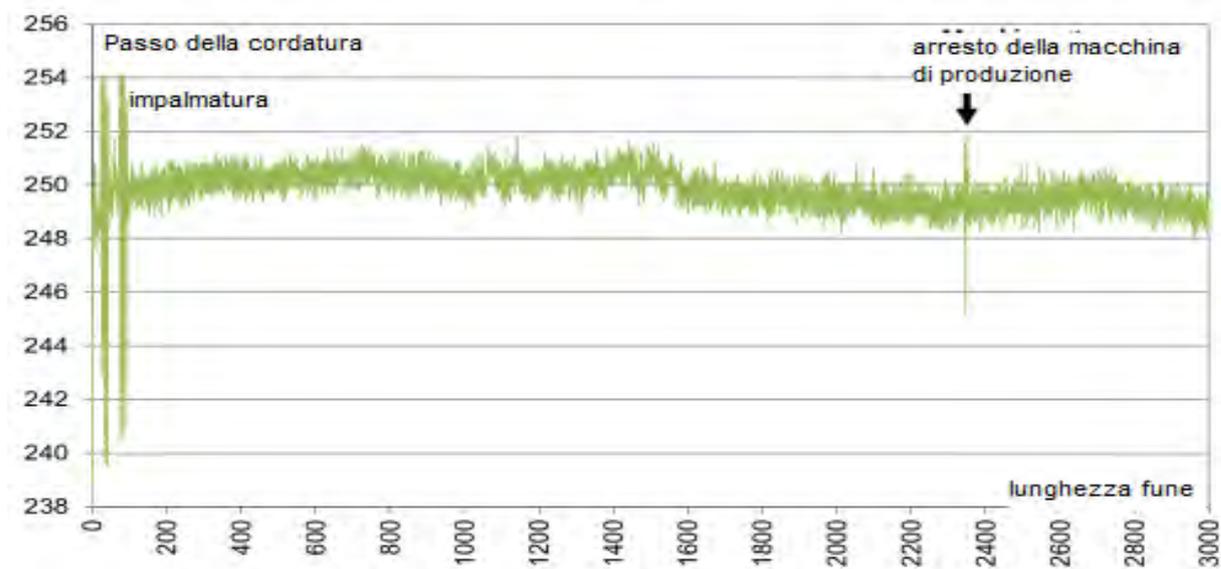


Fig. 8.2 Arresto visibile della macchina durante la produzione della fune presso una funivia monofune a moto unidirezionale ad ammortamento automatico

I dispositivi di ispezione ottica della fune consentono di evitare restrizioni significative del test magneto-induttivo in relazione al rilevamento dei danni superficiali e possono contribuire ad un notevole miglioramento dell'esame delle funi. Questi dispositivi hanno anche il vantaggio

di consentire il rilevamento e la misurazione di anomalie, per una successiva e più facile localizzazione.

Nella Tabelle 7.1 Sono evidenziati i vantaggi e gli svantaggi di un dispositivo per l'ispezione visiva della fune rispetto all'ispezione manuale e i loro punti in comune.

Tabelle 7.1: Raffronto fra ispezione manuale e dispositivo di ispezione visiva (OID)

Svantaggi rispetto all'ispezione manuale	Punti in comune	Vantaggi rispetto all'ispezione manuale
<ul style="list-style-type: none"> • Valutazione e controlli manuali solo in una fase successiva • Le fotografie in bianco e nero causano una perdita di informazioni legate ai colori • Impossibilità contatto con la fune • Impossibilità di avere informazioni qualitative (come ad es. stato del lubrificante) • Costi di acquisizione 	<ul style="list-style-type: none"> • Riconoscibilità di danni tipici come rottura del filo, fulmini, deformazioni e intagli • Percentuale di rilevamento danni simile • Limiti fisici di visibilità (angolo di visuale, riflessi, sporco/ghiaccio...) • Qualità dell'ispezione dipendente da vibrazioni, riflessi, condizioni meteo • Le ispezioni di follow-up dovrebbero iniziare in un determinato punto (ad esempio nel punto di impalmatura) 	<ul style="list-style-type: none"> • Minore dipendenza dal "fattore umano" • Minore necessità di personale specializzato • Risparmio di tempo in relazione alla disponibilità degli impianti • Documentazione • Registrazione del diametro e dell'andamento delle lunghezze di cordatura; eventuali pericoli identificabili in fase precoce; maggiore sicurezza degli operatori

8 Conclusioni

La raccomandazione inizia fornendo una panoramica dell'attuale stato dell'arte e si focalizza in particolare sulle condizioni dell'ambiente di lavoro, che dipendono dal tipo di impianto e dal tipo di fune. La necessità di effettuare ispezioni visive della fune è stata illustrata alla luce di alcuni esempi, che mostrano anche i pericoli risultanti da danni superficiali e le relative conseguenze.

Per l'esecuzione delle prove sul campo, che servono a rilevare il livello di affidabilità dell'ispezione visiva, è stata effettuata una riproduzione artificiale di quei danni che con maggiore frequenza determinano criteri di scarto della fune. Sono stati estrapolati danni come quelli causati da fulmini, danneggiamento di più fili, corrosione nell'avvallamento fra i trefoli e rottura di singoli fili. La loro riproduzione artificiale è stata successivamente ottimizzata attraverso test sistematici presso l'IFT.

Alla prima attività di sperimentazione sul campo hanno partecipato 20 persone. Sono state implementate diverse condizioni di lavoro e diversi tipi di ispezioni. Le ispezioni, con e senza pause, con e senza strumentazioni o ausili e a diverse velocità, sono state eseguite presso seggiovie ad ammorsamento fisso. I partecipanti potevano dichiarare le loro precedenti esperienze e la loro auto-valutazione nei questionari somministrati durante questa fase. La seconda prova, alla quale hanno partecipato i membri del gruppo, si è concentrata su stazioni modulari standard per funivie funivia monofune a moto unidirezionale a e sull'ispezione delle funi portanti.

Le prove di simulazione sul campo hanno consentito di determinare per la prima volta la percentuale di rilevamento danni durante l'ispezione visiva. È stato possibile verificare in modo chiaro che, fra l'altro, la velocità ha un forte impatto sulla percentuale di rilevamento dei danni. Alla velocità di 1 m/s vengono rilevati il 30% in meno di danni rispetto alla velocità di 0,3 m/s.

Contrariamente alle aspettative, l'esperienza pregressa del valutatore non ha un forte impatto sulla percentuale di rilevamento dei danni. Partecipanti che avevano già effettuato oltre 200 ispezioni avevano la stessa capacità di rilevare i danni di partecipanti privi di esperienza. Tuttavia, la ripetibilità migliora man mano che aumenta l'esperienza e le percentuali di rilevamento si attestano su valori elevati costanti. È inoltre necessaria un'introduzione preliminare alla prima attività di verifica per garantire che l'esaminatore abbia le necessarie conoscenze di base.

Durante l'ispezione, le condizioni di luce, come pure lo sfondo, hanno un forte impatto sulla percentuale di rilevamento dei danni. Se il sole è accecante oppure se durante l'attività bisogna tenere lo sguardo costantemente rivolto verso il cielo, i danni che non sono in forte contrasto con la fune, come ad esempio l'impronta di un fulmine o il danneggiamento di più fili, spesso non vengono identificati. Anche uno sfondo irregolare, come ad esempio quello di un cartellone pubblicitario, non rappresenta un buon elemento di contrasto rispetto alla fune e ha l'effetto di distogliere l'attenzione del valutatore.

Una possibilità per rendere più semplici queste prove sul campo è quella di utilizzare sfondi colorati. Gli esperimenti condotti hanno consentito di accertare l'idoneità di sfondi di colore scuro come, ad esempio, verde scuro, grigio o blu notte. Colori molto chiari o accesi, come il bianco e il rosso, non risultano idonei.

Durante l'ispezione delle funi portanti anche le condizioni di luce hanno un impatto rilevante sulla possibilità di identificare i danni. In base alla situazione di lavoro specifica, per esempio se l'attività viene effettuata sulla cabina, sul carrello oppure in posizione seduta, sarà necessario prevedere dispositivi di protezione individuali idonei, oltre a fornire ai valutatori le necessarie istruzioni preliminarmente all'attività.

L'ispezione ad una stazione modulare standard per funivie monofune a movimento continuo viene effettuata con l'ausilio di uno specchio posizionato sotto la fune, per poterla osservare dal basso. Anche utilizzando lo specchio, le condizioni di luce giocano un ruolo estremamente importante per ottenere risultati ottimali. Condizioni di luce idonee consentiranno di non abbagliare l'esaminatore con lo specchio, che dovrà essere di dimensioni tali da consentire che, anche con delle limitazioni di spazio o durante l'esame della fune portante, sia sempre possibile portare a buon fine l'attività.

Le calze in nylon vengono utilizzate da alcuni esercenti come ulteriore ausilio all'identificazione dei danni superficiali dei fili. La valutazione del questionario post-attività ha evidenziato che questo metodo dovrebbe essere utilizzato esclusivamente ad integrazione alla normale attività di ispezione visiva, in quanto la calza può essere utile a rilevare danni unicamente se rimane impigliata nei fili. Inoltre, essa rappresenta un pericolo per la sicurezza dei collaboratori e pertanto dovrebbe essere impiegata solo nei casi in cui non sia necessario tenerla con le mani. Si suggerisce l'utilizzo di un dispositivo per fissarla a un'installazione esistente.

Oltre ad eseguire correttamente l'esame visivo, documentarne l'esito durante e dopo l'attività è di importanza cruciale. A tale scopo è stato messo a punto un verbale di verifica che contiene le informazioni di carattere generale, le misurazioni del diametro, del passo e delle impalmature oltre alla storia pregressa della fune, ai rilevamenti effettuati durante l'esame e alle necessarie misure correttive.

Il progetto di ispezione visiva delle funi per la prima volta consente di ottenere informazioni e dati sull'impatto che le condizioni dei luoghi di lavoro e le condizioni di luce possono avere sugli esiti dell'attività pratica. È stato successivamente elaborato un sistema di valutazione, che consente agli esercenti di valutare le postazioni di lavoro in relazione a questi elementi e, se necessario, di apportare le migliorie del caso.

Il sistema di valutazione tiene conto di una serie di elementi che comprendono la protezione dai fattori atmosferici, le condizioni di luce, lo sfondo, la lunghezza della fune visibile, la durata dell'ispezione e persone incaricate di condurre l'esame visivo. È possibile ottenere un massimo di 30 punti e a conclusione dell'attività l'esito viene inserito in una delle 3 categorie identificate, fornendo anche informazioni in merito alla necessità di migliorare i luoghi di lavoro. Il sistema di valutazione include altresì delle immagini che mostrano l'importanza dello

stato di pulizia delle funi e delle conoscenze di base degli esaminatori. Alla luce dei grafici e delle informazioni fornite l'esercente potrà valutare con maggiore facilità la situazione e le attività di miglioramento necessarie sui luoghi di lavoro.

9 Bibliografia

- [1] *prEN 12927 - Rev. 2016-06-17, Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr - Seile, Ziffer 13.3.6.*
- [2] e. a. S. Pernot, "Magnetic Rope Testing," Grenoble, Apr. 2008.
- [3] OITAF Work-Committee No II, *Book 3 - Survey of Magnetic Rope Testing of steel wire ropes*. Bozen: International organization for transportation by rope, 2015.
- [4] Georg A. Kopanakis, "Über die visuelle Inspektion von Seilbahnseilen," *Internationale Seilbahnrundschau*.
- [5] Dr. Stefan Messmer, "Seilprüfung heute," Wallisellen, 2008.
- [6] K. Walter, *Schlussbericht über den Schaden am Tragseil "B" der Luftseilbahn Mürren-Birg*. Verfügbar unter: <https://www2.sust.admin.ch/pdfs/BS/pdf/4020390.pdf> (27.01.2017).
- [7] Klaus Feyrer, *Drahtseile: Bemessung, Betrieb, Sicherheit*, 2. Aufl. Berlin: Springer, 2000.
- [8] *DIN EN 12385-2:2003-04, Stahldrahtseile – Sicherheit – Teil 2: Begriffe, Bezeichnung und Klassifizierung*.
- [9] Pfeifer Seil- und Hebeteknik GmbH, *Prospekt Seilmessmittel PFEIFER dt.* Verfügbar unter: http://www.pfeifer.de/fileadmin/user_upload/DE_doc/seiltechnik/Download/kundeninfo/Prospekt_Seilmessmittel_PFEIFER_dt.pdf (26.01.2017).
- [10] "Neues Schlaglängenmessgerät für Litzen- und Spiralseile," *Seilbahnen International Magazin*, S. 30, http://www.simagazin.com/images/heftarchiv/2016/SI6_WEB.pdf.
- [11] A. H. Peyerl, "Seilkontrolle durch Augenschein," *Internationale Berg- und Seilbahn-Rundschau*, 1968, S. 50, 1968.
- [12] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, *Technische Regeln für Arbeitsstätten - ASR 3.4 Beleuchtung*. Verfügbar unter: http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitsstaetten/ASR/pdf/ASR-A3-4.pdf?__blob=publicationFile (30.01.2017).
- [13] *DIN EN 12927-7:2005-06, Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr – Seile – Teil 7: Inspektion, Reparatur und Wartung; Deutsche Fassung*.

Allegati

Questionario preliminare all'attività

Nr Partecipante: _____

Domande generali

Oggi si sente in forma, ha dormito bene?

Sì

No

Porta occhiali da vista/lenti a contatto?

Sì

No

Diottrie: _____

Esame visivo della fune

Valutazione: quante ispezioni visive ha già effettuato?

Quante ispezioni visive effettua (mediamente) ogni anno?

Valutazione: Quanti chilometri di fune ispeziona ogni anno?
(arrotondamento di 10 km)

Esami visivi effettuati ad oggi:

- Svolge l'attività di giorno o di notte?

- Se di notte: che tipo di illuminazione utilizza?

- Esamina la fune ininterrottamente o ci sono delle pause?

- Se ci sono delle pause: Con che frequenza e quanto durano le pause?

- Quanti esaminatori ispezionano la fune? Se necessario, differenziare in base al tipo di fune
(fune portante, traente, portante-traente)

Misurazioni

Descriva come effettua la misurazione del diametro.

Descriva come effettua la misura del passo di cordatura.

Quali difficoltà si incontrano nella misurazione del diametro e del passo di cordatura?
Analizzi i diversi metodi di misurazione e gli errori che ne possono derivare

Ausili tattili

Utilizza ausili come calze di nylon, panni, ecc. Sì No

Se sì, quali? _____

Cosa ne pensa del metodo di esame della fune effettuato esclusivamente con ausili?
(alcuni esercenti di skilift effettuano l'esame visivo in questo modo)
Ritiene che si possano così individuare i danni presenti su una fune?

Per l'esame visivo della fune portante utilizza uno specchio?

Sì

No

se sì, che tipo di specchio? (specchio tascabile, specchio rettangolare lungo, ecc.)

Auto-valutazione

Che tipo di aspettative ripone in sé stesso?

Quanti danni ritiene di potere rilevare?

75-100%

50-75%

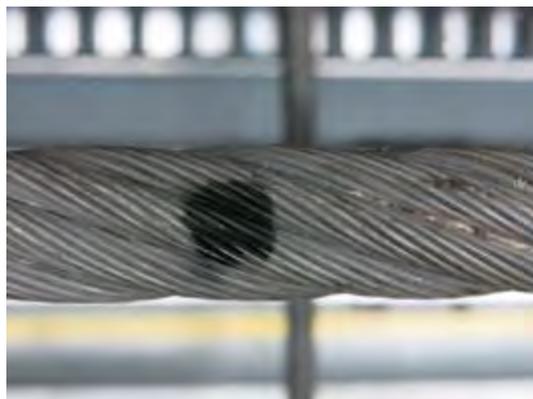
25-50%

0-25%

qual è la dimensione minima di un danno che riesce a identificare?



Corrosione degli avvallamenti fra i trefoli



1,5 x Diametro trefolo



1 x Diametro trefolo



0,5 x Diametro trefolo



Incisioni

A suo avviso, quali danni sono particolarmente importanti e dovrebbero pertanto essere assolutamente rilevati?

Quali sono secondo Lei le caratteristiche più importanti di un valutatore? E per quanto concerne le condizioni ambientali?

(Cosa si aspetta Lei da un valutatore e quali dovrebbero essere le condizioni ambientali...)

Condizioni ambientali: cosa è particolarmente sgradevole? (per esempio, lavorare su una scala,...)
La preghiamo di soffermarsi anche sull'esame della fune portante!

Questionario post-attività

Numero partecipante: _____

Impianto

Presso quale impianto è stata effettuata l'attività?

Hexenkessel monte Längenfelder

Hexenkessel valle

Lunghezza del
passo: _____

Diametro fune: _____

Descriva le condizioni della fune (stato manutentivo, età, lubrificazione, ecc.)

Esame visivo in generale

La fune è stata valutata senza interruzioni?

Sì

No

Crede di avere rilevato tutti i danni?

Sì

No

Orientativamente, con che frequenza avrebbe gradito una
pausa? _____

Quali danni sono stati particolarmente **facili** da individuare?

Quali danni sono stati particolarmente **difficili** da individuare? _____

Ha avuto difficoltà di concentrazione?
Se sì, (più o meno) quando sono iniziate?

Sì

No

Ciò l'ha distratta?

Sì

No

Se sì, che cosa ha distolto la sua
attenzione?

Con che frequenza si è consultato con il suo co-auditor?

continuamente

spesso

poco

per nulla

Con che frequenza ha distolto lo sguardo? (per riposare la
vista)

ogni minuto

ogni 1-5min

meno di ogni 5 min inconsapevolmente

Ha altri modi per dare sollievo alla vista e mantenere alto il livello di concentrazione?

Pause durante l'ispezione

Quanta pause ha fatto?

Quanto sono durate?

Ha la sensazione che le pause abbiano aiutato a mantenere la capacità di concen-

Sì

No

trazione?

Condizioni dell'esame

La postazione di lavoro era comoda?

Sì

No

Se no, cosa avrebbe potuto essere migliorato?

Descriva come si è posizionato vicino alla fune.

- Seduto o in piedi?
- Con lo sguardo rivolto verso l'alto, il basso o lateralmente verso la fune?
- Distanza dalla fune?

L'illuminazione era sufficiente?

Sì

No

Ha trovato che vi fossero fattori ambientali di disturbo?
(per esempio, riverbero del sole, ecc.)

Sì

No

Se sì, quali?

Ha utilizzato ausili di qualche genere? (calze di nylon, panni, ...)

Sì

No

Se sì, quali?

Secondo Lei sono stati utili? La preghiamo di motivare la Sua risposta.

Critica – pro e contro nella conduzione dell'esame visivo secondo queste modalità

Verbale di ispezione visiva

Pagina: /

Funi a 6 trefoli con un'impalmatura

Luogo:		Data:											
Impianto:													
Fune:													
Partecipante(i)/Stazione:													
Condizioni meteo:		Temperatura:	°C										
Dati della fune [mm]													
∅: nominale	Lunghezza cordatura nominale:												
	Posizione 1 ¹	Posizione 2 ²	Posizione 3 ³										
∅ _{max}													
∅ _{min}													
∅													
Lunghezza cordatura:													
Impalmatura	E1	K1	E1'2	K2	E2'3	K3	E3'4	K4	E4'5	K5	E5'6	K6	E6'
∅ _{max} [mm]													
∅ _{min} [mm]													
Fratture filo visibili													
Fili laschi													
Osservazioni													
Osservazioni / storia della fune:													
Riparazioni della fune (Cosa, quando?)													
Altre osservazioni													
Esito dell'ispezione: (danni riscontrati con indicazione del punto in metri, danno contrassegnato/fotografato, ...)										Punto di riferimento / punto di inizio:			
Manutenzione/riparazione (fare una croce)													
Misure necessarie (riportare sotto, includendo anche la data di completamento attività)										Non è necessaria nessuna misura			
Cognome, nome del responsabile:													
Data, firma del responsabile:													
Località:										Data:			
Impianto:													
Fune:										Luogo ispezione:			
Valutato da:													

¹10 m dopo la fine dell'impalmatura oppure 10 m prima della cabina 1

² Centro della fune

³10 m dopo la fine dell'impalmatura oppure 10 m prima della cabina 2

Valutazione delle condizioni di ispezione di funi a trefoli

Elenco dei criteri				Punti ottenuti
Protezione da eventi atmosferici				
1	0	Non disponibile		
	1	Disponibile		
Protezione dal sole/accecamento				
4	0	Nessuna		
	2	Protezione dal sole, che in parte toglie visuale, alberi ecc.		
	4	Regolabile manualmente – in base alle condizioni di luce solare oppure protezione solare totale (non irraggiamento)		
Illuminazione				
4	0	Meno di 300 Lux		
	2	300 – 500 Lux		
	4	Oltre 500 Lux		
Sfondo				
4	0	Sfondo irregolare, sfondo riflettente (ad es.: cartelloni pubblicitari, superfici lucide) oppure sguardo diretto verso il cielo		
	2	Sfondo chiaro e uniforme		
	4	Sfondo scuro e uniforme		
Possibilità di seduta				
2	0	Nessuna		
	1	Comoda seduta disponibile		
	2	Possibilità di seduta disponibile		
Possibilità di spegnere l'impianto dal luogo di ispezione				
1	0	Non disponibile		
	1	Disponibile		
Rumorosità				
1	0	Rumori che distraggono		
	1	Quiete		
Distanza dalla fune				
2		Diametro della fune > 25 mm	Diametro della fune < 25 mm	
	0	> 1,5 m fino a max. 2 m	> 1,2 m fino a max. 1,8 m	
	1	1,0 – 1,5 m	0,7 – 1,2 m	
	2	< 1 m (distanza ottimale)	< 0,7 m (distanza ottimale)	
Lunghezza visibile della fune				
2	0	< 1 m		
	1	1 – 2 m		
	2	> 2 m		
Durata dell'ispezione fino a una pausa di 0,3 m/s				
2	0	Oltre 90 min senza pausa		
	1	Fino a 90 min senza pausa		
	2	Fino a 45 min		
Stato della fune				
4	0	Grasso e sporco a livello puntuale		
	2	Superficie mediamente pulita		
	4	Superficie pulita		
Movimento				
2	0	Movimento turbolento		
	2	Movimento regolare		
Valutatore				
1	0	Informazioni/conoscenze dei tipi di danno		
	1	Valutatore esperto		
Somma				/30

Elementi importanti per la valutazione delle condizioni di ispezione

La valutazione dovrà essere effettuata separatamente per ogni postazione di lavoro (per ogni valutatore e per ogni postazione di lavoro)

Al termine, l'esito della valutazione dovrà essere inserito in una delle seguenti categorie.

23-30 Punti Categoria 1	17-23 Punti Categoria 2	Meno di 17 Punti Categoria 3
Non necessario alcun miglioramento	Miglioramenti possibili per migliorare il tasso di rilevamento danni	Suggerite attività di miglioramento, tasso di rilevamento danni insufficiente

Protezione dall'irradiazione solare/Schermo antiabbagliamento

Se è disponibile solo in parte una protezione dall'irradiazione solare, la protezione/schermo dipende dalla posizione del sole e quindi dall'ora della giornata, in cui avviene l'ispezione.



Figura 1: Sole accecante sullo sfondo, visibilità non ottimale



Figura 2: La protezione copre il sole accecante, la fune risulta ben visibile

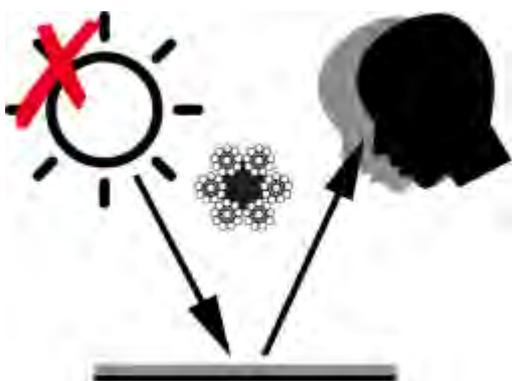


Figura 3: Sole accecante riflesso dallo specchio



Figura 4: Il riparo impiegato evita il riflesso dello specchio

Illuminazione:

- Luce del giorno > valutata in 500 lux
- Le sorgenti d'illuminazione artificiale saranno direzionate in modo da evitare l'effetto di abbagliamento delle persone.
- L'illuminazione deve essere costante durante tutta l'attività (un'illuminazione non costante può essere determinata, ad esempio, da una nuvolosità variabile).

Sfondo

Sfondi di colori riflettenti interferiscono con la capacità di concentrazione.

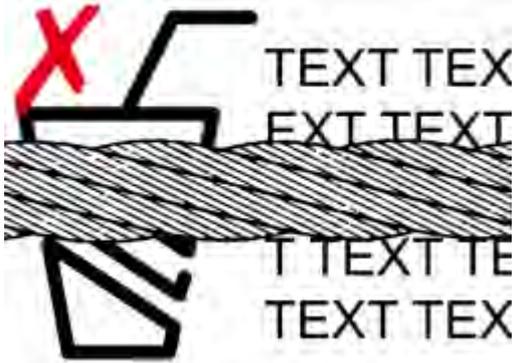


Figura 5: cartellone pubblicitario sullo sfondo

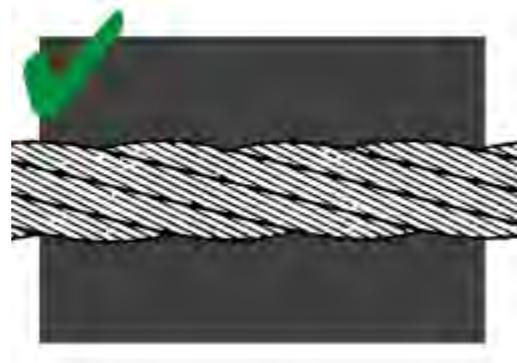


Figura 6: sfondo ottimale

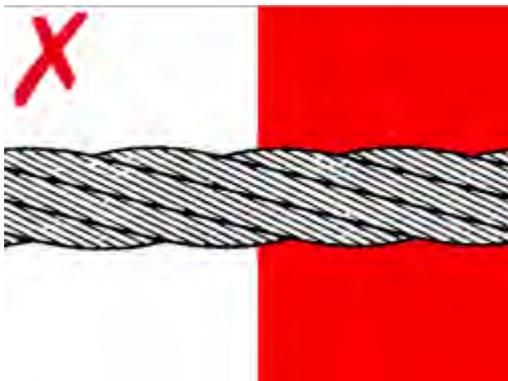


Figura 7: Sfondi di colori non adeguati

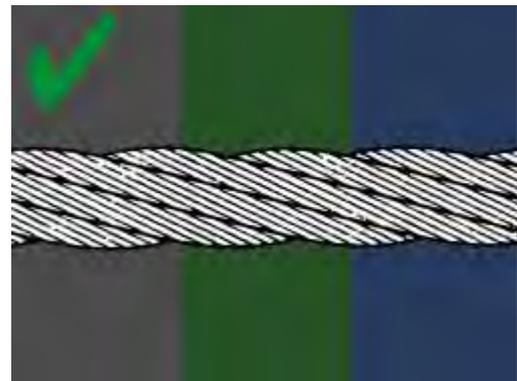


Figura 8: Sfondi di colore ottimale

Possibilità di seduta

Le scale hanno un punteggio di 0.



Figura 9: Utilizzo sconsigliato della scala



Figura 10: Utilizzo consigliato della scala

Possibilità di fermare l'impianto

Per bloccare immediatamente l'impianto quando viene rilevato un danno.

Rumorosità:

Oltre agli azionamenti, le fonti di rumore, come ad esempio i motori diesel di emergenza o interferenze radio, avranno un punteggio di 0.

Distanza dalla fune

Le diverse possibilità di lavorare stando seduti o in piedi dovranno essere configurate in modo da garantire una distanza ottimale dalla fune, che corrisponde alla distanza che permette di riconoscere i singoli fili esterni della fune.

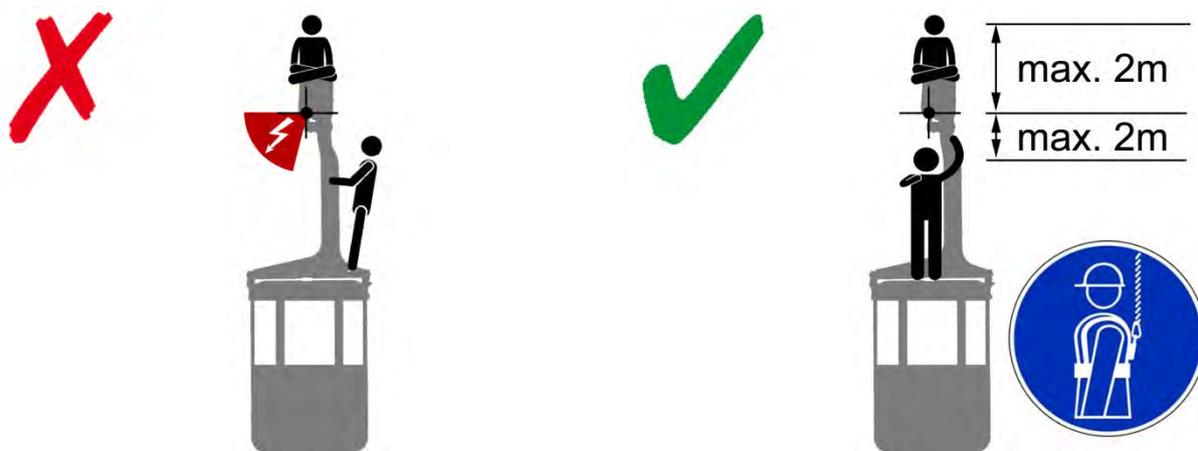


Figura 11: Errata posizione di lavoro durante l'esame della fune portante; circa 45° di fune risultano non visibili

Picture 12: Buona posizione di lavoro durante l'ispezione della fune portante

Lunghezza della fune visibile

- Le varie possibilità di lavoro in posizione seduta/ in piedi / su piattaforma devono essere configurate in modo da garantire la visuale su una lunghezza di fune quanto maggiore possibile.
- Una lunghezza dello specchio inferiore a 1m oppure una lunghezza visibile della fune inferiore a 1m a causa della configurazione della stazione sarà valutata con un punteggio 0.

Stato della fune

- La fune deve essere sufficientemente pulita per consentire il buon esito dell'ispezione. Una fune con sporco o grasso non è ispezionabile!
- Alcuni esempi dello stato della fune sono rappresentati nelle immagini che seguono.



Figura 13: Lo sporco lungo la fune rende impossibile l'ispezione



Figura 14: Sporco negli avvallamenti fra i trefoli- difficoltà di ispezione



Figura 15: Fune pulita

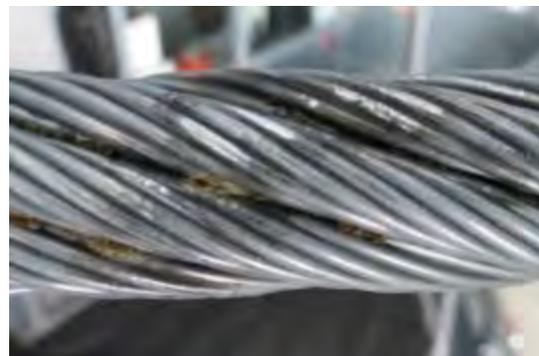
Caratteristiche dei valutatori

Si reputa adatta all'attività una persona che a livello fisico e mentale è in grado di condurre l'ispezione senza lasciarsi distogliere. A tal fine servono:

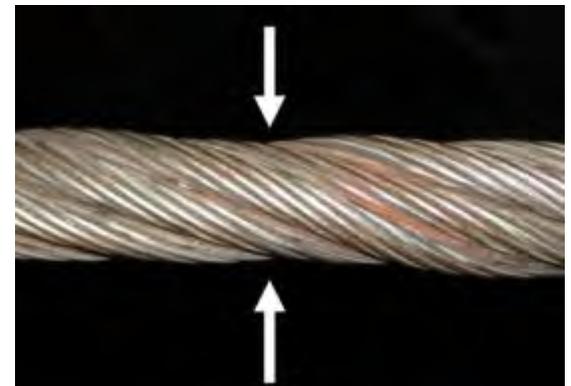
- Una buona vista
- Affidabilità elevata
- Buona capacità di concentrazione per lunghi periodi di tempo
- Buona forma fisica
- Motivazione
- Ottime conoscenze in materia di sicurezza
- L'esaminatore dovrà essere edotto sugli obiettivi dell'attività da effettuare:
 - Riconoscere i danni esterni (verificando l'andamento dell'usura, della corrosione e dei danni superficiali)
 - Monitorare i cambiamenti dimensionali a livello locale
- È utile avere conoscenze di base sui diversi tipi di funi e sulle loro particolarità. Nello specifico si consiglia un approfondimento sul tipo di fune dell'impianto da esaminare.
 - Costruzione fune- / trefoli, anima, tipo di cordatura, senso di cordatura Impalmatura (nodi, nodi, giunzione dei trefoli interni, trefolo terminale)
 - Attacchi di estremità
- L'esaminatore dovrà avere con sé tutto il materiale necessario per effettuare l'esame visivo. In particolare:
 - calibro (calibro a corsoio – ottimale quello a becchi larghi, strumenti per la misurazione del passo di cordatura)
 - materiale per contrassegnare (colori, nastro adesivo, ecc.)
 - materiale documentale (verbale di ispezione)
 - macchina fotografica
 - informazioni sui danni pregressi riportati nei precedenti verbali (oppure verbali dei test MRT)
- Dovranno essere noti tutti i tipi di danni da identificare durante l'esame visivo, che sono rappresentati nella pagina che segue.

Esempi di danni alle funi a trefoli

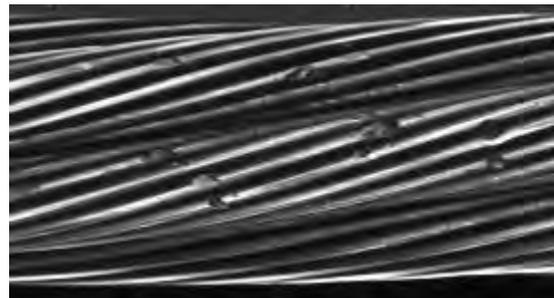
Esiti di fulmine / passaggio di corrente



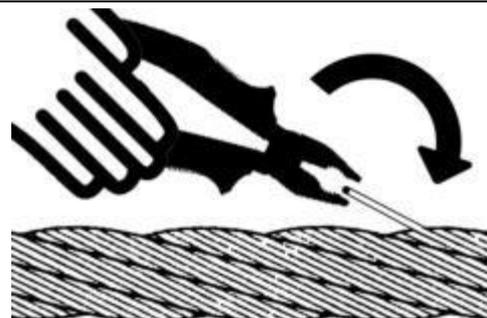
Corrosione



Intagli/incisioni



Fili spezzati

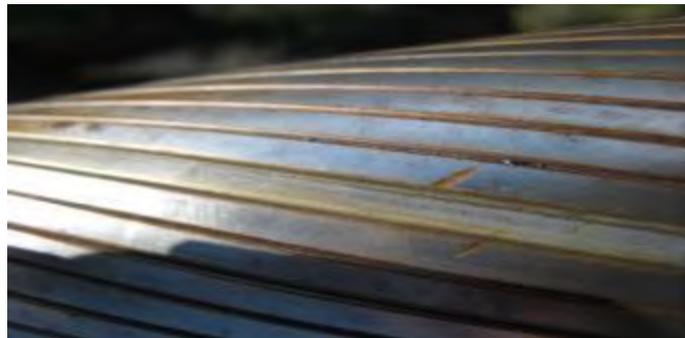
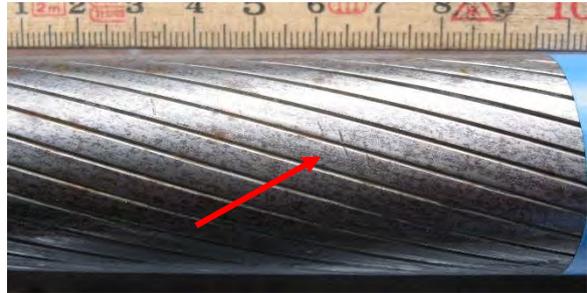


Deformazioni

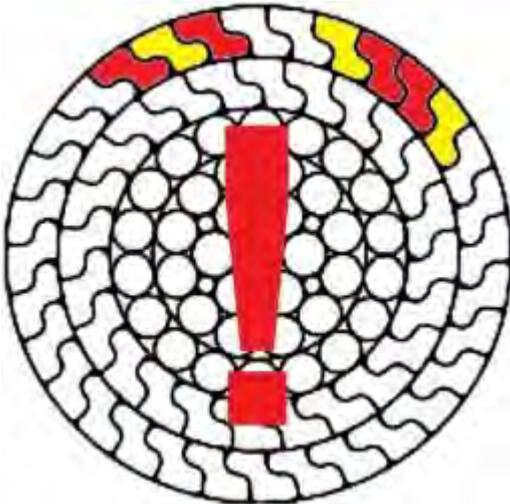


Esempi di danni alle funi portanti

Intagli/incisioni su funi chiuse



Fratture di fili in funi chiuse



EN12927-6:2004 "Criteri di dismissione", §6.1.4: peggioramento a livello locale
"due fili esterni adiacenti di una fune spiroidale chiusa (fune portante) oppure due fili rotti, separati da un unico filo non danneggiato."