

# IL BIRDCAGING NELLE CORDE TESSILI DA ALPINISMO: UN CASO REALE

Il testo esposto presenta la sintesi di un documento redatto dall'autore nell'aprile 2002. L'ingegnere Andrea Manes ha fatto parte per un lungo periodo del CSMT e della rispettiva Struttura Periferica Lombarda. L'articolo, anche se scritto nel 2002, propone diversi spunti di riflessione tuttora attuali inerenti a uno dei possibili effetti che si possono generare su una corda da alpinismo. Si fa comunque presente che la norma EN 929 relativa alle "Corde dinamiche per alpinismo" è stata dal 2004 continuamente aggiornata. Il documento completo è presente nel sito del Centro Studi: [www.caimateriali.org/download/articoli\\_e\\_dispense/varie](http://www.caimateriali.org/download/articoli_e_dispense/varie).

## INTRODUZIONE

Il fenomeno del birdcaging, in italiano distorsione a canestro (fig. 1), è una particolare deformazione delle funi che avviene generalmente in caso di ripetuti carichi impulsivi che ingenerano nelle stesse sollecitazioni assiali e torsionali. Se i carichi sono di una certa importanza i trefoli e/o i fili esterni possono separarsi dal cuore della fune in maniera permanente attraverso un meccanismo dovuto alla parziale rottura e/o plasticizzazione dei medesimi.

La normativa UNI ISO 4309 "Funi metalliche per apparecchi di sollevamento, criteri di verifica e sostituzione delle funi" contempla questa particolare distorsione: "Questa condizione si determina in funi con anima metallica quando lo strato esterno di fili si sposta o quando i trefoli esterni sono più lunghi di quelli interni. Una tale situazione può determinarsi in seguito al caricamento brusco (strappo) di una fune allo stato di riposo. Quando vi è una deformazione a canestro la fune deve essere subito sostituita".

Scopo di questo testo è un'analisi preliminare su di una corda tessile per uso alpinistico, effettivamente usata "sul campo", la quale presenta un'evidente distorsione a canestro.

## DATI SPEZZONE FUNE

Lo spezzone analizzato appartiene a una corda intera (vedi tabella), utilizzata per circa un anno in attività di arrampicata sportiva (falesia), con intensa usura causata principalmente non dai metri arrampicati (relativamente pochi), quanto dalle cadute a cui è stata sottoposta. In seguito alla comparsa del birdcaging è stato tagliato una spezzone di corda la cui estremità era collegata all'imbracatura tramite un nodo di giunzione (tratto di circa 80 cm); la deformazione si trova a 165 cm dall'estremità e quindi a circa 85 cm dal nodo.

## TABELLA

Tipo di corda	Intera
Nome del fabbricante impresso	Cassin
Diametro misurato	- 12 mm <sup>1</sup>
Diametro nominale	NC
Lunghezza corda	70 m
Lunghezza spezzone	472 cm

1 - Diametro effettivo dello spezzone misurato in prossimità della marcatura A

## ANALISI VISIVA DELLO SPEZZONE

Procediamo ora con l'analisi visiva dello spezzone iniziando con l'estremità della corda e avanzando verso l'estremità recisa (fig. 2).

- Estremità dello spezzone e della corda, riferimento A: questa porzione di corda è quella relativamente meno usurata; vi è una notevole quantità di lanugine superficiale ma di altezza molto limitata probabilmente dovuta a semplice rottura (fig. 3). La calza inoltre mantiene una colorazione ancora vivace.

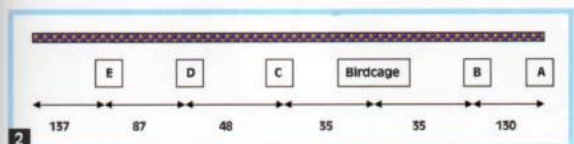
- Riferimento B: il tratto di corda interessato si trova subito dopo il nodo di incordatura (circa 80 cm dal riferimento A). La corda si presenta molto usurata con una notevole presenza di lunghi filamenti che fuoriescono dalla calza; la lunghezza di questi filamenti non cresce con continuità nel tratto di corda compreso tra A e B ma in un tratto di circa 5 cm posizionato a distanza di circa 15-20 cm verso il riferimento A, ovvero in prossimità del punto di legatura. La colorazione della calza rimane ancora vivace (fig. 4).

- Riferimento Birdcage: circa 35 cm dopo il riferimento B (in direzione del riferimento C) si trova il danneggiamento dovuto a birdcaging che si presenta come una deformazione a canestro con asse delle sezioni interessate temporaneamente disassato rispetto all'asse della fune. Vi è un'evidente rottura di una porzione della camicia esterna limitata a un lato (fig. 5). Ciò ha portato a una espulsione del nucleo verso questo lato (fig. 6), da parte della porzione di camicia rimasta integra (fig. 7) a causa dello squilibrio di sollecitazioni interne avvenuto durante la rottura della calza.

Anche in questo tratto la corda mantiene una colorazione vivace mentre la notevole presenza di lanugine lunga come al punto B lascia pensare che questo tratto di corda sia sottoposto a notevoli sollecitazioni ma non a strisciamenti che farebbero fondere e quindi accorciare i filamenti rotti.



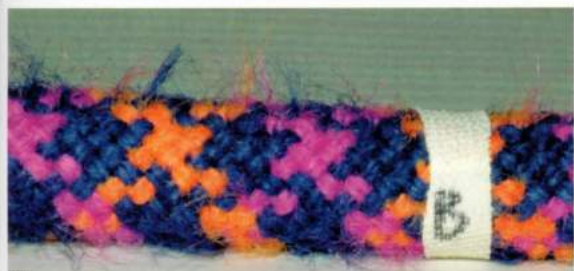
1



2



3



4



5

- Riferimento C: posizionato circa 35 cm dopo il birdcage, la porzione relativa al riferimento C si presenta macroscopicamente in maniera simile a quella adiacente al riferimento B. Anche questa è quindi una porzione di corda che è soggetta ai carichi dovuti alle cadute dell'alpinista (fig. 8)

- Riferimento D: procedendo dal riferimento C, l'aspetto macroscopico della corda cambia considerevolmente. La lanugine diviene molto sottile; si possono notare evidenti strisciate e fusioni dovute allo scorrimento della corda nel rinvio che determinano un notevole danneggiamento della calza (fig. 9).

- Riferimento E: la porzione di corda adiacente si trova nelle medesime condizioni del tratto identificato da D ma con la presenza dell'occasionale fuoriuscita di sottili microfilamenti a forma di strisce di colore giallo (fig. 10).

- Estremità dello spezzone (successiva al riferimento E): la porzione di corda adiacente al terminale (in questo punto è avvenuta la recisione della fune) si presenta in maniera simile a quella presente vicino al riferimento D ma con strisciate meno marcate.

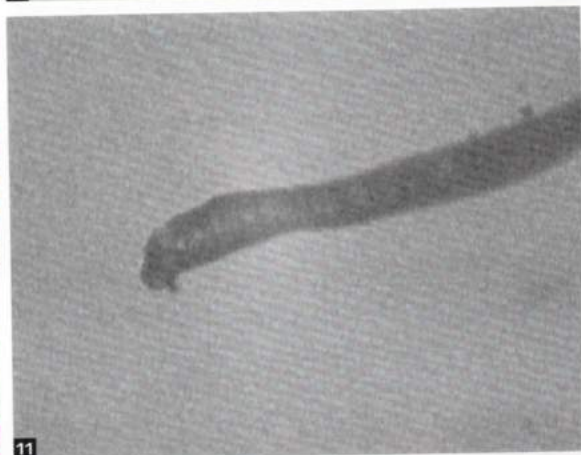
Da questa sommaria analisi possiamo dedurre che la corda ha subito un numero di cadute relativamente elevato, testimoniate dalle molte tracce di sfregamenti più o meno marcati. Queste cadute sono avvenute, per quanto concerne la zona da contatto tra il primo rinvio e la corda, in un tratto compreso tra il riferimento C e il terminale in cui è avvenuta la recisione. Ciò è confermato dalla lanugine che tende a scomparire nel tratto compreso tra C e D e dalla comparsa, sempre in questo tratto degli sfregamenti dovuti all'attrito corda moschettoni. Il tratto compreso tra B e C è quindi quello che, durante le cadute, è stato sottoposto alle sollecitazioni assiali più elevate e proprio all'interno di questo si è verificato il fenomeno del Birdcaging.

**ANALISI MICROSCOPICA DELLO SPEZZONE**

Ciò che traspare da un'analisi molto generale è la presenza di due tipologie di rotture, una di natura meccanica, l'altra meccanico-termica. Le seguenti immagini sono state effettuate attraverso un microscopio ottico a 10 ingrandimenti dotato di sistema di acquisizione digitale dell'immagine osservata. N.B.: in questo testo vengono presentate solo alcune immagini relative ai riferimenti presenti sullo spezzone.

La prima tipologia di rottura, quella di natura meccanica, è dovuta alle sollecitazioni in atto sulle singole fibre di





nylon. Essa sembra essere maggiormente presente nel tratto di spezzone compreso tra A e D. In particolare, possiamo vedere come la rottura avviene lungo un piano quasi perpendicolare all'asse del filamento e con una re-  
cisione netta di tipo perfettamente fragile. Ciò denota una rottura per schianto dovuta al forte carico assiale applicato in un tempo molto breve (fig. 11). Per quanto concerne la seconda tipologia di rotture, meccanico termica, essa prende l'avvio dai contatti relativi, filo-moschettoni (probabilmente anche filo-filo) che provocano, a causa dell'attrito, un brusco innalzamento della temperatura anche a valori di fusione del nylon. Osserviamo quindi una variegata casistica di fusioni, sfaldamenti, rotture e deformazioni dovute a questa interazione meccanico-termica (fig. 12). Questo tipo di danneggiamento è abbastanza uniformemente diffuso lungo tutto lo spezzone.

Naturalmente questa è una classificazione semplificativa in quanto le rotture sono dovute ad una concausa di tutti questi fenomeni senza vere e proprie distinzioni schematiche.

#### CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Abbiamo osservato come anche con le corde, ovvero funi interamente tessili, sia possibile il fenomeno del birdcaging che è sicuramente un indice di deterioramento delle caratteristiche meccaniche della corda. Sarebbe utile sviluppare una ricerca al fine di capire come e quanto questo fenomeno intervenga, ovvero: verificare sperimentalmente che questo fenomeno interviene in condizioni di carico impulsivo non eccessive ma ripetute nel tempo.

Poiché questa condizione di carico è fortemente riscontrabile negli utilizzatori di corde per arrampicata sportiva verificare sperimentalmente se esiste la possibilità di correlare il numero di cadute standard al Dodero secondo EN 892 con il numero di cadute di entità modesta (fattore di caduta  $FC < 0,5$ ; ci poniamo nella peggiore delle ipotesi, ovvero a corda bloccata) registrate prima della comparsa del birdcaging.

Verificare sperimentalmente la resistenza meccanica residua delle corde che presentano birdcaging, sia con cadute standard che con cadute della medesima intensità di quelle utilizzate per provocare il birdcaging. Valutare la possibilità di utilizzare il numero di cadute effettuate con un FC modesto prima dell'insorgere del birdcaging per la valutazione delle prestazioni delle corde.

Abbiamo osservato che la porzione di corda in cui è avvenuto il birdcaging si trova in un tratto in cui sono presenti molti filamenti rotti, a guisa di lanugine, più o meno estesa e lunga. La zona successiva, in cui si verificano gli strisciamenti della corda sui moschettoni dei rinvii, presenta invece una forte usura con un numero notevole di trefoli rotti e con evidenti tracce di bruciature ma, probabilmente a causa di queste, non presenta un'evidente lanugine superficiale. Abbiamo quindi dedotto che la rottura avvenga in un tratto di corda diverso da quello che scorre nel moschettone.

Da ciò possiamo ipotizzare che l'entità della caduta, intesa come gravità energetica e identificata dal parametro FC può influire sulla tipologia di rottura.

Ad alti FC riscontriamo rotture dovute a usura termica: lo scorrimento della corda nel moschettone provoca un innalzamento della temperatura sino a valori prossimi alla fusione del nylon. Per cadute di entità relativamente bassa ( $FC < 0,5$ ) ma ripetute, l'usura dovuta allo sfregamento corda moschettone potrebbe non essere fondamentale ai fini della rottura quanto invece le sollecitazioni di carattere meccanico agenti sulla calza. In questo genere di utilizzo (falesia, top rope) inoltre la calza risulta fortemente sensibile all'usura sia per contatto con la roccia che per intrusione di polvere e materiale abrasivo in genere. Proprio queste intrusioni potrebbero deteriorare la calza in maniera casuale provocando in alcune sezioni della fune delle parti più deboli e quindi soggette al birdcaging. Se ciò fosse verificato, la prova standard al Dodero potrebbe mostrare ulteriori limiti per l'identificazione delle reali proprietà di una corda nell'uso pratico. Da queste semplici deduzioni sembrerebbe che, in caso di fattori di caduta limitati, l'usura dovuta ad abrasione meccanica della corda sia, al fine della rottura, paragonabile all'usura meccanico-termica. In questo caso potrebbe essere opportuno costruire calze con formazioni che rilassino le sollecitazioni, al fine di garantire che i filamenti della calza lavorino con coefficienti di sicurezza più elevati con conseguente minor probabilità di rotture parziali e quindi la formazione del birdcaging.