

Corda doppia e nodo di giunzione

di **Giuliano Bressan** – CSMT, CAAI

e **Massimo Polato** – CSMT, CAI Sezione di Mirano

Abbiamo già analizzato in un precedente articolo *Materiali – considerazioni sul loro utilizzo*, pubblicato su Il Bollettino n° 115 - Annuario CAAI 2017-2018, i test che si riferiscono al comportamento del nodo galleggiante a trazione. Il "nodo delle guide semplice" o "galleggiante" è usato soprattutto per collegare due corde per la calata in doppia. In tale caso, infatti, si riduce rispetto agli altri nodi di giunzione la possibilità di un suo incastrò nelle fessure o in altre asperità del terreno.

Il nodo "galleggiante" è però da molti considerato come un nodo facilmente apribile e che mal si presta a unire corde e cordini di diverso diametro. In particolare nei paesi anglofoni questo nodo è perfino chiamato "European Death Knot" (nodo della morte europeo) e definito con l'acronimo E.D.K..

In rete si trovano vari articoli che attribuiscono a questo nodo scarse proprietà di resistenza allo scioglimento e addirittura la responsabilità di alcuni incidenti mortali. Altre fonti, invece, rispondono alle svariate critiche affermandone le buone qualità di resistenza e di capacità di adattarsi al terreno e quindi incastrarsi meno nelle asperità della roccia rispetto ad altri nodi.

Abbiamo cominciato a occuparci della questione dopo che una persona di provenienza nord-americana, venuta in visita nel laboratorio del Centro Studi Materiali e Tecniche del CAI, ci ha riferito com'era chiamato dalle sue parti il nodo galleggiante (tra l'altro, con suo stupore, ne ha constatata la perfetta tenuta) e che non va assolutamente usato per scendere in corda doppia perché pericoloso. Siccome anche in Italia cominciavano a sentirsi "voci" strane in merito alla tenuta del nodo (la rete si sa è uno strumento potentissimo dal punto di vista della diffusione delle notizie, giuste o meno che siano), abbiamo avvertito l'esigenza di analizzare l'argomento.

La maggior critica al nodo delle guide semplice (anche nella versione con frizione - il nodo a Otto per intenderci), è che quando viene sottoposto a trazione, tende a "girare" su sé stesso fino a sciogliersi. Esaminando i vari articoli presenti in rete, nei vari test il nodo veniva tirato in maniera "diretta" (fig. 1). Questo però non rispecchia la reale condizione di sollecitazione del nodo quando è utilizzato per unire assieme due corde e scendere in corda doppia;

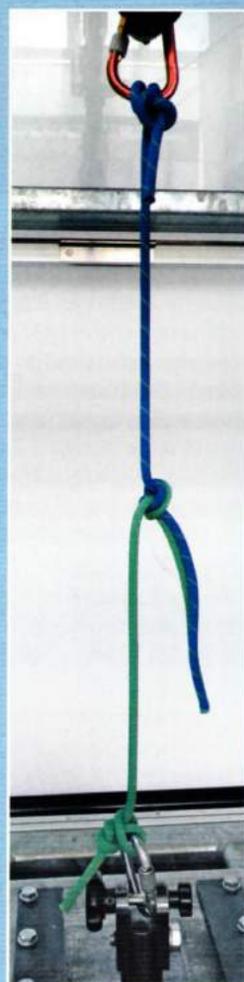


Fig. 1 - Accoppiamento testato. Modo diretto



Fig. 2 - Accoppiamento testato. Modo indiretto

potrebbe semmai simulare il tipo di sollecitazione che si verifica sul nodo durante una calata con giunzione delle corde.

Nella realtà, infatti, durante una discesa in corda doppia, il nodo è sollecitato in modo "indiretto" (fig. 2), perché una delle due corde passa

attraverso un anello (corda o metallo che sia), posto al vertice della sosta ed è lì che si genera l'attrito che "preserva" in qualche modo il nodo rispetto al metodo di prova "diretto". La stessa considerazione si può fare anche se la corda è passata direttamente attorno a un albero o spuntone.

Premessa sulle tipologie di prove eseguite

I vari test, in seguito esposti, sono stati eseguiti a trazione lenta e con carico dinamico presso il laboratorio del CSMT. Abbiamo provato tra di loro, a trazione diretta e indiretta, i seguenti accoppiamenti di corde e cordini:

corda intera \varnothing 9,5 mm - corda intera \varnothing 9,8 mm (fig. 1)

corda intera \varnothing 9,5 mm - mezza corda \varnothing 8,9 mm (fig. 3)

corda intera \varnothing 9,5 mm - cordino in Kevlar® \varnothing 6 mm (fig. 4)

mezza corda \varnothing 8,9 mm - cordino in Kevlar® \varnothing 6 mm (fig. 5)

mezza corda \varnothing 8,9 mm - mezza corda \varnothing 8,7 mm (fig. 6)

determinando la forza necessaria per arrivare al primo completo ribaltamento del nodo [1].

Facciamo presente che in tutte le prove svolte durante gli stage formativi in laboratorio, il nodo galleggiante sollecitato in modo diretto cede esclusivamente per due motivi: sfilamento o rottura.

1. Scioglimento del nodo per sfilamento

In questo caso, quando il nodo viene messo in tensione, al raggiungimento di un certo carico inizia a "capovolgersi" fino a che raggiunge un'altra situazione di equilibrio e in questa fase, si vede come, a causa di questo

capovolgimento, ci sia una riduzione di tensione nel sistema. Poi il nodo inizia a opporre di nuovo resistenza e quindi la tensione riprende a salire fino a che avverrà lo scavalco successivo, in cui si riprenderà tensione e così via fino a che ci sarà il completo sfilamento del nodo per fuoriuscita intera dei capi di corda che avevamo lasciato.

2. Rottura del nodo

Nel secondo caso, invece, il nodo cede per rottura. A causa degli attriti che si generano per sfregamento tra le corde, nelle zone dove la strizione è più forte vi è una concentrazione di energia che determina un aumento della temperatura. Se si supera prima il punto di rammollimento e poi quello di fusione del polimero, si ha la fusione di una o di entrambe le calze. Ciò significa, quindi, che *s'interrompe il moto relativo di scorrimento* tra le corde, e ciò porta il sistema al collasso per rottura di una delle due, a causa di effetti di creep (o scorrimento viscoso), per l'applicazione del carico a elevate temperature.

Le due differenti modalità sono state brevemente illustrate per evidenziare che nei test non siamo mai arrivati alla condizione di sfilamento o di rottura. Infatti, come elemento d'indagine è stato considerato il carico di "primo ribaltamento" o di "primo scavalco"; per logica, in condizione operativa, il nodo non deve rompersi, ma non deve nemmeno capovolgersi!

Prove a trazione "diretta"

In questa prima configurazione di prova, abbiamo testato i vari accoppiamenti di corde e



Figg. 3-4-5-6 - Accoppiamenti testati

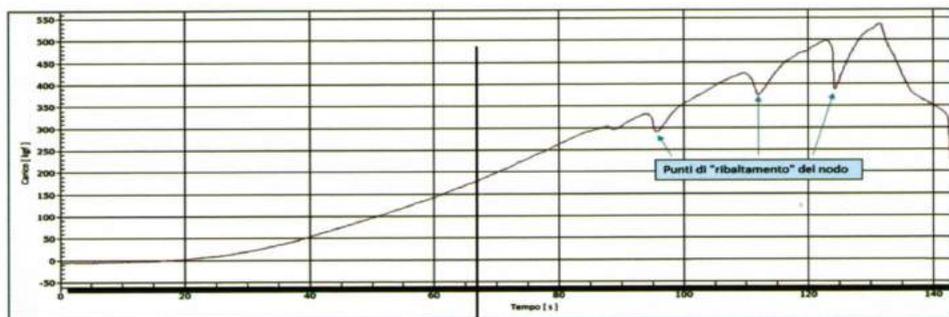


Fig. 7 - Tipico diagramma di carico del nodo galleggiante in cui si vedono i momenti in cui il nodo si ribalta

cordini sopra esposti, determinando la forza necessaria per arrivare al primo completo ribaltamento del nodo. Facciamo notare che tutti i campioni utilizzati erano nuovi e quindi presentavano uno stato superficiale della calza perfettamente inalterato.

I grafici che si ricavano da questa tipologia di prove sono caratterizzati in generale dall'andamento riportato nel diagramma di fig. 7, precedentemente illustrato.

Prove a trazione "indiretta"

La configurazione di prova in questo secondo caso è presentata nelle figg. 8 e 9; si noti che le corde in basso erano bloccate. In questi test, come si può notare, è stata inserita nelle corde una piastrina multiuso così come avviene nella realtà. Come per la situazione precedente teniamo valida la stessa numerazione

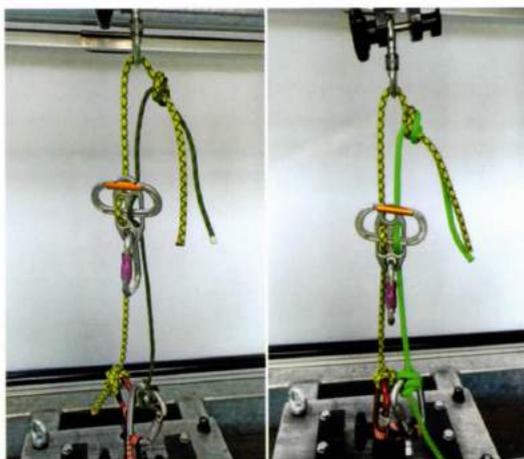


Fig. 8-9 - Prove a trazione indiretta con piastrina

per identificare i vari accoppiamenti di materiale. Dalle foto si capisce come il nodo venga in qualche modo "preservato" dal fatto che vi sia attrito nel moschettone in alto e dalla presenza del freno. In ogni caso questo schema di prova è ancor più severo rispetto al caso reale, dove al freno è collegato solo l'alpinista che scende (o gli alpinisti in caso di manovre di auto-soccorso della cordata).

Prove "dinamiche"

Per completare lo studio abbiamo infine eseguito delle prove a carico dinamico. Sappiamo, ed è stato già esposto nel precedente articolo *Materiali - considerazioni sul loro utilizzo*, come diverso sia il comportamento dei nodi se sollecitati dinamicamente, come avviene in realtà durante la trattenuta di una caduta da parte di un arrampicatore. Dai test si è visto come al rinvio, il nodo galleggiante sopporti, senza alcun problema, carichi dell'ordine di 600-800 kgf con uno scorrimento minimo o nullo.

Restava però da valutare il comportamento del nodo galleggiante nel caso peggiore di una discesa a corda doppia non controllata, cioè in assenza di nodi autobloccanti e con un arresto brusco, così da trasmettere al nodo galleggiante prima, e alla sosta poi, una sollecitazione impulsiva. A causa delle dimensioni fisiche dell'attrezzatura utilizzata per le prove, è stato possibile simulare una caduta relativamente breve (circa 3 m); ciò non toglie però che il dato dia già qualche risultato, relativo alla potenziale situazione che si può creare durante una discesa in cui l'alpinista, per qualsiasi motivo, si trovi a calarsi velocemente per poi bloccarsi in modo altrettanto deciso.

Le prove sono consistite nel far cadere una massa di 80 kg, connessa tramite un nodo a strozzo a una fettuccia cucita, a sua volta collegata con un connettore a ghiera a un Tuber ATC Guide o a una piastrina GI-GI, per una certa lunghezza fino a che il freno andava a fermarsi contro dei nodi di "fine corsa". Nelle prove sono state impiegate due mezze corde nuove di diametro 9,0 e 9,1 mm; il nodo galleggiante nelle varie prove era chiuso a mano e presentava una lunghezza dei rami di circa 25 cm (fig.10). Sono state effettuate due cadute per discensore: la prima con nodo chiuso manualmente e la seconda con nodo tensionato dalla caduta della prova precedente. La caduta era di 2,5 m circa, considerando anche la lunghezza della fettuccia di collegamento massa/discensore di circa 60 cm. Facciamo presente, per completezza, che questa situazione limite (discesa completamente nel vuoto e non regolata in alcun mo-



Fig.10 - Prova dinamica di discesa non controllata

do), costituisce il caso peggiore. Altro discorso è una discesa controllata e costante in cui ci si appoggia con i piedi sulla roccia o in cui sia presente un cambio di pendenza a valle del nodo galleggiante (cengia, spuntone, ecc.) e che generi attrito delle corde sulla roccia. Questi, infatti, sono tutti elementi che portano in qualche modo a "preservare" il nodo galleggiante che quindi viene ancor meno sollecitato, riducendo di conseguenza la possibilità che si verifichino eventuali "capovolgimenti".

Risultati

I risultati di queste prove sono elencati nelle seguenti tabelle. Nella prima si trovano i valori medi e arrotondati della resistenza in kgf [2] che il nodo (nelle due configurazioni considerate: diretta e indiretta), riesce a garantire prima che avvenga il suo primo capovolgimento. Nella seconda sono esposti i valori della for-

Risultati dei test a trazione lenta sul nodo galleggiante

Configurazione	Carico [kgf]	
	Trazione diretta	Trazione indiretta
intera - intera: \varnothing 9,5 mm - \varnothing 9,8 mm	528	1006
intera - mezza: \varnothing 9,5 mm - \varnothing 8,9 mm	448	721
intera - Kevlar®: \varnothing 9,5 mm - \varnothing 6 mm	507	1288
mezza - Kevlar®: \varnothing 8,9 mm - \varnothing 6 mm	550	1179
mezza - mezza: \varnothing 8,9 mm - \varnothing 8,7 mm	535	834

Tab. 1 - Valori di resistenza che il nodo galleggiante garantisce prima che avvenga il suo primo ribaltamento

za di arresto in kgf, registrati nel momento in cui il discensore andava a sbattere sui nodi di fine corsa delle due mezze corde. L'effetto frenante, assai ridotto, deriva in pratica dal solo scorrimento dei discensori lungo le corde; i rami liberi del nodo, misurati dopo la caduta, erano di 23 cm circa, rivelando quindi una ridotta strizione (circa 2-3 cm).

Prove caduta libera della massa di 80 kg su corda doppia bloccata

Tipo di discensore	nodo galleggiante	Forza di Arresto [kgf]
Tuber	chiuso manualmente	511
Tuber	tensionato dopo la prima caduta	581
Piastrina GiGi	chiuso manualmente	530
Piastrina GiGi	tensionato dopo la prima caduta	585

Tab. 2 - Valori della forza di arresto sul nodo galleggiante al termine della discesa a corda doppia non controllata

Prima di proseguire vogliamo precisare che i valori riportati nella tabella 2 non sono compatibili con i risultati di altre specifiche prove effettuate dal CSMT in Torre.

In effetti, nel corso di una discesa a corda doppia nel vuoto la forza che arriva all'ancoraggio è pari a 2+3 volte il peso dell'individuo che scende; il valore deriva dal fatto che queste prove sono state effettuate da una persona che, munita per sicurezza di autobloccante, si calava velocemente per 4-5 m bloccandosi poi in modo brusco, producendo così degli strattoni controllati.

Nel caso delle prove al Dodero, invece, non vi era nessun tipo di controllo e la caduta risultava quindi più severa; essendo previste a breve delle prove di discesa in corda doppia, in una struttura che consentirà maggiori lunghezze di calata, si potrà approfondire questa differenza in termini di forza e valutare anche quanto calore si sviluppa nei discensori.

Conclusioni

Si può vedere, come già a trazione diretta i risultati siano confortanti. Nel caso di una calata con giunzione delle corde, che rispecchia quanto simulato nella trazione "diretta", anche ipotizzando due persone di peso pari a 100 kg ciascuna, calate in modo appropriato e con presenza di attriti sulla roccia (potremmo considerare anche il caso limite di una calata nel vuoto), il carico è ben inferiore ai valori che compaiono nella prima colonna di tabella 1.

Per quanto riguarda, invece, il caso di una corda doppia classica in cui il nodo si trova a lavorare in modo "indiretto", i valori sono ancora più confortanti. Immaginando anche in questo caso la peggiore delle ipotesi, cioè una calata perfettamente nel vuoto e una discesa poco attenta e piena di brusche variazioni di velocità (o pensiamo anche a una risalita della corda), i valori che si raggiungono non saranno mai tali da avvicinarsi a quelli riportati nella seconda colonna della tabella 1.

Nel caso di discesa incontrollata e senza nodi autobloccanti, il valore della forza di arresto più elevato, pari a 585 kgf, si è verificato nella prova con la piastrina GIGI e il nodo già tensionato dopo la prima caduta (vedi tabella 2 e fig. 11).

Prima di concludere vogliamo esporre anche un'altra considerazione, legata al fatto di effettuare le corde doppie utilizzando una sola corda (intera o mezza), accoppiandola a un lungo cordino "di servizio", generalmente in Kevlar®. Se i test hanno fatto vedere come l'utilizzo del nodo galleggiante per la giunzione di una corda e di un cordino in Kevlar® non presenti problemi, altre prove di impiego "pratico" di questo metodo hanno messo in luce un fatto di cui bisogna tener conto. Essendo il cordino di diametro assai inferiore rispetto alla corda usata, si verifica che nel freno il primo scorre molto, mentre la corda sta in pratica ferma a causa del maggiore attrito che riesce a generare; questo implica che l'alpinista scende perché c'è uno scorrimento del solo ramo di Kevlar® che, una volta arrivato alla fine della sua lunghezza, se non è presente un nodo uscirà dal discensore.

Bisogna avere l'accortezza quindi di attrezzare la corda doppia in modo tale che per recuperarla si debba tirare il cordino in Kevlar® e quindi, per lo scorrimento del cordino di servi-

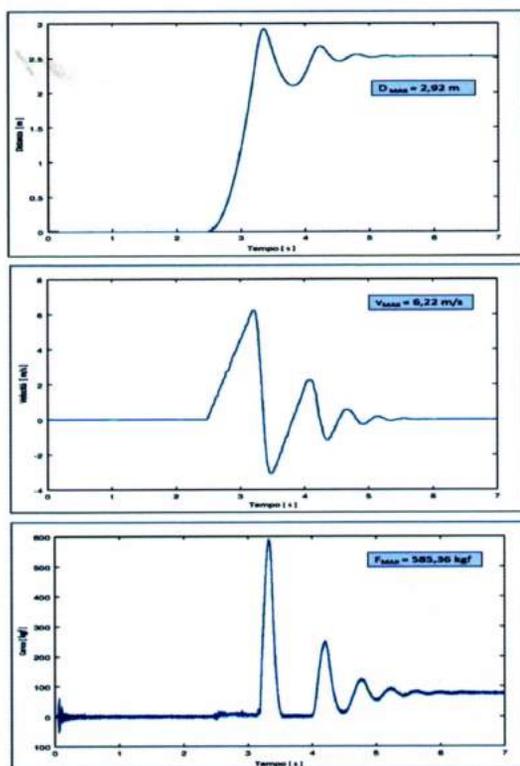


Fig. 11 - Diagrammi della posizione della massa (altezza della caduta), della sua velocità e della forza d'arresto



Figg. 12-13 - Posizionamento del nodo in modo scorretto (sx) e corretto (dx)

Fig. 14 - Configurazione di sicurezza in caso di assenza di maglia rapida

zio, il nodo galleggiante vada in battuta della maglia rapida al vertice della sosta. Sostanzialmente si scende sulla singola corda (vedi fig. 12 – scorretta – e fig. 13 – corretta).

Per capire meglio il fenomeno vi invitiamo a guardare il video "Materiali e loro uso" (al minuto sette), alla sezione "video" del sito del CSMT www.caimateriali.org.

Se invece la sosta preposta per la calata non presenta maglie rapide, anelli ecc., un sistema per evitare che il nodo di giunzione possa passare attraverso gli anelli di ancoraggio e di trovarsi quindi nella condizione scorretta (fig. 12), è raffigurato in fig. 14. Si crea un'ansa sulla corda di calata cui si collega, tramite un nodo Bulino (o altro come ad es. un nodo a Otto), il cordino in Kevlar® e si inserisce un moschettone nell'anello formato sulla corda di calata e la corda stessa, così da evitare al sistema di "girarsi" e di disporsi nella configurazione scorretta.

In ogni caso terminiamo ribadendo che è sempre bene lasciare i capi uscenti dal nodo sufficientemente lunghi e di effettuare un pre-tensionamento a mano del nodo stesso prima di utilizzarlo. Questo per avere comunque un buon margine di sicurezza qualora, per qualsiasi motivo, il nodo dovesse ribaltarsi.

Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento va a Sandro Bavaresco per l'effettuazione dei vari test.

Bibliografia

Euro-Death Knot (Flat Figure-8) Mysteriously Fails, Rock and Ice issue 233 (April 2016)
In Defense of the European Death Knot, Ryan Siacci, Esq. Oct 28, 2016
The EDK and Double EDK, elementrescue.com
EDK European Death Knot, Massimo Polato, Le Alpi Venete, 2-2019

Note

[1] Nel sito (www.caimateriali.org) del CSMT, alla sezione video, è presente e scaricabile un filmato dal titolo "Materiali e loro uso tra mito e realtà" in cui è visibile l'esecuzione delle prove descritte.

[2] I valori espressi nelle tabelle sono in kgf (kg forza, o kg peso) che è un'unità di misura adottata comunemente per misurare una forza nel sistema tecnico, equivalente nel sistema internazionale a circa un decaNewton (daN).