

Corde, acqua e ghiaccio

di Giuliano Bressan
e Gigi Signoretti

Succede a volte di trovarsi nella necessità di dovere arrampicare, sia per condizioni meteorologiche avverse (pioggia, grandine, neve) che per scelta tecnica (salite su terreni nevosi o ghiacciati), con la corda bagnata o peggio ancora ghiacciata. Ben lungi dal ritrovarsi nelle tragicomiche situazioni dei nostri fortissimi "antenati" (alle prese con le loro arcai-

che e pesanti corde di canapa), è comunque innegabile il notevole disagio creato dall'acqua e dal freddo che rendono sgradevoli anche le nostre moderne e leggere corde di nylon.

Basta pensare infatti per un attimo a quanto sia difficile (se non a volte addirittura impossibile) effettuare, quando la corda è ghiacciata, una efficace assicurazione dinamica con il nodo mezzo-barcaiolo (o con altri tipi di freno). Non

parliamo poi delle abbondanti "spremute" di acqua fangoterrosa che colano dal discensore quando si effettua una calata in corda doppia; pensiamo infine ai numerosi inconvenienti che si presentano nella progressione e nelle varie manovre di assicurazione ed autoassicurazione.

E' possibile ovviare parzialmente a queste difficoltà usando corde trattate con additivi idrorepellenti, che ne diminuiscono sensibilmente il coefficiente di inzuppamento, permettendo loro di mantenere caratteristiche di manovrabilità sostanzialmente invariate anche con pioggia e freddo intenso.

Pertanto l'impiego di queste corde (denominate "everdry", "super everdry", "drylonglife", ecc.), in condizioni ambientali difficili, si dimostra indubbiamente l'unica, valida soluzione che presenta comunque qualche, non marginale, inconveniente. Innanzi tutto il trattamento "dry" non è eterno; le proprietà di idrorepellenza diminuiscono infatti progressivamente in proporzione all'uso della corda ed alle condizioni meteorologiche d'impiego. Inoltre, la resistenza nominale alla rottura di una corda trattata con additivi è ridotta (anche se in percentuale assai bassa) rispetto a quella di una corda dello stesso tipo, non trattata; anche la maneggevolezza, infine, è un pò peggiore rispetto a quella di una corda normale. Le case produttrici offrono attualmente sul mercato, nell'ambito del tipo di corda (singola, mezzacorda, gemellare), svariati modelli trattati, o non, con additivi idrofobi. La caratteristica di idrorepellenza ("dry") deve essere precisata assieme alle altre (tipo, lunghezza, diametro, peso g/m, forza di arresto massima, numeri di cadute, allunga-

A DESTRA: *Impiego invernale delle corde: Valorz, cascata Grand Hotel (f. G. Bavaresco).*

mento, ecc.) nel cartellino descrittivo che accompagna, all'acquisto, la corda.

La nuova normativa EN (entrata in vigore nel luglio 1995) prevede che vengano riportate, inoltre, informazioni relative all'utilizzo, alla sicurezza, alla durata, alla conservazione e alla manutenzione dei vari materiali impiegati in alpinismo. Nel nostro caso, circa le condizioni climatiche d'uso, la gamma di temperature consigliata dai vari produttori per una corda da alpinismo "asciutta" varia dai -30/35 °C ai +50/55 °C.

I vari test di laboratorio prescritti dalla normativa, tra cui quello sulla resistenza dinamica che si misura mediante l'apparecchio Dodero (vedi nota), vengono effettuati in condizioni climatiche standard e su campioni di corda asciutti. E' quindi evidente la rilevante diversità rispetto alle condizioni abituali di impiego sul terreno.

Diventa dunque importante chiederci come variano le caratteristiche di forza d'arresto e di resistenza a rottura delle nostre corde (che, ricordiamolo, sono costituite da fibre poliammidiche - nylon, perlon, ecc. - materiale le cui caratteristiche meccaniche sono assai sensibili all'umidità ed alla temperatura) quando sono impiegate in condizioni non standard, in particolare se bagnate o ghiacciate.

A questo quesito abbiamo cercato di rispondere effettuando alcune prove impiegando allo scopo una corda da alpinismo, nuova e senza trattamento "dry".

Questo è il primo di una serie di articoli dedicati alle corde che usciranno nei prossimi numeri della Rivista, a cura della Commissione Materiali e Tecniche del CAI.

L'attenzione degli alpinisti è oggi rivolta in modo particolare alle corde.

- È giusto perché, mentre da un lato l'alpinista e l'arrampicatore stanno diventando più esigenti (richiedendo leggerezza, flessibilità, maneggevolezza), d'altro lato strapazzano le corde quanto mai, facendo uso dei discensori e della tecnica di salita e discesa in «moulinette (top roping)» in palestra.

- È giusto perché si stanno finalmente mettendo a fuoco alcuni aspetti fondamentali del comportamento delle corde: i lavori in corso, sia da parte del CAI che delle altre Associazioni Alpinistiche, richiederanno parecchi anni prima di portare a risultati soddisfacenti ma già stanno ponendo le basi per un chiarimento dei maggiori interrogativi che ci preoccupano. Mi riferisco all'usura meccanica contro roccia e discensori, all'effetto di vari tipi di sporcizia, dell'acqua, delle radiazioni ultraviolette, all'importanza del ruolo della «camicia», alla miglior comprensione della resistenza all'azione di taglio degli spigoli di roccia, all'ancor misterioso apparire di alcune corde difettose.

Questo primo articolo riguarda l'effetto dell'acqua e del gelo. Come il lettore attento noterà, esso lascia aperti numerosi interrogativi. Si è infatti scelta questa strada: informare i lettori dei progressi nei nostri lavori, senza attendere un illusorio «chiarimento definitivo». Anche perché i problemi sono così complessi che è bene poterne dare agli alpinisti interessati la visione più completa, cosa che non sarebbe possibile in un solo articolo.

Ci auguriamo che i lettori ci sostengano in questo sforzo e che ci forniscano informazioni o suggerimenti su difetti o incidenti.

Il lettore noterà che ci asterremo, salvo casi particolari, dal fare confronti fra corde di diverse marche: articoli di questo genere, anche se - lo sappiamo bene - destano un interesse immediato nel lettore, contribuiscono poco alla sua informazione e di solito assai poco alla scelta corretta di una corda. Faremo tali confronti quando ne varrà la pena e quando avremo ben posto le basi tecniche per un confronto.

Non si tratta, sia chiaro, di riguardo per i produttori, a cui anzi rimproveriamo di non aiutare le Associazioni Alpinistiche a capire; lavoreremo per rendere le norme più severe per quanto riguarda sia la corda che la sua materia prima, il filato.

Carlo Zanantoni



Le prove di laboratorio

Per la sperimentazione sono stati impiegati vari spezzoni (prelevandoli dallo stesso rotolo) di un tipo di corda normalmente in commercio (diametro 10,5 mm), provvista di label UIAA. Al fine di verificare le prestazioni iniziali della corda, è stata eseguita anzitutto una prova di controllo all'apparecchiatura Dodero (vedi nota), dalla quale si sono ottenuti i seguenti valori:

- *sforzo massimo alla prima caduta* (massa di 80 kg) pari a 916 daN (1 daN=ca. 1 kg-peso);

- *numero di cadute sopportate* 8.

I risultati ottenuti sono perfettamente corrispondenti ai dati dichiarati dalla casa produttrice della corda.

Corda bagnata

Due spezzoni di una stessa corda sono stati immersi nell'acqua a temperatura ambiente per 48 ore; il loro peso, dopo l'immersione, è passato da 74 a 109 g/m. Estratti dall'acqua e testati immediatamente al Dodero, i campioni hanno fornito i seguenti risultati:

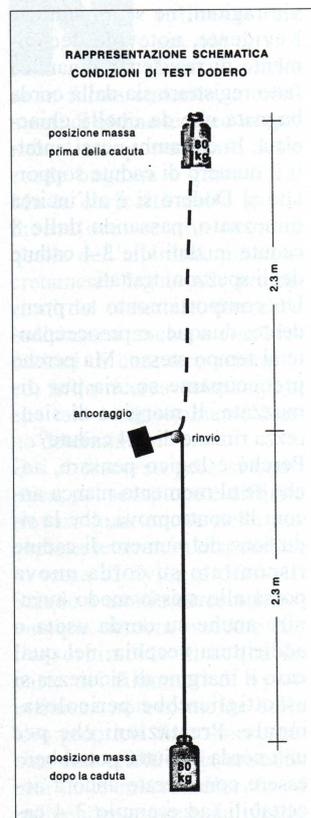
sforzo massimo alla 1a caduta

- primo spezzone: 984 daN
- secondo spezzone: 1024 daN

N° di cadute sopportate

- primo sp.: 3
- secondo sp.: 4

Normativa UIAA - il test DODERO



Una corda per alpinismo deve superare, ai fini dell'omologazione UIAA, una serie di test riguardanti sia la funzionalità (allungamento a carico statico, annodabilità, scorrimento della calza, ecc.) sia, soprattutto, la deformabilità dinamica e la resistenza a rottura. Queste ultime caratteristiche della corda vengono determinate mediante una apposita apparecchiatura, ideata dallo studioso francese Dodero; il test, effettuato su tre campioni, varia nelle modalità a seconda del tipo di corda (semplice, mezza, gemellare) preso in esame. Prima della prova ogni singolo campione di corda viene essiccato ad umidità inferiore al 10% per 24 ore, poi condizionato a 20 °C con umidità del 65% per 72 ore ed infine portato a temperatura ambiente.

Nel caso della corda semplice (oggetto del nostro articolo) la prova consiste nel far cadere da un'altezza di 2,3 m una massa di 80 kg legata ad uno spezzone di corda lungo circa 2,5 m collegato a sua volta, in maniera particolare, ad un asse fisso (fig. 1). Dopo la prima caduta, che deve avvenire entro 10 minuti dall'estrazione del singolo campione dal condizionatore, la massa (che precipita complessivamente per 4,6 m + l'allungamento della corda), viene sollevata e fatta cadere nuovamente ad intervalli di tempo regolari (5 minuti fra una prova e l'altra) fino a portare a rottura lo spezzone di corda. Vengono rilevati il numero totale di cadute sopportate senza rottura e lo sforzo massimo o forza d'arresto, sviluppato in ciascuna caduta.

La corda semplice, per ottenere il label UIAA, deve essere in grado di resistere senza rompersi ad almeno 5 cadute e la forza di arresto alla prima caduta non deve superare il valore di 1200 daN (circa 1200 kg-peso pari a 15 volte la forza di gravità applicata ad una massa di 80 kg).

Per le corde gemellari (twin) le condizioni di prova sono identiche alle precedenti, con (ovviamente) la coppia di corde collegate separatamente alla massa; i limiti UIAA in questo caso sono sempre di 1200 daN come sforzo massimo alla prima caduta, ma il numero di queste non deve essere inferiore a 12 prima che la corda venga a rompersi.

Nel test per le mezze corde, cambia invece la massa (ridotta a 55 kg) ed i limiti UIAA prevedono uno sforzo massimo alla prima caduta non superiore a 800 daN ed almeno un numero di 5 cadute senza rompersi.

Corda ghiacciata

Per preparare e poter testare spezzoni di corda ghiacciati, dopo aver imbevuto d'acqua due campioni con la procedura esposta precedentemente si è provveduto ad infilarli in tubi isolanti di materiale plastico espanso, con diametro interno di 15 e diametro esterno di 25 mm, mantenendoli poi per oltre 24 ore in una cella frigorifera a - 30°C. Tolti gli spezzoni dalla cella, si sono successivamente decongelate con getto d'aria calda le loro zone terminali che dovevano essere fissate al Dodero; infine, all'ultimo momento, si è tolto il rivestimento isolante in corrispondenza al punto di rinvio della corda previsto nell'apparecchio di prova. Questo per poter mantenere il più possibile costante la bassa temperatura dello spezzone (la prova si svolgeva a temperatura ambiente). Queste operazioni hanno richiesto il tempo di 5 minuti e al loro termine la corda presentava ancora una forte rigidità a flessione.

I due spezzoni così preparati sono stati infine testati al Dodero, come previsto dalle norme, ottenendo i seguenti risultati:

sforzo massimo alla 1a caduta
- primo spezzone 844 daN
- secondo spezzone 844 daN
N° di cadute sopportate
- primo sp.: 4
- secondo sp.: -

Il test è stato completato solo per il primo spezzone, portandolo a rottura con ulteriori cadute della massa di 80 kg ma eliminando i prescritti intervalli d'attesa fra una prova e l'altra e senza procedere a nuova refrigerazione (la corda si andava ovviamente, man mano, scongelando, anche per il calore derivante dall'energia fornita alla corda dalla caduta della massa). Per il secondo spezzone, la prova è stata invece purtroppo interrotta dopo la prima caduta a causa di inconvenienti tecnici.

Esame dei risultati,
discussione e consigli
Il dato più importante che

emerge da questa prima sessione di prove (altre, per ovvie ragioni, ne seguiranno) è l'evidente, notevole decadimento di resistenza dinamica fatto registrare sia dalla corda bagnata che da quella ghiacciata. In entrambi i casi, infatti il numero di cadute sopportate al Dodero si è all'incirca dimezzato, passando dalle 8 cadute iniziali alle 3-4 cadute degli spezzoni trattati.

Un comportamento sorprendente, dunque, e preoccupante al tempo stesso. Ma perché preoccupante se, sia pur dimezzato, il margine di sicurezza rimane di 3-4 cadute?

Perché è logico pensare, anche se al momento manca ancora la controprova, che la riduzione del numero di cadute riscontrato su corda nuova possa allo stesso modo avvenire anche su corda usata o addirittura vecchia, nel qual caso il margine di sicurezza si assottiglierebbe pericolosamente. Prestazioni che per una corda asciutta potrebbero essere considerate ancora accettabili (ad esempio 3-4 ca-

dute, normali dopo un certo periodo d'uso) diventerebbero infatti non prive di rischi utilizzando una corda bagnata o ghiacciata (decadimento a sole 1-2 cadute).

Se si considera poi che su certi itinerari di ghiaccio si tende spesso ad usare una sola mezza corda piuttosto che una corda semplice, ecco allora che diventa ancor più elevato il rischio di rottura in caso di caduta.

C'è inoltre un aspetto di non proprio secondaria importanza nel comportamento delle corde bagnate o ghiacciate. La presenza di acqua o ghiaccio influisce, seppur in modo apparentemente poco vistoso, anche sulle caratteristiche di deformabilità della corda. Rispetto alla corda asciutta, infatti, la forza d'arresto alla prima caduta aumenta da 916 a ca.1000 daN nel caso della corda bagnata e scende invece da 916 a 844 daN nel caso della corda ghiacciata. Si tratta di valori che, pur rientrando nelle specifiche UIAA (ricordiamo che, per ottenere

l'omologazione, lo sforzo massimo alla prima caduta non deve superare i 1200 daN), vanno oltre il margine di errore del test e potrebbero quindi essere indicativi di una modificazione strutturale a livello molecolare dei filamenti di nylon che costituiscono la corda.

Sulla base dei risultati ottenuti, dunque, le corde bagnate sarebbero diventate più "rigide" (ossia meno deformabili, meno capaci di assorbire energia) rispetto a quelle asciutte, mentre quelle ghiacciate sarebbero paradossalmente più "deformabili".

Non bisogna dimenticare però che le prove al Doderò vengono effettuate con la corda bloccata, cioè nella peggiore delle ipotesi possibili; nell'ambito pratico, per nostra fortuna, la presenza di un freno alla sosta e gli attriti generati dalla corda sui moschettoni dei rinvii abbassano la forza di arresto a valori molto più sopportabili e riducono quindi fortemente il rischio di rottura.

Non ci si esime infine dal sottolineare che sin qui ci si è limitati, anche se in forma sintetica, a commenti di ordine tecnico in merito al comportamento delle corde bagnate e ghiacciate. Ma la curiosità dello sperimentatore, se non proprio quella dell'alpinista, più concretamente legato alle prestazioni del materiale, dovrebbe indirizzarsi anche a considerazioni di carattere scientifico, nella ricerca delle ragioni che tale comportamento hanno determinato.

Qui il discorso però si complica, nel senso che è difficile trovare lumi anche nella pur copiosa letteratura disponibile in tema di nylon e derivati. Stando a molti ricercatori, comunque, sembra assodato che l'assorbimento di acqua da parte dei filamenti di nylon influisca notevolmente sulle loro proprietà fisico-meccaniche, con effetti sulla cristallinità delle macromolecole ed indipendentemente dal grado

stesso di cristallinità. Vediamo come ciò avviene.

Il nylon, come in genere tutti i polimeri, è costituito da macromolecole in cui si alternano casualmente sia parti cristalline (ossia strutture di catena perfettamente ordinate, con una ben definita collocazione spaziale degli atomi) che parti amorfe (ossia strutture del tutto disordinate, con catene aggrovigliate). La prevalenza di una delle due componenti, quella cristallina piuttosto che quella amorfa, può essere pilotata in fase produttiva operando con opportune condizioni d'esercizio. Questo è un aspetto importante, perché maggiore è il grado di cristallinità e migliori saranno le proprietà meccaniche, in particolare resistenza a rottura, modulo elastico e punto di snervamento.

La presenza di acqua, però, stravolge il sistema. Non è ben chiaro con quali meccanismi agisca, ma una cosa è certa: l'acqua modifica la struttura cristallina e influisce anche sulla mobilità della par-

te amorfa. In che termini? Peggiorando le proprietà meccaniche dei filamenti (diminuito grado di cristallinità) e rendendoli più plastici (aumentata mobilità della parte amorfa). Ne derivano, in altre parole, filamenti meno resistenti, più facilmente deformabili e con ridotto recupero elastico.

Questa azione plastificante dell'acqua non spiegherebbe però completamente alcuni aspetti dei comportamenti osservati, in particolare il fatto che la corda bagnata si allunga meno al test Doderò (maggiore sforzo di arresto) mentre l'opposto accade per la corda ghiacciata.

Dai dati di letteratura emerge tuttavia un'informazione almeno in parte rassicurante per l'alpinista e cioè che, dopo essiccamento, le macromolecole di nylon tenderebbero a riprendere ordinamento e proprietà primitive; in altre parole: una volta asciugata, la corda dovrebbe recuperare appieno le prestazioni che aveva prima dell'ammollo!

Per chiarire dubbi e interrogativi che questa nostra prima (limitata, per forza di cose!) sperimentazione può aver generato, è evidente che un approfondimento si impone; un approfondimento da concretizzarsi quanto meno in una seconda sessione di prove che dovranno essere effettuate sia su corda nuova che usata, entrambe nella versione "dry" e normale, con verifica delle prestazioni prima e dopo essiccamento.

Quanto ai consigli per l'alpinista, essi vengono da sé. Visti i risultati dei test di laboratorio, è vivamente raccomandato l'impiego di corde in buone condizioni, in termini di usura, meglio se protette con additivi idrorepellenti, soprattutto se il terreno d'azione è prevalentemente costituito da neve o ghiaccio.

Giulio Bressan

(Sezione di Padova)

Gigi Signoretti

(Sezione di Mestre)



Sottoguda: cascata della clessidra (f. G. Bavaresco).

Nota

Gli autori ringraziano Carlo Zanantoni (Presidente della CMT) e Lorenzo Contri (membro della CIMT V.F.G.) per gli utili consigli ed i preziosi suggerimenti, il Direttore ed il personale del Laboratorio del Dipartimento di Costruzioni e Trasporti dell'Università di Padova per l'ampia disponibilità e la cortese collaborazione, ove sono state eseguite le prove illustrate.

Bibliografia

CNSA, *Tecnica di ghiaccio*, CAI 1996.

CIMT VFG, *La catena di Assicurazione*, CAI 1995.

Nylon Plastics, edited by Melvin I. Kohan, Plastics Department; E.I. du Pont de Nemours and Co., Inc.

Maurizio Fermeglia, *Invecchiamento delle corde da alpinismo*, Le Alpi Venete - primavera estate '95.