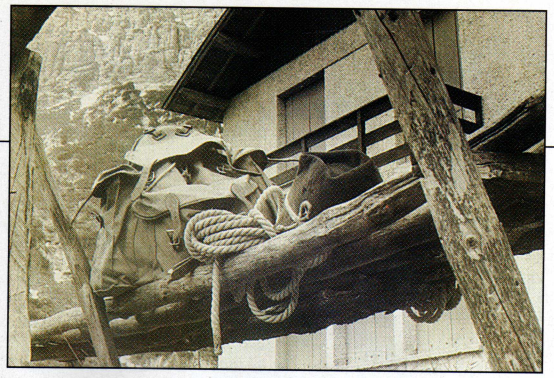


Un'immagine dal sapore antico. Le corde di canapa usate dai nostri "vecchi", anche quelle di qualità migliore, erano poco affidabili sia per la scarsa resistenza alla rottura che per la tendenza a irrigidirsi in caso di pioggia o gelo.

di Gigi Signoretti

Senza una camicia coi baffi... non ci rimane che l'anima!

La corda è un vero e proprio composito formato da due parti ben distinte: la camicia esterna (un intreccio colorato di stoppini a costruzione tubolare) e l'anima interna, a sua volta costituita da un insieme di trefoli, ciascuno dei quali è formato da un fascio di sottilissimi monofilamenti ritorti e/o intrecciati tra loro.

Come è noto, dai tempi dei pionieri e fino ai primi anni Sessanta le corde utilizzate in alpinismo erano costruite con filamenti discontinui di fibre naturali - la canapa in prevalenza - opportunamente ritorti, intrecciati ed ancora ritorti tra loro al fine di conferire la necessaria coesione ed elasticità al manufatto. Tuttavia, pur impiegando materie prime di ottima qualità (come la famosa canapa Manila) nell'intento di migliorarne le caratteristiche di morbidezza e maneggevolezza, le corde che si riusciva ad ottenere erano certamente poco affidabili sia in termini di sicurezza per l'alpinista (carico a rottura e grado di deformabilità piuttosto modesti), sia per quanto riguarda funzionalità (scarsa manovrabilità, difficoltà a sciogliere i nodi, estrema rigidità in caso di pioggia o gelo) e conservazione (formazione di muffe, ecc.).

Tanto di cappello, dunque, ai nostri "vecchi" che a corde di tal fatta avevano l'ardire di affidarsi!

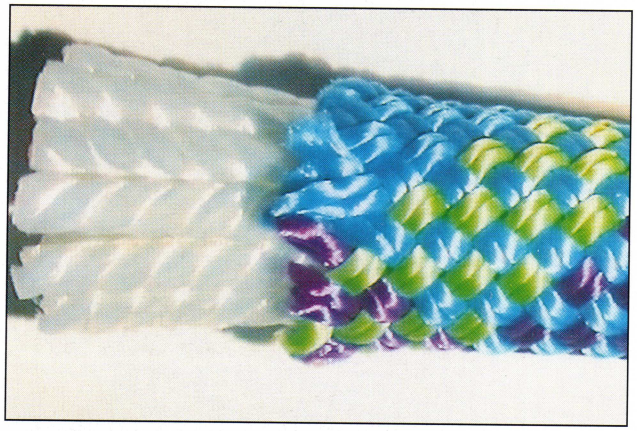
Con l'avvento delle fibre artificiali la maggior parte dei problemi citati è stata superata. Le moderne corde per alpinismo sono infatti prodotti molto più affidabili grazie alle loro migliorate caratteristiche di resistenza alla rottura, deformabilità, recupero elastico e funzionalità. Certo non si è ancora al top, nel senso che esistono ancora margini di miglioramento soprattutto per quanto concerne la resistenza su spigolo, l'usura per sfregamento e per micro-stress, l'invecchiamento alla luce. Tuttavia non ci si può lamentare.

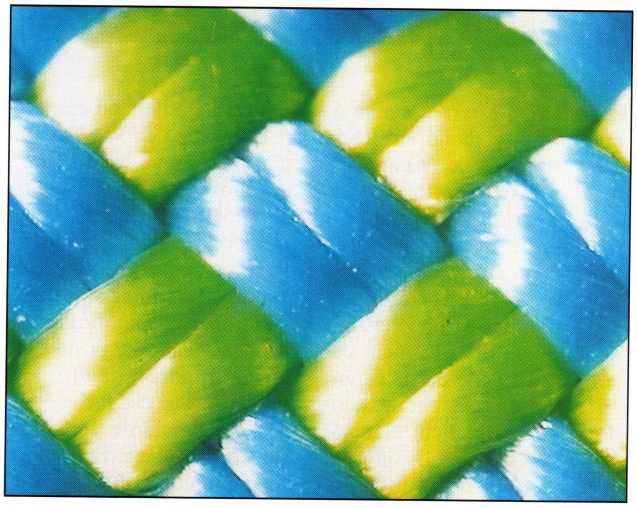
Ma come è fatta e quali sono le caratteristiche costruttive di una moderna corda per alpinismo? In linea del tutto generale essa è costituita da sottili fili continui di nylon - in prevalenza poliammide 6 (1) - aventi spessore di circa 30((ossia 30 millesimi di millimetro, vale a dire la metà di un normale capello). Una corda di diametro 11 mm ne può contenere fino a 60-70 mila.

La sua geometria costruttiva è completamente diversa da quella delle tradizionali corde di canapa. Qui ci troviamo di fronte ad un vero e proprio composito, costituito da due parti ben distinte: un agglomerato interno, generalmente chiamato anima, ed un involucro esterno detto camicia (o calza, guaina, mantello).

L'anima è costituita da un insieme di trefoli (ossia un fascio più o meno grosso di fili ritorti e/o intrecciati tra loro) il cui numero varia da produttore a produttore: Roca e Rivory Joanny sono forse gli unici ad usare tre soli grossi trefoli, mentre le altre ditte (da Beal a Edelrid, da Mammut a Edelweiss, tanto per citarne solo alcune) ne impiegano di più sottili in numero variabile da 8 a 15 a seconda del diametro nominale della corda.

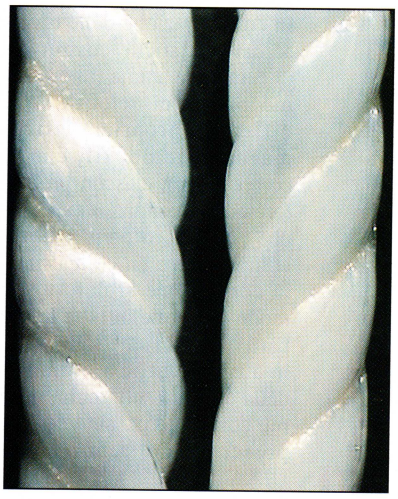
La camicia è invece un tessuto a costruzione tubolare ottenuto per intreccio del tipo trama-ordito di un insieme di fili (gli stoppini) blandamente torsionati tra loro. Come si vede nella foto, l'intreccio è all'incirca a 90° (in qualche caso a 120°) ed è disposto con un angolo di 45° rispetto all'asse longitudinale della corda; il numero totale di stoppini varia da 32 a 48 e la lavo-





SOPRA: ***Particolare dell'intreccio di stoppini (in genere se ne impiegano 48) che formano la camicia della corda. Sono appena distinguibili i filamenti che li costituiscono.***

A DESTRA: ***Particolare di un paio di trefoli che, in numero variabile da 8 a 15 a seconda del diametro della corda, formano l'anima. L'immagine mette in evidenza la costruzione tipica dei trefoli, con le loro caratteristiche torsioni a "S" (a sinistra) ed a "Z" (a destra). Poiché torsioni di un solo tipo (solo "S" o solo "Z") tenderebbero ad attorcigliare la corda nel senso della torsione, l'anima è composta da un numero in genere uguale di trefoli a "S" e di trefoli a "Z", così da farle assumere un assetto neutro e scongiurare la fastidiosa tendenza all'attorcigliamento.***



razione può essere eseguita a maglie più o meno strette a seconda del grado di compattezza e/o di rigidità che si vuol conferire al manufatto.
C'è inoltre da rilevare che, pur avendo all'incirca lo stesso spessore, i fili che costituiscono l'anima si differenziano da quelli della camicia sia per l'aspetto che per le caratteristiche meccaniche, essendo in genere bianchi e abbastanza elastici quelli interni, colorati e un po' più rigidi quelli esterni.
In considerazione delle diverse caratteristiche costruttive di camicia e anima (intesa come insieme di trefoli) e delle differenti proprietà fisico-meccaniche dei fili che le compongono, ciascun produttore adotta condizioni specifiche per la loro preparazione, sì da ottenere un composito - la corda - che si deformi in modo uniforme in tutte le sue parti quando viene sollecitato, in maniera che lo scorrimento della camicia sull'anima sia il più contenuto possibile, come prescritto dalla normativa UIAA (2).

Ma passiamo ora ad esaminare quello che è forse l'aspetto più interessante, vale a dire il comportamento del nostro composito - la corda - e, in particolare, quello delle sue varie componenti - camicia e anima - in termini di resistenza statica e dinamica, ossia quando viene sottoposto a trazione oppure quando deve trattenere una caduta.
Tra gli alpinisti e comunque tra coloro che utilizzano le moderne corde d'arrampicata è ancor oggi piuttosto radicata l'opinione secondo cui l'anima interna della corda sarebbe deputata ad assorbire quasi esclusivamente l'energia di caduta mentre la camicia esterna sarebbe chiamata a svolgere una mera funzione protettiva e di contenimento, contribuendo solo in minima parte all'assorbimento di energia.
Niente di più falso! Entrambi i componenti - camicia e anima - contribuiscono all'assorbimento di energia ciascuno a loro modo, ossia deformandosi con modalità diverse per effetto delle loro differenti caratteristiche costruttive, ma opponendosi alla rottura con un contributo che - in prima approssimazione - è proporzionale al numero di filamenti di cui essi sono costituiti (3).
Tanto maggiore è il numero di filamenti che forma la camicia, tanto più elevato sarà il contributo dato dalla camicia stessa in termini di resistenza alla rottura quando la corda viene sottoposta a trazione.
Piuttosto che di numero di filamenti, sarà senz'altro più pratico e immediato per il lettore parlare di peso della camicia o di peso dell'anima, pesi che ovviamente dipendono dal numero di filamenti di cui camicia e anima sono costituite. Ecco allora che, se il peso della camicia è all'incirca 1/3 del peso globale della corda, il contributo di resistenza alla trazione della sola camicia dovrà essere 1/3 di quello della corda stessa.
Questa affermazione non va considerata come un assunto puramente teorico. La conferma della sua validità viene da riscontri oggettivi derivanti da una serie di test (4) eseguiti su una corda di diametro 10.5 mm abbastanza diffusa in commercio.
Nella prima serie di test è stato determinato il carico a rottura a trazione lenta (la cosiddetta resistenza statica o nominale) della corda integra; quindi, separatamente, quello della sola camicia e della sola anima. I risultati ottenuti sono riportati in tab. 1, nella quale viene posto a confronto il peso dei vari componenti in esame (espresso in grammi/metro e relativa percentuale rispetto al globale) con il loro carico a rottura statico (espresso in decaNewton con relativa percentuale).
Dal loro esame emerge chiaramente l'ottima corrispondenza tra la grammatura delle due componenti - camicia e anima - ed il contributo che ciascuna di esse d‡ alla resistenza a rottura. In altre parole: la camicia, che costituisce il 30% in peso della corda, Ë in grado di assorbire il 30% del carico a rottura globale della corda stessa!
Ma i risultati più interessanti, e forse più sorprendenti, deri-

vano dalle prestazioni delle varie componenti in termini di resistenza dinamica (intesa come capacità di assorbire energia), vale a dire al test di caduta all'apparecchio Dodero secondo la normativa UIAA (vedi nota esplicativa in calce). Qui è emerso ancor più chiaramente quanto sia determinante il contributo della camicia ai fini delle prestazioni globali della corda. È stato infatti eseguito il test Dodero standard su uno spezzone di corda normale e, per confronto, su un analogo spezzone cui era stata tagliata la camicia in posizione all'incirca centrale (si è preferito non sfilare la camicia dall'anima affinché, lo spezzone mantenesse l'uniformità dimensionale della corda integra).

Tab. 1
Correlazione tra carico a rottura nominale e peso unitario dei vari componenti della corda

Campione	**Peso unitario**		**Carico a Rottura nominale**		
	g/m	%	daN		%
Corda	70.0	100.0	1902		100.0
Anima (14 trefoli)	49.2	70.3	1337	1897	70.5
Camicia esterna	20.8	29.7	560		29.5

Tab. 2
Prestazioni al test Dodero Standard di una corda integra rispetto a una corda con camicia tagliata

Campione	**Test Dodero Standard**	
	Forza d'arresto daN	**Cadute sopportate N°**
Corda integra	910	8-9
Corda con camicia tagliata	870	1

I risultati ottenuti sono riportati in tab. 2. Dal loro esame appare evidente come, a fronte di una riduzione peraltro modesta della forza d'arresto (senza il contributo della camicia la corda diventa più deformabile e quindi in grado di assorbire la stessa energia a carichi più bassi), la resistenza dinamica crolli vertiginosamente passando dalle 8-9 cadute sopportate dalla corda integra ad una sola caduta sopportata dalla corda con camicia tagliata! Si decade, cioè, alle prestazioni di una mezza corda o di una corda gemellare (qualora fossero testate singolarmente con massa di 80 kg), la cui grammatura - guarda caso - è all'incirca corrispondente a quella della sola anima della corda esaminata.

Altro che ininfluente ai fini della tenuta globale, quindi! Dai risultati ottenuti sul campo emerge chiaramente quanto invece sia importante il ruolo svolto dalla camicia nell'economia globale della corda, un comportamento così eclatante che deve indurci a qualche riflessione.

Stupisce, in particolare, la non proporzionalità tra resistenza statica e dinamica. Al riguardo, si ipotizza che l'eccessiva deformazione della sola anima alla prima caduta (si stima che sia superiore di una volta e mezza rispetto a quella della corda integra) possa provocare lo snervamento o l'irrigidimento del sistema, con una conseguente minore capacità di assorbire energia nelle successive cadute.

Passando a risvolti di ordine pratico, si sottolinea come sia ben difficile che un alpinista utilizzi una corda con la camicia tagliata e quindi possa esporsi a rischi evidenti come quelli che sono emersi dai risultati dei nostri test, nel qual caso le nostre sperimentazioni avrebbero importanza puramente accademica. Ma non è

Ecco come si presenta la camicia di una corda che ha subìto un'abrasione superficiale in seguito allo sfregamento sulla roccia (in alto). L'aspetto è ben diverso rispetto alla corda nuova! Il particolare (qui sopra) mette in evidenza la rottura di un certo numero dei monofilamenti disposti all'esterno.

La situazione cambia di poco nel caso di volo con scorrimento della corda in un freno (mezzo barcaiolo, otto, freno Sticht, ecc.) e/o sul moschettone di rinvio. Qui ci troviamo di fronte a fusione dei monofilamenti, che determina la perdita totale delle loro proprietà tensili.

così, perché, oltre a stimolare eventuali approfondimenti, tali risultati ci insegnano pur sempre qualcosa.

Ci insegnano, ad esempio, che indebolire la camicia - vuoi per abrasioni superficiali (dovute allo sfregamento della corda sulla roccia, all'uso di discensori, all'impiego della corda in moulinette, agli eventuali voli, ecc.), per micro-stress da polvere o sporcizia, oppure per effetto della componente UV della luce solare (degradazione fotochimica) - significa compromettere seriamente le prestazioni dinamiche della corda e quindi abbassarne le garanzie di tenuta in caso di caduta in condizioni estreme.

Dobbiamo renderci conto che le abrasioni superficiali della camicia, facilmente rilevabili anche ad occhio nudo, non sono altro che rotture di parte dei filamenti; non sarà un taglio completo, come nel caso dei nostri test, ma un taglio parziale - e quindi un danno non trascurabile - certamente sì: vedere al microscopio per credere!

È pertanto inevitabile che, in presenza di abrasioni della camicia, la resistenza dinamica della corda possa risultare pericolosamente compromessa. Di quanto? Non ai livelli dei nostri test, certo, ma comunque in modo valutabile - sia pur approssimativamente - sulla base del numero globale di filamenti abrasi, ossia rotti.

La raccomandazione che ne deriva è quindi di dare il giusto peso allo stato di salute della nostra corda, controllandola regolarmente (specie se utilizzata in arrampicata sportiva) e sostituendola con una nuova quando le condizioni della camicia comincino a dar segno di notevole, apprezzabile usura.

Infine un ultimo consiglio: evitare accuratamente di usare la stessa corda sia per l'arrampicata sportiva che per la pratica alpinistica in montagna. Potrebbe rivelarsi un cocktail micidiale! Sì, perché, i danni arrecati alla corda in seguito all'impiego in moulinette o ai voletti tipici dell'arrampicata sportiva, quasi sempre sopportabili in falesia, possono invece risultare fatali al primo volo serio in montagna.

Gigi Signoretti
Sezione di Mestre
Commissione Centrale
Materiali e Tecniche

Ringraziamenti
L'autore ringrazia i colleghi della Commissione Materiali e Tecniche - in particolare Giuliano Bressan, Lorenzo Contri e Carlo Zanantoni - per i preziosi consigli e gli utili suggerimenti forniti per la stesura del presente articolo.

NOTE

(1)
La poliammide 6 (o nylon 6) è un prodotto sintetico che si ottiene per polimerizzazione del caprolattame, un'ammide ciclica a 6 atomi di carbonio. Come altre poliammidi (quali il nylon 6.6, ottenuto da acido adipico e esametilendiammina, entrambi a 6 atomi di carbonio, donde 6.6 appunto), il nylon 6 è caratterizzato da notevoli proprietà di resistenza alla trazione abbinate ad una elevata elasticità per cui ha trovato larghissimo impiego nel settore tessile. La fibra che se ne ricava ha il nome commerciale di Perlon.

(2)
Le specifiche UIAA stabiliscono che lo scorrimento della camicia sull'anima non sia superiore al 2% (40 mm di scorrimento massimo a conclusione di un test eseguito su uno spezzone di corda lungo 2 m fatto passare per 5 volte in un apposito macchinario).

(3)
In realtà, per ragioni che qui sarebbe troppo complesso esporre, la distribuzione dei carichi tra i vari componenti potrebbe anche non procedere con un meccanismo così matematico.

(4)
I test citati nel presente articolo sono stati eseguiti presso il Laboratorio del Dipartimento di Costruzioni e Trasporti dell'Università di Padova, al cui Direttore vanno i nostri ringraziamenti per l'ampia disponibilità e preziosa collaborazione.