



CLUB ALPINO ITALIANO
COMMISSIONE MATERIALI E TECNICHE

CARLO ZANANTONI

Appunti di storia e tecnica dell'attrezzatura alpinistica



Cordini e fettucce

Prove di rottura



RAMELLA BIELLA
1983

Appunti di storia e tecnica dell'attrezzatura alpinistica

Proposta per un annesso alle Norme UIAA

Carlo Zanantoni

Contenuto

1. Premessa.
2. Cenni all'evoluzione dell'equipaggiamento e delle tecniche.
3. Le principali tappe nello studio dei materiali e delle tecniche di assicurazione.
4. Osservazioni generali sulle Norme UIAA.
5. Corde.
 - 5.1. Nozioni generali.
 - 5.2. La forza di arresto.
 - 5.3. L'allungamento statico e il suo valor massimo.
 - 5.4. La prova all'apparecchio Doderò.
 - 5.4.1. L'apparecchiatura.
 - 5.4.2. Le condizioni di prova.
 - 5.4.3. Il minimo numero di cadute.
 - 5.4.4. Il massimo valore della forza di arresto.
 - 5.5. L'annodabilità.
 - 5.6. Lo scorrimento della guaina sull'anima.
6. Nozioni di assicurazione dinamica.
7. Moschettoni.
 - 7.1. La nomenclatura.
 - 7.2. I criteri ispiratori delle Norme.
 - 7.3. Cenni alle resistenze richieste.
 - 7.4. Il moschettonone da mezzo barcaio.
8. Piccozze.
 - 8.1. Considerazioni preliminari.
 - 8.2. La resistenza della piccozza immersa o infissa nella neve.
 - 8.3. La resistenza alla trazione sul becco.
 - 8.4. La rottura del becco o della testa a percussione.
9. Imbragature.
 - 9.1. La forma.
 - 9.2. Le prove di sospensione.
 - 9.3. La resistenza.
10. Caschi.
 - 10.1. Premessa.
 - 10.2. Il manichino.
 - 10.3. Le prove a urto.
 - 10.4. La resistenza ai raggi ultravioletti e all'invecchiamento.
11. Studi in corso.
 - 11.1. Osservazioni preliminari.
 - 11.2. Cordini e fettucce.
 - 11.3. Chiodi e bicunei.
 - 11.4. Corde: l'azione degli spigoli e l'invecchiamento.
 - 11.5. Piccozze.
 - 11.6. Tessuti, suole.
12. Ringraziamenti.
13. Errata corrige (edizione italiana Norme UIAA).
14. Riferimenti bibliografici.

1. PREMESSA

Queste note sono state concepite con un duplice scopo:

— Dare un piccolo contributo a un aspetto minore della storia dell'alpinismo, ma soprattutto stimolare i lettori a farlo, attraverso precisazioni e notizie che

spero molti di loro vorranno inviarmi (avrò cura che le notizie più interessanti vengano pubblicate).

— Fornire elementi per la pubblicazione, da parte della UIAA, di un annesso tecnico alle Norme.

Dal 1950 lo sviluppo dei materiali per alpinismo è strettamente legato alle attività della Commission de Sécurité della UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme).

Da alcuni anni rappresento il CAI in seno a questa Commissione ed ho recentemente curato l'edizione italiana delle Norme (disponibile su richiesta). Ho potuto rendermi conto che il processo con cui si giunge a definire gli aspetti tecnici delle Norme è spesso rapidamente dimenticato. A tutt'oggi, per esempio, non sono riuscito ad appurare come si è giunti a fissare il carico minimo di rottura dei moschettoni; esso, come poi dirò, pare ragionevole, ciò non toglie che sarebbe desiderabile non doversi affidare a congetture per giustificare la scelta fatta.

Questo non deve essere preso come una critica all'operato della UIAA, benemerita associazione i cui membri lavorano su basi del tutto volontaristiche e non sono in generale esperti degli aspetti specialistici della normalizzazione: pare infatti che l'oblio delle origini sia caratteristico di buona parte delle norme esistenti oggi nei più svariati campi. Ciò non toglie che la UIAA possa cercare di dare il buon esempio.

2. CENNI ALL'EVOLUZIONE DELL'EQUIPAGGIAMENTO E DELLE TECNICHE

Mi limito ad accennare ad alcune tappe significative, senza pretese di completezza.

Una storia dello sviluppo dell'equipaggiamento alpinistico meriterebbe di essere scritta, ma sarebbe lavoro di grande mole (un interessante contributo a questa storia, dai calzari «clavati» dei soldati romani ai tempi nostri, è dato da rif. 1).

1900 - La pedula - Questo componente fondamentale dell'equipaggiamento, che torna oggi a svolgere un ruolo di primo piano nelle tecniche di arrampicata, viene correntemente usato nei primi anni del '900.

La tomaia è in pelle o in tela, la suola generalmente in feltro pressato (manchon).

Le pedule erano state usate per la prima volta da Grohmann, nel 1869, nell'ascensione ai Tre Scarperi. Egli dichiarò di essersi ispirato agli «scarpet» usati dai montanari cadorini, sopravvissuti sino ai tempi nostri: si tratta di calzature la cui suola è costituita da numerosi strati di stoffa o tela, fittamente trapuntati.

1900 - I ramponi - Oskar Eckenstein va a Courmayeur per farsi costruire da Grivel i primi ramponi a 10 punte. Fino ad anni recenti il suo nome resterà legato ai ramponi più prestigiosi e al loro uso.

1909 - Il chiodo - Il tedesco Hans Fiechtl inventa il chiodo in acciaio dolce forgiato. Il chiodo ad anello esisteva forse già da prima; esso è comunque citato nell'edizione 1911 del manuale di Zsigmondy (rif. 2). Dallo stesso manuale si può verificare (fig. 1) che esisteva il concetto di autoassicurazione ma che ancora non si era trovato il modo di evitare di passare direttamente la corda nell'anello del chiodo. È interessante notare che nella edizione del 1908 queste tecniche non sono citate e la figura non esiste.

Il chiodo forgiato con occhiello è usato nello stesso periodo anche da altri (per es. Angelo Dibona, Croz dell'Altissimo, 1910).

Un chiodo assai prossimo a questo, ricavato da un pezzo di tondino di acciaio, la cui estremità era stata martellata a caldo a formare una specie di coda, poi arricciata e saldata alla sua estremità contro il corpo cilindrico del chiodo a formare un anello chiuso, fu usato da Pooli per assicurazione sulla famosa parete Pooli-Trenti del Campanile Basso (1904). Ho avuto la ventura di ammirare questo cimelio, sfuggito a Bruno Detassis che lo aveva rimosso in parete e ritrovato da Giovanni Rossi.

1910 - La tecnica di discesa a corda doppia - È già conosciuta da parecchi anni (Grohmann ne fa cenno a proposito della discesa dal Sorapiss, 1864), per quanto non nella forma attuale, come dimostra fig. 2, ancora estratta dal manuale di Zsigmondy del 1911 (rif. 2); ancora una volta il confronto con l'edizione 1908, che non riporta questa figura, consente di datare con buona approssimazione la nascita di questa tecnica.

Anche la tecnica di discesa alla Duelfer, ancora oggi usata da alcuni, fu messa a punto in quegli anni, in ogni caso prima della guerra 1914-18, in cui Duelfer trovò la morte. Consiste nel far passare una corda sotto ognuna delle cosce; le corde si incrociano quindi sul petto e restano in posizione sulle spalle perché l'alpinista tiene le corde che lo sostengono con ambo le mani.

1912 - Il moschettonone - Hans Duelfer usa per la prima volta il moschettonone sulla parete est della Fleischbank (Kaisergerbirge). L'anno seguente Hans Fiechtl e Otto Herzog usano i moschettoni sulla parete sud della Schuesselkarspitze (Wetterstein).

1920 - Assicurazione a spalla - Non so di quanti anni segua l'introduzione del moschettonone. Sta di fatto che nel manuale «Alpinismo», pubblicato nel 1919 dalla Sezione Universitaria del CAI (rif. 1) si parla di ancoraggio e di manovre di sicurezza, ma non si parla di assicurazione a spalla. Anche la Bibbia dell'alpinista di allora (così pare venisse considerato il manuale «Mountain Craft» di J. W. Young, rif. 3) nella edizione del 1920 descrive tecniche di assicurazione ancora primitive: consiglia al secondo in cordata di ancorare la corda a un punto fisso (spuntone o chiodo), passando però la corda in qualche modo attorno a parti del proprio corpo (braccia, spalle) in modo da ridurre lo strappo sull'ancoraggio.

Come si vede, ci si sta avviando verso una assicurazione «a spalla» o «ai fianchi»; con lentezza, però, se debbo dedurlo dalla descrizione dell'incidente occorso a Giuseppe Bianchi e Pino Prati durante quello che si pensava (per carenze di informazione, essendo la salita stata compiuta da Buratti nel 1924) fosse il primo tentativo di ripetizione della via Preuss al Campanile Basso, nel 1927 (rif. 4): Prati non si era autoassicurato ed aveva avvolto la corda attorno al suo braccio.

1924 - Il chiodo da ghiaccio - Viene usato nella prima ascensione della parete N del Wiesbachhorn (F. Riegele, W. Welzenbach) e l'anno successivo nella prima ascensione della parete N della Dent D'Hérens (E. Allwein, W. Welzenbach).

1929 - I fratelli Laurent e Aimé Grivel lasciano sbalordita una cordata francese, superandola a gran velocità sulla parete Nord della Aiguille d'Argentière: calzano i primi ramponi a 12 punte.

1931 - Karl Prusik, musicista e alpinista austriaco, introduce nell'alpinismo il famoso nodo, che veniva usato per tendere le corde di violino.



Abb. 40. Selbstsicherung durch Mauerringhalten für den Sichernden; dabei gleichzeitig Sicherung des Vorangehenden mit durch den Ringhalten laufenden Nebenseil.

Fig. 1. - Il chiodo e l'assicurazione (da rif. 2).

1932 - L'arrampicata «artificiale» - Comici diffonde la tecnica «a forbice» con due corde e l'uso delle staffe.

1935 - Scarponi a suola di gomma - Nell'agosto del 1935 un gruppo di alpinisti milanesi, fra cui Vitale Bramani, dopo aver lasciato gli scarponi alla base e calzato le pedule, compie l'ascensione alla Rasica per la cresta sud. Colti dal maltempo, gli alpinisti sono costretti a passare la notte nella crepaccia terminale, senza poter raggiungere l'attacco e riparare quindi almeno i piedi negli scarponi. Al mattino sei di essi sono morti. Sopravvivono Vitale Bramani, Bozzoli Parasacchi, Piero Ghiglione, Nini Pietrasanta, Eugenio Fasana e altri.

È questa esperienza che suggerisce a Bramani di studiare suole di gomma che possano consentire di arrampicare con gli scarponi. Le prime suole VIBRAM, che da lui prendono il nome, vengono fabbricate dalla Pirelli. Già nel 1936 vengono usate da Gervasutti.

1941 - Chiodo a pressione - Nino Oppio lo usa per la prima volta sulla parete Sud del Corno di Salerno (Gruppo dell'Adamello).

1945 - Corde di nylon - Giungono in Europa dagli USA le prime corde, sviluppate durante la guerra dall'esercito americano per equipaggiare truppe speciali e per il traino di alianti. Esse sono ancora del tipo ritorto.

Risale a quei tempi la discussione sull'uso del Nylon a forte allungamento per ridurre la tensione in caso di strappo. Si decide di mantenere l'allungamento entro limiti ristretti per evitare inconvenienti di manovra.

Passo ora a discutere lo sviluppo degli studi sulla resistenza dei materiali alpinistici, premettendo anche qui qualche cenno storico, soprattutto a proposito delle attività UIAA, a cui tali studi sono strettamente connessi.

3. LE PRINCIPALI TAPPE NELLO STUDIO DEI MATERIALI E DELLE TECNICHE DI ASSICURAZIONE

Le notizie in mio possesso relative al periodo precedente il 1950 sono molto scarse, e spero di riceverne dai lettori.

1931 - Sull'Alpine Journal del novembre 1931 e del maggio 1932 vengono pubblicati i risultati di studi sulle caratteristiche delle corde da montagna, la cui origine risale alla creazione di una apposita commissione da parte dell'Alpine Club nel 1863 (da rif. 6 e 10).

1932 - Studi sulle corde (di canapa) condotti in Francia da Pierre Henry, a seguito della morte di un suo amico dovuta alla rottura della corda.

1934 - Studi sulla resistenza delle piccozze, ancora condotti da Pierre Henry.

1944 - Il British Mountaineering Council (BMC) incarica il sig. R. P. Mears di studiare i requisiti da richiedersi per le corde da montagna (da rif. 10).

1945 - Primi studi sulla resistenza a carico dinamico delle corde, condotti dal Prof. Dodero dell'Università di Grenoble. La massa cadente era inizialmente un pneumatico zavorrato, per simulare la deformabilità del corpo umano. Ci si accorse però rapidamente che l'uso di tale massa accresceva la dispersione dei risultati e dava solo una illusione di aderenza alla realtà. Si decise quindi di passare ad una massa rigida, per generare una caduta «limite» più chiaramente definita.

1946 - Il bollettino dello Sierra Club californiano pubblica (rif. 6) i risultati delle prime prove di assicurazione dinamica. La resistenza d'attrito durante lo scorrimento controllato della corda veniva fornita dai guai e dai guanti. Nello stesso articolo viene citata una «eccellente trattazione matematica» dell'assicurazione «a bacino», che risale al 1930 (rif. 5).

1947 - Prima corda francese (Joanny) in nylon (con anima e guaina intrecciata).

1948 - 13 novembre - Viene creata in seno alla Fédération Française de la Montagne la Commission des Cordes (presidente il prof. Dodero).

1950 - Luglio - Primo apparecchio Dodero (semplificato rispetto all'attuale) per la prova dinamica delle corde.

1950 - Arnold Wexler pubblica sull'American Alpine Journal il suo fondamentale lavoro sulla trattazione matematica dell'assicurazione sia statica che dinamica (rif. 7).

1951 - 15 maggio - Primo «marchio di qualità» FFM per le corde (rif. 8).

1951 - 14 luglio - A Bled (Yugoslavia), durante la riunione annuale della UIAA (che era stata fondata a Chamonix il 27 agosto 1932) il delegato jugoslavo Prof. France Avčin propone la fondazione di una Commission des Cordes. La proposta viene accettata e il prof. M. Dodero viene nominato presidente.

In questo periodo inizia negli ambienti alpinistici italiani l'interesse per gli aspetti tecnici della resistenza dei materiali e dell'assicurazione dinamica, come mostrano gli articoli apparsi sulla Rivista Mensile del CAI (rif. 9, 10, 11).

1953 - Torino, 10 ottobre. Prima riunione della «Commission des Cordes», che aveva fino ad allora lavorato per corrispondenza.

1959 - F. Avčin, sempre all'avanguardia in Europa, introduce in un importante articolo sulla rivista svizzera «Les Alpes» i principi della resistenza delle corde e dell'assicurazione dinamica (rif. 12).

1959 - Vienna - La «Commission des Cordes», ora presieduta da Pierre Henry, approva il progetto definitivo del-



Abb. 4. Abseilen: Einseilsteig.



Abb. 48. Abseilen: Zweiseilsteig.

Fig. 2. - La tecnica di discesa a corda doppia (da rif. 2).

l'apparecchio per la prova delle corde, presentato dal prof. Dodero. Il prof. Dodero morirà poco dopo e l'apparecchio prenderà il suo nome.

Inizia presso il centro trasporti aerei dell'esercito francese a Tolosa e presso le Technische Hochschule di Francoforte e Vienna la costruzione degli apparecchi Dodero.

1961 - Iniziano in seno alla UIAA i lavori per definire le norme per le corde, sulla base del «Label» FFM.

1962 - La «Commission des cordes» diventa «Commission du Matériel de Sécurité». Iniziano presso il National Engineering Laboratory di Glasgow gli studi di L. J. Griffin sulla resistenza dei moschettoni (rif. 13).

1964 - Entra in funzione il Dodero a Tolosa.

1964 - 2 settembre - Il Marchio UIAA viene depositato in Svizzera.

1965 - 12 maggio - Il Marchio UIAA viene registrato internazionalmente.

1965 - Le norme per le corde, già pronte da alcuni anni, entrano ufficialmente in vigore (rif. 14).

1966 - F. Avčin mette per primo in luce le gravi manchevolezze delle norme UIAA per quanto riguarda le mezzecorde (rif. 15).

1969 - Dopo circa 8 anni di gestazione, vengono pubblicate le Norme sui moschettoni (Bollettino Ufficiale UIAA n° 35, che contiene anche le Norme sulle corde, rif. 16).

1969 - Si crea la «Commission UIAA des méthodes d'assurance», presieduta da Jean Juge.

Il problema dell'assicurazione dinamica è già attivamente dibattuto (rif. 17, 18). Dietrich Hasse merita ammirazione per avere spinto il suo impegno fino a provare di persona, con la conseguenza di gravi lesioni, l'uso del tipo più «statico» di assicurazione (quello a croce) in condizioni estreme.

Il tedesco Fritz Sticht e lo svizzero Werner Munter pongono due «freni». In Italia si sta studiando, soprattutto ad opera di Giorgio Bertone, Mario Bisaccia, Franco Garda e Pietro Gilardoni, il freno costituito dal mezzo nodo del barcaiolo. Questo freno era stato «inventato» per caso da Pietro Gilardoni, che nel corso di una esercitazione aveva fatto un nodo del barcaiolo in modo errato.

1974 - In una «storica» riunione ad Andermatt si confrontano i metodi classici di assicurazione (a spalla, a croce) con l'assicurazione dinamica.

Pit Schubert dà prova di coraggio eseguendo (ne porta ancora i segni) l'ultima prova di tenuta a spalla nella storia della UIAA.

Il mezzo barcaiolo verrà accettato come metodo riconosciuto dalla UIAA (sarà chiamato nodo UIAA). Ci sono però grosse obiezioni, soprattutto da parte inglese e americana.

Più o meno contemporaneamente vengono studiati sistemi automatici di assicurazione dinamica, che non richiedono l'intervento cosciente dell'operatore: l'autobreaker di Chouinard e il dissipatore di Bafile (rif. 23).

1975 - Fusione delle due Commissioni nella «Commission de Sécurité».

1977 - Le norme sulle piccozze, studiate da alcuni anni dai Club Alpini austriaci (Ernst Kosmath) e tedesco (Pit Schubert), vengono approvate dopo una serie di prove effettuate a cura del CAI sui ghiacciai della Marmolada, da parte della Scuola Alpina Guardia di Finanza (1976).

1979 - Una fruttuosa riunione della Commissione ha luogo a Venezia. Fra l'altro:

– si decide di introdurre norme separate per le mezzecorde. Il lavoro in questo senso, iniziato da Avčin e proseguito dal sottoscritto, giunge a compimento grazie al sostegno economico della UIAA, che finanzia prove su mezzecorde presso i laboratori di Tolosa e Vienna.

– Nella palestra di Teolo viene data dimostrazione di tenuta di voli perfettamente liberi e verticali di lunghezza fino a 30 m con il freno «mezzo barcaiolo».

– Si riduce il carico minimo di rottura a leva aperta dei moschettoni, per consentire la fabbricazione di «moschettoni UIAA» più leggeri.

1980 - Vengono approvate le norme sulle imbragature.

1980 - Vengono approvate le norme sui caschi.

1981 - Si elimina la prova a leva aperta per i moschettoni a vite o ghiera, per consentire, come vedremo, la progettazione di un «moschettoni da mezzo barcaiolo».

Desidero, a conclusione di queste note, citare il notevole contributo dato da parecchi anni allo sviluppo dei materiali per l'alpinismo da Pit Schubert. Chi conoscesse il tedesco può richiedere al DAV (Deutscher Alpenverein) il volume, di circa 300 pagine, citato in rif. 24.

4. OSSERVAZIONI GENERALI SULLE NORME UIAA

Nel seguito di questo articolo commenterò solo alcuni punti delle Norme.

Le considerazioni che farò saranno concepite in modo da potere essere lette senza che il ricorso al testo delle Norme sia essenziale. Chi volesse avere maggiori dettagli può richiedere alla Sede Centrale del CAI copia del fascicolo di cui alla fig. 3.

Ai futuri lettori del volumetto sono indirizzate le seguenti osservazioni:

– Le Norme riguardano solo la resistenza, non la funzionalità dell'attrezzatura alpinistica. Ovvie ragioni di semplicità e chiarezza hanno spinto la UIAA a questa scelta.

– Il lettore un po' attento noterà una notevole disuniformità fra gli stili di redazione delle varie Norme (corde, moschettoni ecc.). Questo è dovuto alla diversa origine (francese per le corde, inglese per i moschettoni ecc.) e alla diversa data in cui esse sono state concepite. Si è riconosciuta la necessità di procedere ad una uniformizzazione dello stile di redazione, riportando in una parte generale le prescrizioni comuni ai diversi capitoli.

– Alcune prove vengono fatte dopo condizionamento del campione a bassa temperatura, come appare da tab. 1. Questo perché la temperatura può influenzare la resistenza (la cosa non è ben provata per i tessuti; la prova a bassa temperatura era inizialmente prescritta per gli imbraghi, a differenza di quanto avviene per le corde, perché essi possono contenere parti di metallo o di plastica. Nel 1981 si è deciso di abolirla per difficoltà di esecuzione).

Tab. 1 - Condizionamento dei campioni - Durata del «Label».

	TEMPERATURA (°C)	UMIDITÀ RELATIVA (%)	DURATA DEL LABEL (anni)
Corde	20	65	2
Moschettoni	- 30	—	1
Piccozze	- 35	—	2
Imbragature	20	65	2
	(- 20)		
Caschi	35	65	2
	(- 20)		

Nota. La temperatura è - 35 °C per le parti in metallo soggette ad urto (il - 30 °C per i moschettoni ha ragioni storiche), - 20 °C per le parti in plastica, come i caschi e le fibbie delle imbragature. Queste prescrizioni saranno probabilmente oggetto di revisione critica.

— La durata della concessione del Marchio UIAA (più spesso chiamato ormai, all'inglese, Label UIAA) è, come appare da tab. 1, uguale a 2 anni, salvo che per i moschettoni.

Per questi ultimi essa è di 1 anno, per tenere conto della maggior difficoltà (per il fabbricante) di controllare la produzione (i punti critici sono la resistenza del perno del «dito» e la correttezza della ricottura, necessaria per eliminare le tensioni interne derivanti dalla formazione a freddo del moschettoni).

5. LE CORDE

5.1. Nozioni generali

È naturale che la corda sia stato il primo elemento della cosiddetta «catena di assicurazione» (corda - moschettoni - cordino - chiodo) ad essere studiato. Era, fino a meno di vent'anni fa, l'elemento di cui era più difficile predire la resistenza; ma soprattutto è quello che, con le sue caratteristiche di deformabilità, concorre a determinare gli sforzi che si verificano, in occasione di una caduta, anche negli altri elementi della «catena». Per questo motivo non avrebbe avuto senso parlare di norme per gli altri elementi senza avere definito lo sforzo massimo che può essere «generato» da una corda UIAA.

Per comprendere questi discorsi è necessario avere una idea di come si calcola lo sforzo massimo che si verifica in occasione di una caduta. Cercherò di ridurre al minimo il ricorso a formule e grafici. Chi si sentisse incuriosito può procurarsi (o richiedermi) copia di rif. 19.

Diciamo subito che la tensione massima nella corda (e quindi anche la massima forza esercitata sul corpo di chi cade) si verifica quando, a parità di altre cose:

- la caduta è perfettamente verticale;
- la corda è ancorata a un punto fisso.

Questo si può dimostrare rigorosamente, ma è così ovvio che non vale la pena di spenderci altre parole. È invece importante notare che a questo tipo di caduta si è fatto ricorso per semplificare le prove UIAA. Tale scelta ha il difetto di riferirsi a un caso teorico (in pratica un po' di scorrimento della corda c'è sempre, anche se non si vuole fare assicurazione dinamica, salvo il caso in cui la corda sia bloccata da un involontario nodo o da incastramento in una fessura); essa ha però il pregio di definire univocamente condizioni «limite» ed evitare di considerare una molteplicità di situazioni.

5.2. La forza di arresto

Propongo il nome di *forza di arresto* per lo sforzo massimo di cui si è ora detto. Altre proposte del genere farò nel corso di questo articolo, nella speranza che si verifichi quanto si è, più o meno compiutamente, già verificato nelle altre lingue ufficiali della UIAA¹: cioè che vengano accettati dagli alpinisti alcuni nomi o frasi, il cui uso finisce con l'essere, più di quanto possa a tutta prima apparire, veicolo di comprensione e memorizzazione di utili concetti e precauzioni.

Come stavo dicendo, è opportuno conoscere come si calcola la forza di arresto.

Si ragiona così²: l'energia accumulata dal corpo che cade si trasferisce nella corda come «lavoro di deformazione». In altri termini, la corda si allunga sempre più, opponendo resistenza e quindi assorbendo gradualmente l'e-

nergia del corpo, fino ad assorbirla tutta quando il corpo è fermo e la corda raggiunge il suo massimo allungamento. Questa situazione ha una durata infinitamente breve perché subito dopo la corda, come farebbe un elastico, comincia ad accorciarsi richiamando il corpo verso l'alto. Si innesca così una serie di oscillazioni che, essendo smorzate da vari attriti interni alla corda, corrispondono a sforzi sempre minori e quindi non ci interessano. Ci interessa lo sforzo massimo, che si verifica come ho detto al termine della prima elongazione.

Definiamo le grandezze che concorrono a determinare tale sforzo:

H (m) = altezza di caduta libera;

M (kg) = massa del corpo che cade. Volendoci riferire ad una «caduta limite», la riteremo rigida. Se essa fosse deformabile, come il corpo umano, una parte delle energie in gioco verrebbe assorbita dalla sua deformazione anziché soltanto dalla deformazione della corda; si raggiungerebbe quindi un valore inferiore della tensione nella corda. Questo sarebbe tanto più vero quanto più la deformazione del corpo è importante rispetto a quella della corda, cioè per piccole altezze di caduta.

P (kp) = peso corrispondente alla massa M³.

F (kp) = forza che la corda esercita sul punto fisso e sul corpo a cui è legata.

A (mm²) = area della sezione della corda.

S ($\frac{kp}{mm^2}$) = tensione nella corda, data dalla (1).

L (m) = lunghezza libera di corda

Δ L (m) = suo allungamento sotto sforzo

e = allungamento relativo, dato dalla (2)

E ($\frac{kp}{mm^2}$) = modulo di elasticità della corda, cioè la costante di proporzionalità fra tensione e allungamento, supponendo per semplicità che fra queste due grandezze ci sia la relazione lineare (3)

W (kpm) = lavoro (forza · spostamento).

Supponiamo dunque che la relazione fra la tensione per unità di sezione

$$S = F/A \quad (1)$$

e l'allungamento relativo

$$e = \Delta L/L \quad (2)$$

sia del tipo (legge di Hooke):

$$S = E e \quad (3)$$

che per le corde vale solo con grossolana approssimazione (rif. 19, 20).

Quando l'allungamento raggiunge il suo massimo (e_{max}), il lavoro fatto dalla forza di gravità:

$$W_g = P (H + e_{max} L) \quad (4)$$

si è trasformato completamente in lavoro di deformazione della corda:

$$W_e = \frac{AE}{2} e_{max}^2 L \quad (5)$$

Uguagliando (4) e (5) si ricava e_{max}, quindi dalle (3) ed (1):

$$F_{max} = P + \sqrt{P^2 + 2 A E P \frac{H}{L}} \quad (6)$$

(F, P in kp).

La (6) si può scrivere in maniera più sintetica. Indicando con

$$K = A E \quad (kp) \quad (7)$$

il *modulo della corda*, cioè, come appare riscrivendo la (3), la costante di proporzionalità fra sforzo totale e allungamento relativo:

$$F = A E e = K e \quad (kp) \quad (8)$$

e indicando con f il cosiddetto *fattore di caduta*⁴, cioè il rapporto fra altezza di caduta e lunghezza libera di corda:

$$f = H/L \quad (9)$$

la (6) si può riscrivere:

$$F_{max} = P + \sqrt{P^2 + 2 K P f} \quad (10)$$

(F, P in kp).

Questa relazione mostra chiaramente che lo sforzo massimo nella corda non dipende dall'altezza di caduta, bensì solo dal fattore di caduta f, cioè dal tipo di caduta: il fattore f vale al massimo 2, nel caso che l'alpinista sia salito verticalmente senza punti intermedi di assicurazione, vale 1 se l'alpinista cade dal punto di fermata.

Osservazione 1. Ho voluto dare esplicitamente la (10) perché può servire a qualche lettore (ordine di grandezza di K, 4000 kp) e perché può essere utile «visualizzare» la scomparsa dell'altezza di caduta H, come termine a sé stante, nella formula che dà il massimo sforzo. Sia però chiaro che la dipendenza di tale sforzo dal solo fattore di caduta (oltre che da P) non è legata alle ipotesi fatte per le caratteristiche fisiche della corda, qui rappresentate dalla (3) oppure (8) per ragioni di semplicità. Da questo punto di vista l'aver riportato le formule può aver confuso le idee più che chiarirle: la dipendenza di F_{max} da H ed L tramite il loro rapporto f deriva soltanto dall'ipotesi, rigorosa se si trascurano i fenomeni di propagazione di onde cui sopra si è accennato, che il lavoro di deformazione sia distribuito uniformemente su tutta la lunghezza della corda⁵.

Riscrivendo infatti la (5) nella sua forma più generale, dove il lavoro di deformazione per unità di lunghezza sia una qualsiasi funzione D (e) dell'allungamento:

$$W_e = D (e_{max}) L \quad (5 \text{ bis})$$

¹ La forza di arresto viene chiamata: force maximale, maximum force, Fangstoss.

² Trascurando in prima approssimazione il fatto che l'allungamento non ha, in un dato istante, lo stesso valore in ogni punto della corda: nel punto di collegamento con la massa nasce un'onda di tensione che si propaga lungo la corda con la velocità del suono, riflettendosi poi al punto fisso (rif. 21 e 22).

³ Cerco di andare incontro al raro lettore che voglia usare la formula (6). Suppongo che preferisca pensare alle forze in termini di kilogrammi-peso anziché di Newton. Uso perciò la cosiddetta «unità tecnica» di misura delle forze, il kilogrammo-peso, chiamandolo però all'uso tedesco kp (kilopond) anziché continuare a chiamarlo kg come da noi di solito si fa.

Crede che l'introduzione di un apposito nome e simbolo potrebbe aiutare a chiarire la confusione di idee che ancora affligge gli studenti delle nostre scuole.

Si noti che, con le unità scelte, P risulta numericamente uguale ad M. Inoltre l'accelerazione di gravità non compare nella formula (4) e quindi nella (6).

Chi volesse usare il sistema Giorgi di unità di misura (metro, kilogrammo-massa, secondo), e di conseguenza misurare le forze in Newton, ricordi che P = Mg (g = accelerazione di gravità).

⁴ Facteur de chute, fallfactor, Sturzfaktor.



Fig. 3. - Frontespizio della edizione italiana delle Norme UIAA.

si ha uguagliando questa espressione alla (4):

$$P \left(\frac{H}{L} + e_{\max} \right) = D (e_{\max}) \quad (11)$$

da cui si vede che e_{\max} dipende solo da P e dal rapporto H/L.

Osservazione 2. La dipendenza dello sforzo massimo da P e dal fattore di caduta f non deve essere interpretata nel senso che l'altezza di caduta non abbia alcuna importanza: la durata di applicazione dello sforzo cresce con l'altezza di caduta, ma, ancora più importante, crescono le energie in gioco, da dissipare per mezzo dell'assicurazione dinamica (vedere punto 6). Ricordiamo infatti che il caso che la corda sia completamente bloccata a un punto fisso ha scarse probabilità di verificarsi.

Nel caso, poi, che la corda sia veramente bloccata, se l'altezza di caduta è piccola l'assorbimento di energia da parte del corpo contribuisce a ridurre le tensioni, dato che il corpo non è completamente rigido come ora si è supposto.

Osservazione 3. La vera importanza della dipendenza dello sforzo massimo dal fattore di caduta f consiste nella possibilità di definire in maniera semplice (e indipendente dall'altezza di caduta, quindi realizzabile in laboratorio) la «massima» caduta possibile. Su questo si basa l'apparecchio Dodero per la prova delle corde.

5.3. L'allungamento statico e il suo valor massimo

L'allungamento, definito dalla equazione (2), viene misurato passando da un carico di 5 kg (pretensione, per definire con accuratezza la lunghezza del tratto di corda esaminato) ad un carico di 80 kg, rappresentativo del peso di un uomo.

Condizione per il superamento della prova: l'allungamento non deve superare il valore di

8% per le corde semplici⁶
10% per le mezza-corde⁶

Questa condizione ha lo scopo di evitare che l'allungamento della corda sia eccessivo, dando così origine a inconvenienti durante le manovre. Senza questa prescrizione i fabbricanti avrebbero la tendenza a produrre corde a forte allungamento, per potere più facilmente rientrare nei limiti imposti per la forza di arresto (vedere punto 5.4.4). Si ricordi infatti che quanto più la corda è deformabile tanto più la forza di arresto è piccola.

È l'esistenza congiunta di questi due vincoli, all'allungamento statico e alla forza di arresto, che rende difficile e onerosa la costruzione di corde da montagna che riescano ad ottenere il Marchio UIAA (si deve scegliere opportunamente sia la qualità del filato che la struttura della corda). Per questo motivo, quando nel 1980 si è deciso di alzare a 5 il numero minimo di cadute sopportate al Dodero (vedere punto 5.4.3) si sono alzati leggermente i valori massimi dell'allungamento (erano rispettivamente 6 ed 8%) per andare incontro alle esigenze dei costruttori.

Questi valori hanno dunque una giustificazione eminentemente pratica, quale valore di compromesso, anche perché sarebbe stato difficile definire criteri rigorosi per questa scelta; d'altra parte, non mi pare che le nuove corde siano oggetto di lamentele a proposito di eccessivi allungamenti durante le manovre.

5.4. La prova all'apparecchio Dodero

5.4.1. L'apparecchiatura

Essa è concettualmente semplice, consistendo essenzialmente in una massa di acciaio scorrevole senza attrito su guide verticali. A metà altezza, e il più vicino possibile alla linea di caduta del baricentro della massa (che per questo motivo è di forma appiattita), è fissata una piastra forata detta «anello fisso» perché fa le veci di un moschettone (fig. 4). Il foro ha bordi arrotondati con raggio di curvatura 5 mm. Il punto di bloccaggio della corda si trova dietro l'anello fisso, ad una distanza di 30 cm, come mostra fig. 5. Lo spezzone di corda, la cui lunghezza utile è 2,5 m, viene legato con nodo di *bolina*⁷ alla massa, e questa viene sollevata, come mostra fig. 4, ad una altezza di 2,3 m sopra il bordo inferiore del foro (tenendo conto dello spazio occupato dal nodo, la parte di «lunghezza utile» di corda che resta al di là dell'anello fisso è circa 20 cm). Se si tiene conto che il tratto di corda di circa 30 cm che sta dietro l'anello fisso contribuisce solo parzialmente a determinare la lunghezza efficace di corda (rif. 20), si trova che questa disposizione comporta un fattore di caduta di circa 1,85, il massimo che sia in pratica realizzabile con rinvio⁸.

Altre parti importanti dell'apparecchiatura:

– la cella dinamometrica per la misura dello sforzo nella corda, che nell'originale apparecchio Dodero va posta fra

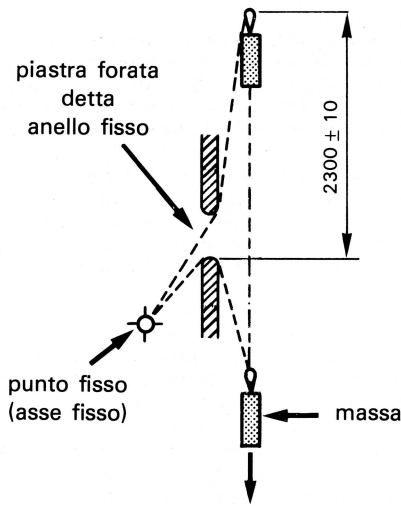


Fig. 4. - Elementi essenziali dell'apparecchio Dodero.

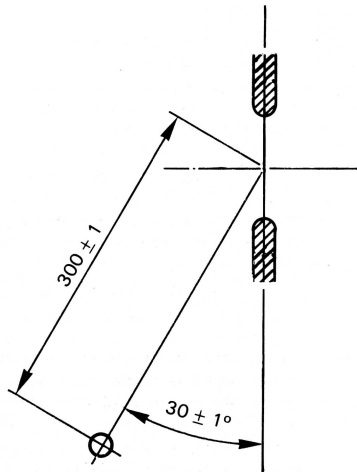


Fig. 5. - Posizione relativa del punto fisso e della piastra forata nell'apparecchio Dodero.

corda e massa cadente, in altre versioni viene posta sul sostegno dell'anello fisso (ma disposta in modo da evitar di misurare, anziché la sola tensione nel ramo principale di corda, la risultante delle tensioni nei due rami);

– il sistema di sgancio della massa dopo la prima elongazione, anche questo presente solo nell'originale Dodero e non negli altri modelli.

Questa deroga è stata accettata da una commissione appositamente creata dalla UIAA; a mio parere si tratta però di una decisione errata, perché le numerose e notevoli sollecitazioni dovute alle oscillazioni che seguono la prima elongazione influenzano il risultato, specialmente per le moderne corde che resistono a molte cadute.

È vero che non ci sono molte differenze fra corde per quanto riguarda numero e ampiezza delle oscillazioni successive, dipendenti dall'attrito interno della corda. Però la presenza delle oscillazioni successive può essere fonte di dispersione nei risultati. Che nella realtà le oscillazioni successive avvengano (se la corda è bloccata) mi pare argomento, a favore della decisione presa, del tutto irrilevante data la «teoricità» della caduta al Dodero.

In coerenza con questa decisione (Nov. 1978), la massa non viene staccata dopo la prima elongazione nemmeno al Dodero che potrebbe consentirlo (Tolosa).

5.4.2. Le condizioni di prova

Temperatura e umidità dell'ambiente

I campioni di corda, in numero di 3, vengono essiccati per almeno 24 ore in ambiente a umidità relativa inferiore a 10%, quindi vengono tenuti per almeno 72 ore in un ambiente a temperatura di $20 \pm 2^\circ \text{C}$ ed umidità relativa $65 \pm 2\%$.

Queste precauzioni, oggi probabilmente eccessive, sono dovute all'influenza che l'umidità della corda ha sulla sua resistenza. Questo non deve far pensare agli alpinisti di doversi preoccupare delle variazioni che la resistenza della corda subisce a seconda delle condizioni di uso: le fibre sintetiche che oggi il fabbricante

è costretto ad usare per produrre corde che superino le prove UIAA sono sottoposte a una trafilatura in ambiente caldo-umido che le rende poco sensibili all'umidità⁹. La prescrizione di cui qui si parla è legata a problemi di riproducibilità della prova.

I tempi

La prima caduta al Dodero deve avvenire non più di 5 minuti dopo che il campione è stato tolto dall'atmosfera standard.

L'attesa fra le successive cadute è di $5 \pm 1/2$ minuti. Questo per consentire da un lato che la corda si raffreddi dopo ogni strappo e dall'altro che la prova non duri troppo tempo.

Il valore della massa

Il valore della massa che cade è, oggi,
80 kg per corde semplici
55 kg per mezza-corde¹⁰.

Questo punto merita di essere considerato in dettaglio.

Per quanto riguarda la massa usata per le corde semplici, il valore di 80 kg viene considerato rappresentativo del corpo di un alpinista. È vero che ce ne sono di più pesanti, ma è anche vero che la deformazione del corpo umano al momento dell'impatto sarebbe tale da renderlo equivalente ad una massa minore, per quanto riguarda gli sforzi generati nella corda (ricordare le osservazioni fatte al punto 5.2).

Per quanto riguarda il valore della massa usata per la prova sulle mezza-corde, il discorso è più complesso.

⁵ In questa ipotesi, il lavoro di deformazione assorbito dalla corda per un dato allungamento relativo e l'energia cinetica acquistata dalla massa in caduta verticale crescono ambedue proporzionalmente all'altezza di caduta.

⁶ Ecco due nomi che, per il bene degli arrampicatori, vorrei si imprimevano nella loro mente.

Corda semplice: corda prevista per essere usata da sola in arrampicata (corde à simple, simple rope, Einzelseil).

Mezza-corda: corda che non può ritenersi sicura in arrampicata se non usata in coppia (corde à double, half rope, Halbseil).

Ritornero su questo concetto al punto 5.4.2.

⁷ L'uso tedesco, invalso anche in Italia, di chiamare nodo di Bulin questo famoso nodo (che i nostri marinai chiamano Gassa d'Amante) non è giustificato. Non è mai esistito un signor Bulin. Esiste invece la parola inglese bowline (bows = prua, line = fune) = fune usata nelle navi a vele quadrate, per tenere fermo il bordo della vela quando si naviga «contro vento» (da Oxford Dictionary). Penso che da questo derivi il termine nautico «andare di bolina».

⁸ Non so quali siano stati i ragionamenti che hanno condotto Dodero a interporre un rinvio fra il punto fisso e la massa che cade, ma posso pensare a un buon numero di giustificazioni a posteriori fra cui:

a) Il nodo di bloccaggio al punto fisso (recentemente sostituito da altro tipo di bloccaggio proprio per ridurre l'inconveniente di cui ora dirò) è fonte di dispersione di risultati a causa del più o meno grande scorrimento della corda entro il nodo stesso (variabile a seconda del modo in cui il nodo è fatto e a seconda di quanto esso è serrato dalla mano dell'operatore). Siccome gli attriti dovuti al passaggio per l'anello fisso riducono notevolmente la tensione nel tratto di corda che sta fra anello e punto fisso, questi inconvenienti vengono ridotti.

È pur vero che resta sempre la dispersione dei risultati dovuta all'altro nodo, quello che collega la corda alla massa che cade. Anche per questo nodo si sta pensando alla sostituzione con altro tipo di collegamento.

b) Il passaggio su uno spigolo corrisponde a quanto spesso avviene in pratica; è quindi interessante sottoporre la corda al tipo di sollecitazione che ne risulta. Su questo punto ritornerò a proposito dei futuri sviluppi delle Norme (punto 12).

⁹ Su questo punto debbo confessare di avere appreso ben poco. Fino a una decina di anni fa si parlava di riduzioni di carico di rottura fino al 15% per alcune fibre sintetiche, a causa dell'assorbimento di umidità dall'atmosfera dopo la loro produzione. Questo effetto non veniva cancellato da una successiva essiccazione e se avesse potuto esserlo questa sarebbe stata una ragione per non sottoporre le corde a essiccazione prima della prova. Questi problemi dovranno essere meglio studiati con la consulenza di esperti in fibre sintetiche (veder punto 12).

¹⁰ Insisto sull'importanza di memorizzare questi termini, introdotti al punto 5.3.

Fino al 1980 la massa aveva un unico valore, 80 kg, e le mezza-corde venivano provate accoppiate al Dodero, come se poi nella pratica alpinistica dovessero essere usate passandole sempre ambedue nello stesso moschettone¹¹.

Con un paziente lavoro, che trasse lo spunto da rif. 15 e 19, convinsi i colleghi della UIAA a modificare questo aspetto delle Norme.

Il mio discorso era il seguente: nel corso dell'arrampicata con due corde può capitare di passare ogni corda in un moschettone diverso. Se si cade, può allora accadere che si sia sostenuti da una sola corda: non sappiamo se essa potrà resistere, perché non è stata provata al Dodero con 80 kg da sola, bensì in coppia, il che equivale a provarla da sola con 40 kg.

Obiezione tipica: questo succede quando ci sono molti chiodi, perché in caso contrario sarebbe assurdo non passare le due corde nello stesso moschettone. Se ci sono molti chiodi la caduta non sarà mai di grande lunghezza, ci si può allora accontentare per le mezza-corde di una prova meno severa.

Risposta: se seguiamo la «logica UIAA» (esposta al punto 5.1), secondo la quale deve essere considerato possibile che la corda si blocchi presso l'ultimo moschettone, la tensione nella corda può raggiungere i massimi valori possibili, indipendentemente dall'altezza di caduta (vedere punto 5.2, osservazione 1).

È vero che per cadute di non grande altezza la deformabilità del corpo umano gioca un ruolo importante nel ridurre la tensione (vedere il commento fatto a proposito della definizione di M, punto 5.2) ed è anche vero che c'è la seconda corda che entra in azione se la prima si spezza; però io non pretendo che la mezza-corda tenga tanti strappi quanti la corda semplice, mi accontento che ne tenga uno solo. Così sarà sicuro che la corda venga almeno provata in condizioni simili a quelli reali.

Altra obiezione tipica: se si provassero le mezza-corde singolarmente, richiedendo che resistano ad uno strappo con 80 kg, i fabbricanti sarebbero costretti a produrre mezza-corde troppo grosse, pesanti, costose e fra l'altro capaci di generare, se accoppiate, forze d'arresto eccessive (vedere punto 5.4.4).

Risposta: mi son dato la pena di provare le migliori mezza-corde oggi esistenti al Dodero, e so che la loro resistenza è al limite della tenuta di uno strappo. Non si tratta quindi di produrre corde notevolmente più grosse; si tratta solo di assicurare con opportuno controllo che le corde abbiano una prestazione che alcune di esse già oggi raggiungono, o quasi.

Per quanto poi riguarda la forza di arresto, essa può costituire un problema quando si usa una corda singola, ma non lo è (non ho ancora ben capito perché, ma i risultati di laboratorio lo dicono) quando si usano due mezza-corde.

Ultima obiezione: se l'alpinista sa che la mezza-corda sostiene una caduta, sarà portato a pensare di poter arrampicare con sicurezza anche con una sola mezza-corda. Questo è pericoloso, perché la prova UIAA, per quanto estrema dal punto di vista del tipo di caduta, non tiene conto della più frequente causa di rottura di corde, che è l'azione di taglio degli spigoli di roccia. Inoltre l'invecchiamento della corda porterebbe rapidamente la sua resistenza al di sotto del livello di sicurezza.

Risposta: il problema della resistenza al taglio esiste anche per la corda semplice, difatti lo si sta studiando (vedere punto 12). Esso è indubbiamente più grave nel caso dell'uso di una sola mezza-corda; però qui si tratta di vedere se si vuole aumentare la sicurezza di chi usa le mezza-corde correttamente oppure se si vuol ridurre il numero di quelli che le usano scorrettamente; questi ultimi, e ne conosco parecchi, si rifiutano di solito ad un discorso razionale su questo problema, e non vale la pena di preoccuparsene più che tanto.

Ho voluto riportare queste tipiche obiezioni, perché potrebbero venire alla mente di un lettore paziente. L'ultima, in particolare, fu tenacemente sostenuta dai fabbricanti di corde, a cui io forse malignamente attribuivo non tanto il timore per la vita di chi usasse una sola mezza-corda quanto la preoccupazione per un calo delle vendite di corde semplici.

Fortunatamente fu trovato un compromesso: studiare la possibilità di sostituire alla tenuta a un solo strappo con 80 kg quella dello stesso numero di strappi che per la corda semplice (allora erano 3, poi passarono a 5) ma con una massa ridotta.

Confesso che, dovendomi occupare della cosa come presidente del gruppo di lavoro per le corde, accolsi la proposta con molto scetticismo: me ne dispiaceva la difficoltà teorica di stabilire una analogia fra più cadute con massa ridotta e una caduta con maggiore massa.

Debbo ringraziare l'allora presidente della Commission de Sécurité, Peter Baumgartner, di avermi concesso l'onore di distogliere, per la prima volta nella storia della Commissione, una notevole frazione del magro bilancio della UIAA per finanziare una serie di prove su mezza-corde con i Dodero di Tolosa e di Vienna.

E debbo anche ringraziare la buona sorte per avermi fornito dei risultati molto più sintetici e puliti di quanto mi aspettassi (mi vergogno di confessare di non avere ancora tentato di comprenderli meglio con una analisi teorica; ecco un compito per un lettore volenteroso). Ho cercato di riassumere quei risultati in fig. 6: il numero di strappi sostenuto da una mezza-corda al variare della massa risultò, per le migliori mezza-corde di allora (1978), contenuto in una fascia abbastanza ristretta nella zona di maggiore interesse (masse superiori a 55 kg).

Sulla base dei dati riportati in fig. 6 si ritenne di poter considerare la resistenza a 5 strappi con 55 kg equivalente alla resistenza ad uno strappo con 80 kg. Il discorso qui è tutt'altro che limpido; si trattava però allora di vincere notevoli resistenze e introdurre nelle Norme un principio importante. I valori potranno essere ritoccati in base all'esperienza; per il momento abbiamo la sicurezza che le mezza-corde sono sottoposte ad un test severo. Difatti l'adattamento della produzione alle nuove norme è costato tempo e denaro ai fabbricanti, e l'arrampicatore attento a queste cose potrà notare che le nuove mezza-corde danno una sensazione di maggiore affidabilità di quanto non dessero alcuni anni or sono.

La scelta dei 55 kg fu determinata, oltre che dalla impossibilità di proseguire le prove con altri valori della massa a causa della mancanza di fondi, dal desiderio dei costruttori e degli esperti di laboratorio di accrescere il numero di strappi. Per quanto riguarda i costruttori, il loro atteggiamento fu dettato dall'abitudine, per alcuni versi criticabile come dirò al punto seguente, di fare pubblicità alle proprie corde quotando il numero di strappi sostenuti al Dodero: un alto numero di strappi consente di misurare meglio la differenza fra due corde, anche se il dato è tanto meno significativo quanto più le condizioni di prova consentono di andare ad alti numeri, come suggerisce la dispersione dei risultati per masse inferiori a 60 kg in fig. 6 (vedere anche punto 5.4.3). Per quanto riguarda gli esperti di laboratorio, essi sostennero l'interesse di non avere un numero di cadute troppo basso al fine di accrescere la precisione con cui le caratteristiche di una corda vengono definite. Per intenderci, se dei tre campioni sottoposti a prova due sostenessero 2 strappi, uno sostenesse 1 strappo, sarebbe impossibile dire se la corda è più prossima a sostenere uno oppure due strappi, quindi le sue caratteristiche sarebbero conosciute con scarsa approssimazione.

Un altro motivo per preferire di usare masse che portino ad un alto numero di cadute è il desiderio di provare la corda a ripetute pressioni e frizioni contro il bordo dell'anello fisso, pensando che questo possa in qualche modo rappresentare l'azione di spigoli di roccia che può aver luogo in occasione di una caduta in montagna.

Questo però è tutt'altro che provato, come dirò ai punti 5.4.3 e 11.4.

Nota. Desidero attirare l'attenzione sul modo in cui una mezza-corda viene distinta da una corda semplice. Il diametro non è un criterio valido; vorrei anzi aggiungere che di diametro non si parla neppure nelle Norme UIAA se non per precisazioni riguardanti i rapporti fra produttore e venditore.

La distinzione si effettua in due modi:

- mediante il cartellino descrittivo che deve accompagnare una corda UIAA;
- mediante la fascetta, rappresentato in fig. 7, che deve essere riportata alle estremità della corda.

La scritta 1 significa corda semplice, la scritta 1/2 significa mezza-corda.

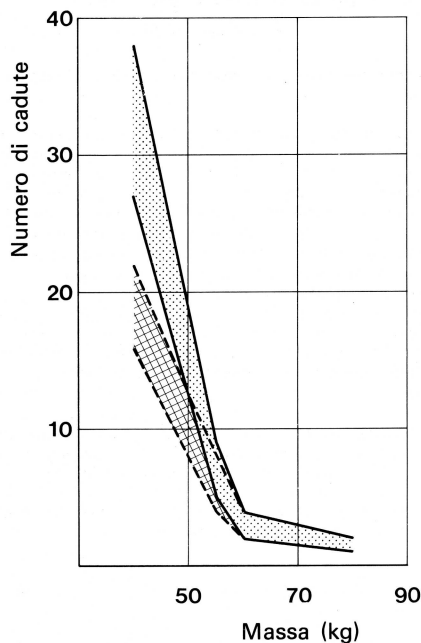


Fig. 6. - Mezza-corde: numero di cadute sostenute in funzione della massa che cade. Riassunto di prove eseguite al Dodero su alcune delle migliori mezza-corde in commercio nel 1978. Le due fasce di dati riportate in figura si riferiscono a diversi laboratori (l'unificazione dei procedimenti non era ancora completa nel 1978).

Marchio o nome del fabbricante

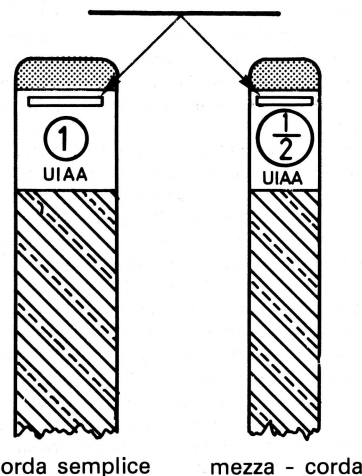


Fig. 7. - Fascette che devono essere applicate all'estremità di una corda UIAA.

¹¹ Il lettore potrebbe stupirsi. Gli dirò allora che, nel corso della mia lunga battaglia su questo punto, ho conosciuto alpinisti stranieri che non si rendevano conto che in alcuni terreni, come le Dolomiti, le due corde potevano compiere percorsi ben diversi. Essi chiamavano «corde de rappel» (termine francese diffuso anni fa anche negli ambienti anglo-americani) le mezza-corde, proprio perché pensavano che l'unica giustificazione del loro uso fosse il rendere più rapida la discesa a corda doppia.

5.4.3. Il minimo numero di cadute

In anni recenti il minimo numero di cadute è stato elevato da 2 a 3 e quindi a 5 (1979).

Non si possono dare giustificazioni rigorose di questa decisione.

Un primo motivo fu la considerazione che le migliori corde semplici superavano già di gran lunga il numero minimo imposto, senza che per questo esse fossero troppo grosse e pesanti. Si pensò così di eliminare un certo numero di corde di qualità inferiore alla media, che avevano ottenuto il Marchio ma risultavano poco resistenti ad altre prove di laboratorio.

Si sarebbe potuto ottenere lo stesso risultato elevando il valore della massa. A favore dell'aumento del numero di cadute, a parte le considerazioni sulla precisione della misura già fatte al punto precedente, giocò l'opinione di Pit Schubert, non ancora veramente provata ma neanche infondata, che la resistenza della corda a numerosi urti contro il bordo dell'anello fisso sia un criterio efficace per assicurare, in attesa di futuri studi, una buona resistenza all'azione degli spigoli di roccia. Questa, è bene ripeterlo, è di gran lunga la causa più frequente di rottura di corde in montagna.

Nota. Le Norme UIAA non richiedono che il numero delle cadute sostenute al Dodero sia riportato nel cartellino che deve accompagnare la corda messa in vendita; si richiede soltanto la dichiarazione che il Marchio UIAA è stato ottenuto, il che significa che il numero minimo di cadute è stato ugualgiato o superato.

Le Norme UIAA non impediscono però al fabbricante di citare il numero di cadute raggiunto dalla corda prima di rompersi, sicché molti fabbricanti usano farlo, a scopo di pubblicità, per quelle corde che superano largamente il numero minimo imposto.

C'è chi ritiene questa abitudine scorretta, essenzialmente per tre motivi:

I. Si incita l'alpinista a continuare ad usare la corda anche dopo uno o più voli che dovrebbero aver generato sospetti sulla resistenza residua della corda.

II. Si arriva a fare confronti fra corde sulla base di dati che hanno scarso significato, perché ad alti numeri di cadute la dispersione dei risultati è notevole, dipendendo la resistenza ad uno strappo in più o in meno da fattori poco controllabili come il serraggio o la tecnica di esecuzione del nodo.

III. Corde equivalenti provate in laboratori diversi potrebbero resistere a numeri di cadute un po' diversi (ripete, per alti numeri) a causa di piccole differenze fra le apparecchiature o fra i metodi di esecuzione delle prove (serraggio del nodo, tempi di attesa, condizionamento del campione).

Mi sembra però ben difficile che i fabbricanti rinuncino a questa pratica, a meno che la cosa non venga loro imposta. Si tenga infatti presente che gli arrampicatori di lingua tedesca sono molto più attenti a questo genere di informazione di quanto l'alpinista italiano possa pensare.

5.4.4. Il massimo valore della forza di arresto

Questa forza, definita al punto 5.2, non deve superare, in occasione della prima caduta al Dodero:

1200 daN¹² per corde semplici (ca. 1200 kp)
800 daN per mezza-corde (ca. 800 kp)

Il primo valore ha una origine abbastanza semplice, che risale ai tempi del prof. Dodero: con la consulenza dei tecnici dell'Aeronautica Militare francese si assunse lo sforzo di 1200 kp come il massimo che, per una frazione di secondo¹³, un paracadutista può sopportare senza gravi danni.

Più complesso, e meno chiaro, è il discorso a proposito del massimo sforzo di 800 kp che può essere generato dalla caduta di una massa di 55 kg in una mezza-corda.

Esso è stato determinato essenzialmente da motivi pratici:

- da un lato, il desiderio di non ritardare troppo una decisione sulle nuove Norme;
- dall'altro, la conoscenza sperimentale degli sforzi massimi generati al Dodero dalle migliori mezza-corde e il desiderio di non complicare troppo la vita ai fabbricanti di corde in un momento di transizione alle nuove mezza-corde.

Desidero però dare, a posteriori, una giustificazione a questa decisione.

Va infatti notato che, in teoria, lo sforzo massimo generato (con massa di 80 kg) da due mezza-corde accoppiate passanti entro lo stesso moschettoni dovrebbe essere circa¹⁴

$$F_{\max} = 2 \times 800 \times \sqrt{\frac{40}{55}} = 1365 \text{ kp}$$

Ogni corda si trova infatti a sostenere metà della massa, cioè 40 kg.

Se si tiene poi conto che, per ragioni non del tutto chiare, due corde accoppiate danno una forza d'arresto inferiore al doppio di quella data da una sola corda con metà massa, si può sperare che i 1365 kg si abbassino in realtà a 1200.

Spero di potere, in un prossimo futuro, avere la possibilità di far provare mezza-corde accoppiate al Dodero, per cavarmi la curiosità di controllare queste previsioni. Deve però essere detto che l'importanza del vincolo alla forza massima non va sopravvalutata, tenendo conto sia delle considerazioni necessariamente imprecise che hanno portato al valore di 1200 kp che della scarsissima probabilità che un vero bloccaggio della corda si verifichi in occasione di cadute in montagna.

5.5. L'annodabilità

Ad evitare che la corda sia troppo rigida, si impone che, fatto un nodo semplice nella corda e sottoposta questa alla trazione di 10 kp, poi ridotti ad 1 kp, non sia possibile introdurre in alcuna parte del nodo una barra di diametro uguale ad 1,1 volte il diametro della corda.

5.6. Lo scorrimento della guaina sull'anima

Questa norma non è stata ancora ufficialmente introdotta, ma soltanto perché si vuole dare tempo ai fabbricanti di fare esperienza e controproposte. Essa è già contenuta nelle Norme tedesche ed austriache, nonché nelle proposte ISO (International Standards Organization). Ritengo quindi opportuno citarla come se già esistesse, non quotando i valori numerici.

Si tratta di fare scorrere, con trazione manuale, un tratto di corda attraverso un orifizio; lo strumento è costituito in modo da sottoporre la corda a pressione e attrito tarati su tre punti della sua circonferenza disposti a 120°.

Si pone un limite alla lunghezza di guaina¹⁵ che, alla fine dell'esperimento, deborda dall'estremità del tratto di corda.

Questa norma è più importante di quanto possa a tutta prima sembrare, perché lo scorrimento della guaina sull'anima è non solo fastidioso nell'uso comune della corda ma anche pericoloso, in relazione all'uso di discensori e di freni per assicurazione dinamica.

6. NOZIONI DI ASSICURAZIONE DINAMICA

Questo argomento non ha legami apparenti con le norme UIAA; è però necessario saperne qualcosa per comprendere certi discorsi che farò su moschettoni e piccozze. Esso costituisce inoltre una parte importante delle attività UIAA a cui ho accennato all'inizio di queste note. Per esempio, è in corso nella UIAA una accesa polemica fra gli arrampicatori «continentali» e gli oppositori anglo-americani del mezzo-barcaiolo¹⁶.

Tutto considerato, mi pare quindi opportuno riportare qui alcune delle nozioni che chi fosse interessato potrà trovare esposte con maggior dettaglio in rif. 20.

Supponiamo che una massa, dopo una caduta di lunghezza H (verticale oppure lungo un pendio inclinato), sia frenata mediante lo scorrimento della corda in un freno (mezzo-barcaiolo, freno Sticht o altra diavoleria).

Sia d la lunghezza di corda che si lascia scorrere; chiamo *scorrimento* il rapporto

$$s = d/H$$

Se si suppone (non facile da realizzare) di riuscire a regolare il freno durante lo scorrimento in modo che la tensione nella corda resti costante, essa risulta indipendente dall'altezza di caduta per un dato valore dello scorrimento s (a parità di massa, pendenza, attrito sul pendio). In altri termini, per due altezze di caduta diverse si ha la stessa tensione nella corda se in ambo i casi la si lascia scorrere per la stessa frazione dell'altezza di caduta.

I risultati del calcolo teorico sono riportati, per la caduta verticale con fattore 2 di una massa di 80 kg, in fig. 8.

Si tenga presente che, se non c'è rinvio su un moschettono intermedio, lo sforzo di fig. 8 deve essere generato dal freno. Con il mezzo-barcaiolo si riesce a fatica a generare una resistenza di 300 kp, quindi una caduta libera verticale non può essere frenata (senza rinvio intermedio) se non lasciando scorrere una lunghezza di corda uguale a circa metà dell'altezza di caduta (nei casi con rinvio, circa un terzo).

Il caso di una caduta perfettamente libera e verticale senza attriti sulla roccia ha fortunatamente scarsissime probabilità di verificarsi. È bene però che l'alpinista sappia che cosa essa può significare. Nella palestra di Teolo presso Padova è stata costruita a cura del CAI una attrezzatura unica al mondo per provare la tenuta di cadute libere verticali fino a 30 m.

Un discorso esauriente su questo argomento non può essere fatto in questa sede. Mi basta, qui, far notare che una corda è sottoposta in occasioni di questo genere a sollecitazioni severissime, non tanto per quanto riguarda lo sforzo bensì per quanto riguarda l'abrasione e il riscaldamento durante lo scorrimento. Questo richiederà ulteriori studi da parte della UIAA.

Desidero infine far notare che in una caduta su pendio nevoso (curve d, e in fig. 8) uno scorrimento uguale a circa la metà della lunghezza di caduta consente, anche per cadute sulle massime pendenze, di ridurre lo sforzo nella corda a circa 200 kp, sopportabile da una piccozza immersa in neve buona con la tecnica dell'«uomo morto» (vedere punto 8) e talvolta anche con la tecnica usuale. Si tenga però presente che se questo deve essere possibile si devono fare tiri di corda non più lunghi di metà corda. Bisogna anche usare un freno che non generi una resistenza troppo elevata e non presenti rischi di bloccaggio.

Per quanto riguarda i freni, mi limito a citare, senza commenti, tre tipi: la piastrina Sticht, il mezzo-barcaiolo e il dissipatore Bafile.

Sui primi due non ritengo opportuno, in questa sede, spendere parole, anche perché dovrebbero essere accompagnate da commenti e confronti. L'argomento è a tutt'oggi dibattuto in seno alla UIAA, Inglesi e Americani a favore del freno Sticht, gli altri a favore del mezzo-barcaiolo.

Desidero invece soffermarmi brevemente su un dissipatore automatico, ideato da Andrea Bafile. Lo chiamo dissipatore per distinguere da un freno. Il freno può essere in teoria usato fino ad assorbire completamente le energie in gioco (se è disponibile una sufficiente lunghezza di corda), mentre il sistema Bafile serve per assorbire l'energia liberata da cadute fino ad una certa altezza (quasi tutti i casi pratici); non è purtroppo questa la sede in cui la cosa possa essere esposta convenientemente.

Il dissipatore Bafile è un notevole perfezionamento dell'autobelayer Chouinard (una placchetta con numerosi fori in cui una corda scorre con attrito): nel caso Bafile la corda è, anziché quella principale, uno spezzone ausiliario che si fissa al punto di assicurazione. Per maggiori dettagli vedere rif. 23. Non è qui il caso di commentare pregi e difetti del sistema; citerò solo il pregio di essere indipendente dalla attenzione e dalla prontezza di chi assicura.

¹² 1 daN (decaNewton) = 1,02 kilogrammi peso.

I francesi, sempre razionali, hanno desiderato introdurre, al posto del sistema tecnico: Lunghezza (m) - Forza (kp) - Tempo (s), il sistema scientifico di unità di misura, e precisamente il sistema Giorgi: Lunghezza (m) - Massa (kg) - Tempo (s). In questo sistema l'unità di forza è il Newton (1 kp = 9,81 N).

Nonostante ciò io uso qui il kp al posto del daN, da cui differisce in modo trascurabile, nella speranza di riuscire meno sgradito ai lettori.

¹³ Si tenga presente che il grafico forza-tempo registrato al Dodero ha, tipicamente, una larghezza di picco a metà altezza (50% di F_{\max}) dell'ordine di un decimo di secondo.

¹⁴ Vale la pena di far notare che la formula (6) può essere semplificata, se si trascura l'allungamento nel calcolo [formula (4)] del lavoro della forza di gravità. Questo corrisponde a scrivere

$$F_{\max} = \sqrt{2 A E P \frac{H}{L}} \quad (6 \text{ bis})$$

Si può anche, a titolo di curiosità, citare che su questa base, supponendo (!) che il rapporto fra le sezioni efficaci di corde e mezza-corde sia calcolabile sulla base dei loro diametri più comuni (11 e 9 mm rispettivamente), i due valori 1200 ed 800 si corrispondono, sono cioè quelli che uno si attenderebbe da corda a mezza-corda di identica struttura e materiale:

$$1200 \cdot \frac{9}{11} \cdot \sqrt{\frac{55}{80}} = 814$$

Questo significa pure, come si vede anche considerando la formula dell'allungamento corrispondente alla (6 bis):

$$e_{\max} = \sqrt{2 \frac{P}{A E} \frac{H}{L}}$$

che gli allungamenti (e quindi le tensioni interne) sono nei due casi gli stessi:

$$e_{\max} \sim \sqrt{\frac{P}{A}}, \quad \frac{80}{11^2} = 0,66, \quad \frac{55}{9^2} = 0,68$$

¹⁵ Nel linguaggio corrente si usa più spesso il termine camicia e talvolta calza. Nelle altre lingue della UIAA i termini per anima e guaina sono âme-gaine, Kern-Mantel, core-sheath. In inglese si usa però spesso il termine tedesco, cioè si parla di kernmantel rope.

¹⁶ Italian hitch, demie Capestan, Halbmasterwurf.

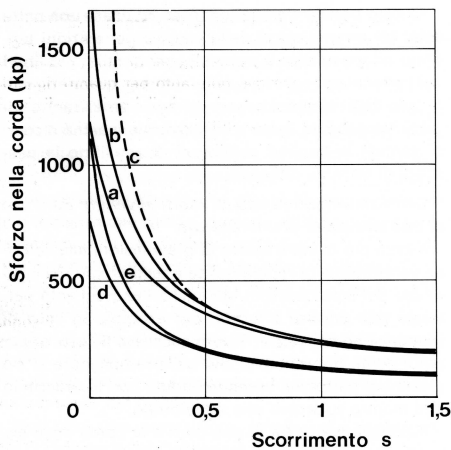


Fig. 8. - Assicurazione dinamica: sforzo nella corda in funzione dello scorrimento, per caduta verticale con fattore 2 di una massa di 80 kg. Come si vede, al crescere dello scorrimento cala l'influenza delle caratteristiche elastiche della corda, che si suppone avere moduli diversi nelle curve a, b, c: curva a - modulo = 3340 kp curva b - modulo = 8400 kp (assai elevato) curva c - modulo = ∞ (corda non deformabile). Le curve d, e corrispondono risp. alle a, b per un caso tipico di caduta su pendio nevoso.

7. MOSCHETTONI

7.1. La nomenclatura

Per quanto segue ha interesse conoscere la nomenclatura relativa al moschettone. Essa è riportata in fig. 9.

7.2. I criteri ispiratori delle Norme

Le Norme furono concepite da L. J. Griffin, che lavorava al NEL di Glasgow (rif. 13). L'idea di Griffin fu di imporre al moschettone di resistere a gravose sollecitazioni anche quando funziona come un gancio, cioè a leva aperta. È infatti possibile che l'apertura accidentale della leva si verifichi (mi dicono che in Russia sia obbligatorio arrampicare con i moschettoni a vite).

In più, sia per semplificare le prove che per accrescere la loro severità, Griffin pensò di sottoporre il moschettone a carico statico anziché a carico dinamico come in realtà avviene. Ne deriva la prova che è stata per anni, ed è tuttora nonostante la recente riduzione della resistenza richiesta, la più gravosa per il moschettone: la resistenza a leva aperta per trazione lenta in direzione dell'asse maggiore. Griffin non si spinse fino a richiedere che un moschettone potesse resistere in tali condizioni alla massima trazione generabile da una corda UIAA; si accontentò di imporre una resistenza di 1100 kp. Perché? La risposta più valida che sono riuscito a trovare è che questo valore, che determina le dimensioni e il peso del moschettone, discende dalla considerazione pratica di quella che era la resistenza dei migliori moschettoni di allora (in acciaio). Che questo carico di rottura sia nettamente inferiore a quello massimo prevedibile, di cui fra poco parlerò, è ragionevole perché la probabilità che quest'ultimo si verifichi è così bassa da poter trascurare la probabilità che esso si verifichi in concomitanza con l'apertura della leva del moschettone. Il valore scelto, 1100 kp, risultò comunque eccessivo alla luce della pratica: ne risultarono dei « moschettoni UIAA » troppo pesanti, sì che essi furono scarsamente usati dagli alpinisti.

Più facilmente comprensibile è la scelta del carico minimo di rottura a leva chiusa, anche se non mi risulta che quello che io ora esporrò sia stato il criterio originariamente seguito: questo carico di rottura, 2200 kp, corrisponde alla massima trazione che una corda UIAA può esercitare su un moschettone. Si pensi infatti al caso peggiore, in cui i due rami della corda che passa per il moschettone sono paralleli e la corda è bloccata, sicché in uno di essi si raggiunge la massima tensione ammissibile in una corda UIAA, cioè 1200 kp. L'altro ramo, a causa dell'attrito con cui la corda, allungandosi, scorre nel moschettone, avrà una tensione inferiore. Diciamo, per esagerare, 1000 kp, e il gioco è fatto: 1200 + 1000 = 2200.

Per concludere, consideriamo l'evento di frattura fragile, possibile soprattutto con i moderni materiali in lega leggera e a basse temperature: esso potrebbe avvenire a causa di un urto contro la roccia determinato dall'improvvisa trazione della corda. Ne discende la prova ad impatto, eseguita con un pendolo di Charpy modificato. Si lascia cadere il pendolo, sulla cui testa è fissato opportunamente il moschettone, e si misura, in base all'altezza a cui il pendolo risale, l'energia assorbita dalla rottura del moschettone.

7.3. Cenni alle resistenze richieste

– Resistenza a trazione lenta, a leva aperta, in direzione dell'asse maggiore. Come ho già detto, questa prova è la più gravosa e determina il peso del moschettone.

Il valore richiesto fu abbassato, nel 1979, da 1100 a 900 kp. La decisione fu determinata dal desiderio di rendere il moschettone UIAA più maneggevole e leggero, tanto più che non venivano riportati incidenti causati da rottura di moschettoni, pur essendo la maggioranza dei moschettoni usati di caratteristiche inferiori a quelle richieste dalla UIAA.

– Resistenza a trazione lenta in direzione dell'asse minore (leva chiusa): 600 kp.

Questa prescrizione tiene conto della possibilità che in alcune situazioni si verifichi una trazione in senso perpendicolare alla leva. Giustificazione del valore: nessuna, o meglio adattamento alle caratteristiche dei migliori moschettoni esistenti. Mi sembra però si debba riconoscere che questo valore è ragionevole, se si tiene conto che l'assicurazione è sempre, volenti o nolenti, dinamica (vedere fig. 8) e che quasi sempre gli attriti contro la roccia riducono la trazione sul moschettone ben al di sotto dei valori teorici. Sicché sembra giusto trascurare la probabilità che trazioni estremamente elevate si verifichino quando il moschettone si mette (e resta!) di traverso.

– Funzionamento in arrampicata artificiale: la leva deve funzionare normalmente quando il moschettone è caricato con 120 kp.

– Assorbimento minimo di energia al pendolo di Charpy (temperatura – 30 °C): 11 kpm per i moschettoni in lega leggera.

7.4. Il moschettone da mezzo-barcaiolo

Questo moschettone ancora non esiste; esso dovrebbe avere:

- forma opportuna;
- diametro del corpo probabilmente superiore a quello dei moschettoni oggi in uso;
- chiusura a vite o a ghiera per evitare l'apertura accidentale durante l'uso col mezzo-barcaiolo.

Il motivo per cui non esiste è semplice: la prova di trazione a leva aperta è così gravosa da non consentire libertà di scelta nella forma del moschettone: esso risulterebbe, se di forma adatta all'uso con il mezzo-barcaiolo, troppo pesante.

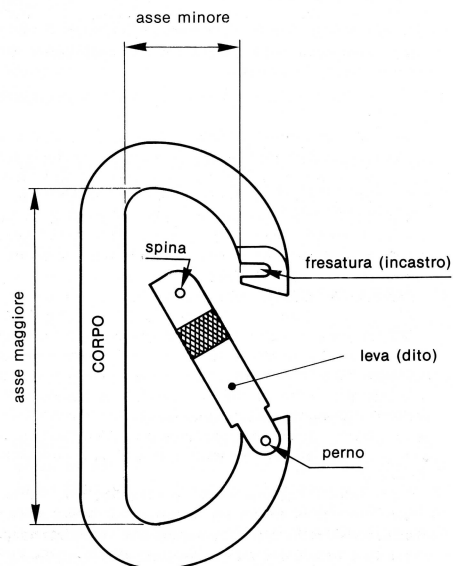


Fig. 9. - Nomenclatura relativa ai moschettoni.

Nel 1981 si è introdotta nelle norme una modifica che consentirà la progettazione di un moschettone da mezzo-barcaiolo: si è prescritto che la prova a leva aperta non sia richiesta per i moschettoni forniti di vite o ghiera. Aspettiamo fiduciosi.

8. PICCOZZE

8.1. Considerazioni preliminari

Le proposte vennero sviluppate dai Club Alpini austriaco (E. Kosmath) e tedesco (Pit Schubert) negli anni 1972-1975 e approvate nel 1977.

L'idea è di avere prove per:

– la resistenza del manico, in previsione dell'uso della piccozza come ancoraggio per assicurazione su neve;

– la resistenza dell'attacco testa-manico e puntale-manico e del becco, in previsione di gradinamento o di infissione nel ghiaccio secondo le più moderne tecniche di progressione.

I valori scelti per la resistenza del manico sono stati, volutamente, tali da eliminare le piccozze col manico in legno, che si riteneva non dessero sufficienti garanzie di affidabilità e di uniformità di produzione.

Conviene, per poter rapidamente descrivere le prove, far riferimento a fig. 10, che riporta l'intera pagina di figure relative alle piccozze dal libretto di cui in fig. 3.

In quanto segue farò riferimento alle figure per risparmiare discorsi. Si noti che tutte le prove vengono fatte a freddo (– 35 °C).

8.2. La resistenza della piccozza immersa o infissa nella neve

Si tratta essenzialmente di assicurare la resistenza del manico: fig. D-2 si riferisce al caso di assicurazione con piccozza immersa orizzontalmente nella neve (tecnica dell'uomo morto), fig. D-4 si riferisce invece all'assicurazione tradizionale con piccozza infissa (mia interpretazione, perché la giustificazione ufficiale è diversa, come appare dalla traduzione letterale dalle norme, riportata nella didascalia di fig. D-4).

La prova più severa è quella di fig. D-2. Essa ha reso impossibile l'ottenimento del Label da parte delle piccozze con manico in legno. Fino al 1981 il carico minimo di rottura era addirittura, anziché 400 kp come indicato in figura, 450 kp.

Sul significato e l'origine di questo valore vale la pena di soffermarsi, anche perché tanto lavoro ci è stato speso negli anni 1975 e 1976 dal CAI e dai volontari finanziari della Scuola Alpina di Predazzo, che ancora una volta desidero ringraziare.

Anzitutto sgombriamo il campo da un particolare tecnico: come molti sanno, dal punto di vista delle tensioni interne e quindi della resistenza, non c'è differenza fra sottoporre una trave a carico concentrato P in mezz'aria fra due appoggi (P = 400 kp in fig. D-2) oppure ad un carico 2P distribuito su tutta la lunghezza di trave compresa fra gli appoggi.

Il carico distribuito sarebbe, nel caso della tecnica dell'uomo morto, la pressione della neve.

Questo significa che la prova di fig. D-2 corrisponde a chiedere che la piccozza resista, immersa orizzontalmente nella neve, ad una forza massima di 800 kp (anzi, ad una sollecitazione ancora più severa, se si tien conto che la forza esercitata dalla neve sarebbe di breve durata, per quanto ora vedremo, mentre nella prova di laboratorio il carico è statico).

Da dove deriva questo valore?

Si è voluto imporre che la piccozza possa resistere, nell'ipotesi che l'assicurazione dinamica non funzioni (corda legata alla piccozza) all'arresto di una massa di 80 kg che scivola senza attrito su un pendio di inclinazione 50°.

Citerò brevemente le principali obiezioni che possono venire in mente: che non c'è neve che tenga una piccozza in queste condizioni, soprattutto su pendenze di 50°, che un bloccaggio completo del freno è improbabile ed in ogni caso si avrebbe assorbimento di energia da parte della neve, che la prova statica è molto più severa della prova dinamica corrispondente all'evento ipotizzato.

Nonostante questo, si è ritenuto di procedere in questa direzione perché, si diceva, i manici di metallo e fibra non hanno problemi a resistere a tali sollecitazioni.

FIG. D.1 - D.5 - FIGURE RELATIVE ALLE NORME SULLE PICCOZZE
(Dimensioni in mm. Forze in daN (1 daN = 1,02 Kp))

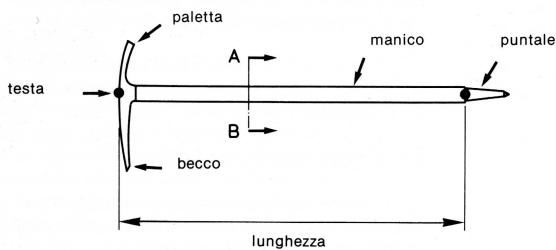


Fig. D.1 - Nomenclatura relativa alle piccozze

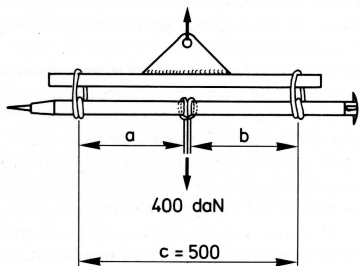


Fig. D.2 - Prova di resistenza del manico

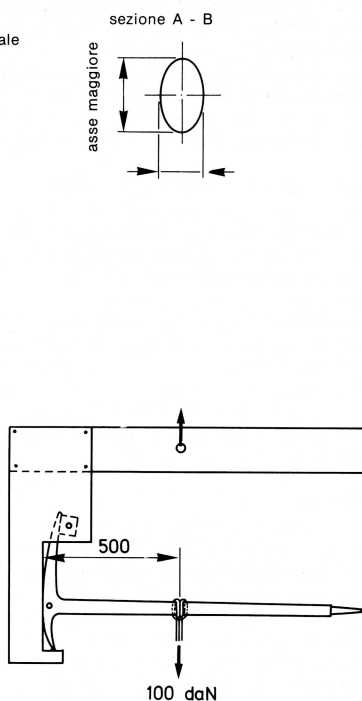


Fig. D.3 - Prova della connessione manico - testa in direzione dell'asse maggiore

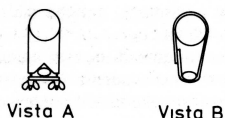
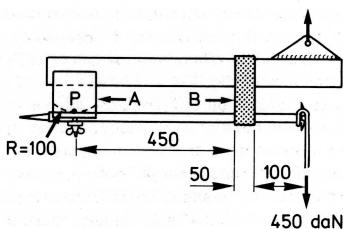


Fig. D.4 - Prova della connessione manico-testa in direzione dell'asse minore. Il disegno, molto approssimativo, indica che il manico deve poter ruotare liberamente attorno al punto P

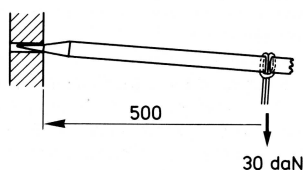


Fig. D.5 - Prova di resistenza del puntale

Per provarne il valore furono fatte, sul ghiacciaio della Marmolada, prove di caduta con fattore 2 di sacchi di sabbia di 80 kg fasciati in plastica, su un pendio di 50°. L'ancoraggio non era, naturalmente, fornito da una piccozza bensì da lunghe e robuste putrelle infisse nel ghiaccio e ancorate alla roccia.

La massima forza d'arresto che ci riuscì di misurare fu di 900 kp, ma con una vecchia corda irrigidita (negli altri casi fu attorno a 700-800 kp).

Se ne dedusse il valore di 450 kp per il carico di fig. D-2; va detto che il valore misurato di 900 kp veniva a puntino per giustificare un carico che escludesse sicuramente i manici di legno. L'anno scorso, dopo tre anni di esperienza con le Norme, si è visto che tale valore dava problemi di progettazione anche per piccozze a manico metallico, sicché si è abbassato il carico a 400 kp, che io giudico ancora troppo elevato.

8.3. La resistenza alla trazione sul becco

Questa prova, descritta in fig. D-3, è intesa a rappresentare l'uso della piccozza con le moderne tecniche di progressione.

Essa non pare, almeno da sola (vedere il punto seguente), tale da assicurare una resistenza soddisfa-

cente, tant'è vero che si sono avute rotture del becco o della connessione manico-testa in piccozze UIAA.

8.4. La rottura del becco o della testa a percussione

Questa prova, che dovrebbe essere fatta con una apparecchiatura tipo pendolo di Charpy, non esiste.

Ci si sta pensando.

9. IMBRAGATURE

9.1. La forma

L'imbragatura può essere:

- intera
- combinata (pettorale + cosciale)

Essa deve essere corredata, all'atto della vendita, da istruzioni che spieghino il modo in cui essa va usata. Nel caso di imbragatura combinata, le istruzioni relative ad una parte debbono dire assieme a quale altra parte essa va usata. Pettorale e cosciale debbono inoltre riportare una *etichetta* che indichi che l'una parte non è approvata dalla UIAA se non usata in combinazione con l'altra (fig. 11).

Questo perché c'è una tendenza ad usare una parte sola: gli arrampicatori delle vecchie generazioni tendono ad usare solo il pettorale, per sentirsi più liberi nel camminare; i giovani delle nuove generazioni, sulla scia degli arrampicatori «estremi» americani e inglesi, tendono ad usare solo il cosciale, perché dicono di sentirsi in migliori condizioni di equilibrio in passaggi di estrema difficoltà.

Sono stati riportati casi di morti avvenute per l'uso di una sola parte di imbragatura.

Il caso più ovvio è quello di gravi lesioni alla colonna vertebrale o di rapida morte a testa in giù nel caso di uso del solo cosciale. Ma anche l'uso del solo pettorale può portare a morte, per esempio in caso di sospensione nel vuoto; è pure successo il caso, apparentemente improbabile, che un arrampicatore si sia sfilato dal pettorale, essendo caduto con le braccia in alto mentre superava uno strapiombo.

Il collegamento fra le due parti e la corda deve avvenire in una ristretta zona di fronte al petto.

Questo per due motivi:

- assicurare una corretta posizione dell'uomo sospeso nel vuoto (vedere il punto successivo), specialmente se porta il sacco;
- ridurre il rischio di lesioni alla colonna vertebrale causate dalla forza di arresto. Tale rischio sarebbe più elevato se il punto di connessione corda-imbragatura fosse all'altezza della cintura.

Le parti del cosciale a cui la corda si collega debbono giungere fino a questo punto; in altri termini, la corda non deve formare, per congiungere le quattro estremità dell'imbragatura, un anello che in occasione di una caduta si stringerebbe, accrescendo la pressione sul torace e portando ad un assetto scorretto della colonna vertebrale dell'uomo sospeso.

9.2. La prova di sospensione

Eseguita da tre persone di sesso qualsiasi (qualcuno ritiene che ambo i sessi dovrebbero essere rappresentati), consiste nel restare appesi, completamente rilassati, per 10 minuti senza muoversi.

Durante questo periodo si eseguono alcuni controlli fra cui:

- il punto d'attacco della corda sia più alto dell'estremità inferiore dello sterno;
- l'imbragatura non eserciti pressione diretta sui genitali;
- l'angolo di inclinazione della colonna vertebrale (francamente non vedo come si possa definirlo) rispetto alla verticale sia $20^\circ \pm 4^\circ$;
- ambo le parti dell'imbragatura (pettorale e cosciale) siano sotto tensione;
- non si sentano forti dolori e difficoltà di respirazione;
- al termine dei 10 minuti, la persona sospesa sia in grado di compiere certe operazioni: prendere il piede sinistro con la mano destra e viceversa, unire i palmi delle mani sia a braccia tese sopra la testa che dietro la vita.

Nota. Il periodo di 10' può sembrare troppo breve. Medici e tecnici di laboratorio hanno però sostenuto che nessuna imbragatura consentirebbe di resistere, immobili, senza dolori o torpori per tempi notevolmente superiori (all'inizio si richiedevano 40'). Bisogna poi pensare che si deve poter trovare gente disposta a fare la prova. Inoltre il periodo di 10' sembra sufficiente a trarre indicazioni su ciò che succederebbe per tempi di sospensioni più lunghi.

9.3. La resistenza

Il carico di rottura viene misurato a trazione lenta, non con una prova dinamica. Si tenga presente che una prova «statica» è ben più severa di una prova dinamica. Chi avesse osservato come gradualmente si rompe, sotto carico costante, una imbragatura o un ramo di fettuccia cucita se ne renderebbe pienamente conto: la rottura è graduale, le cuciture si rilasciano a poco a poco, assorbendo molta energia. Un carico di uguale intensità ma applicato per brevissimo tempo riesce a far molto minor danno all'imbragatura di un carico statico.

L'imbragatura viene montata su un manichino e collegata alla corda seguendo le istruzioni di cui l'imbragatura deve essere corredata. La trazione avviene sia verso l'alto che verso il basso, per rappresentare la caduta a testa in su e a testa in giù.

Il carico di rottura deve superare
1600 kp a testa in su
1000 kp a testa in giù.

Per dare un giudizio su questi valori si ricordi che una corda UIAA nuova genera al massimo una trazione di 1200 kp (e poco di più può fare una corda usata); questo però in casi rarissimi e, in questi, per tempi dell'ordine del decimo di secondo.

Può sembrare strano che per la caduta a testa in giù, tutt'altro che rara, si richieda all'imbragatura una resistenza inferiore. I motivi sono due:

- bretelle troppo robuste sarebbero fastidiose;
- nel caso di caduta a testa in giù sia il valore massimo della tensione nella corda che la sua durata sono inferiori a quelli che si verificano nella caduta a testa in alto, perché il corpo non mantiene tale posizione. Per di più, solo «di passaggio» tale tensione agisce sulle bretelle del pettorale.

Non cito altre prescrizioni, relative alla resistenza dei componenti, alla larghezza delle fettucce ecc. perché di scarso interesse.

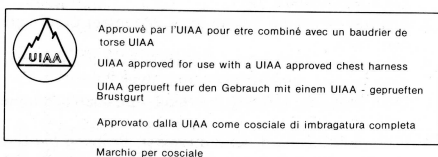
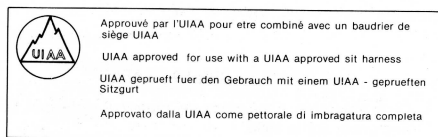


Fig. 11. - Etichette che debbono essere riportate sul pettorale e sul cosciale di una imbragatura combinata che rispetti le Norme UIAA.

10. CASCHI

10.1. Premessa

Le norme sui caschi sono state sviluppate dal DAV sulla base di norme già esistenti per caschi da lavoro e da motociclismo. Non sono al corrente delle considerazioni che stanno alla base delle scelte fatte; mi limiterò quindi a qualche cenno alle prove fondamentali.

D'altra parte, le Norme attuali sono considerate una versione preliminare: l'esperienza di un paio d'anni di fabbricazione e di prove di «caschi UIAA» suggerirà senza dubbio numerose modifiche.

I criteri a cui le prescrizioni si ispirano sono:

I. Resistenza alla penetrazione per urto di una massa appuntita.

II. Assorbimento di energia: colpito da una massa standard, il casco deve trasmettere alla testa una forza opportunamente ridotta rispetto a quella che si avrebbe se il casco non fosse dotato di strutture interne ammortizzanti.

III. Aerazione: deve essere resa efficace attraverso fori laterali e il cosiddetto «effetto camino».

IV. Costruzione con materiali che non diventino fragili a basse temperature (-20°C) e che non si deteriorino troppo sotto l'azione dei raggi ultravioletti.

10.2. Il manichino

Si tratta di una testa di legno (di forma e materiale accuratamente precisati nelle Norme), che appoggia su un sostegno orientabile; fra i due è interposto un dinamometro.

La massa cade verticalmente. Per generare l'urto frontale la testa viene ruotata di 60° .

10.3. Le prove a urto

Esse sono riassunte nella tabella 1. Si noti che l'assorbimento di energia viene misurato indirettamente e in maniera approssimata, imponendo un valore massimo per la forza registrata dal dinamometro.

Tale valore è 600 oppure 1000 kp a seconda dei casi, come mostrato in tabella. Nella prova di penetrazione la forza non si misura, ci si limita ad imporre che la punta non penetri fino a toccare la testa.

10.4. La resistenza ai raggi ultravioletti e all'invecchiamento

Raggi UV

Ho sentito dati così strabilianti a proposito della perdita di resistenza in certi materiali per esposizione ai raggi UV che non mi azzardo a citarli. Ne risulta comunque che una norma a questo proposito sarebbe di grande importanza.

Purtroppo gli esperti non hanno ancora potuto definirli per vari motivi, di cui a loro dire i principali sono:

- difficoltà di definire una sorgente di raggi UV che abbia la necessaria stabilità;
- rifiuto da parte dei produttori del materiale sintetico di impegnarsi verso i fabbricanti di caschi a fornire materiali con elevata stabilità.

Invecchiamento

Anche per effetto del solo invecchiamento *al buio e a temperatura ambiente* si hanno riduzioni notevoli della resistenza a rottura del materiale. Si richiede che esso (fornito in provette di forma opportuna) mantenga in tali condizioni 80% della resistenza originaria dopo 3 anni.

Si voleva che questo periodo fosse di 5 anni, ma non si sono trovati produttori di materiale sintetico disposti ad impegnarsi a questo livello.

11. STUDI IN CORSO

11.1. Osservazioni preliminari

Forse non tutti gli argomenti che ora toccherò porteranno a definire nuove norme o modifiche alle norme esistenti. Per quanto riguarda cordini e fettucce, le norme sono in avanzato stadio di sviluppo. Per quanto riguarda i bicunei, le Norme sono facili da concepire e debbono essere introdotte.

Meno chiaro, come poi dirò, è il futuro per quanto riguarda i chiodi.

Assai probabile mi sembra l'introduzione di modifiche o aggiunte alle norme sulle corde, per tener conto dell'effetto degli spigoli di roccia e dell'invecchiamento.

È allo studio una prova dinamica per le piccozze e una prova che porti a migliorare la resistenza del becco.

Il discorso che farò su tessuti e suole corrisponde invece a pure opinioni personali, che colgo l'occasione di sottoporre ai colleghi della Commission de Sécurité della UIAA.

11.2. Cordini e fettucce

La situazione

La mancanza di norme per cordini e fettucce fa sì che essi siano oggi il punto debole della «catena di assicurazione».

Questo per due motivi:

- i fabbricanti possono mettere sul mercato merce di qualità scadente;

- mancano chiare indicazioni sulla base delle quali l'alpinista possa orientarsi per la scelta del cordino adatto.

Fortunatamente i cordini di buona marca sono fabbricati con gli stessi criteri e materiali usati per fabbricare le corde, e sono quindi affidabili. Questo può dirsi anche per la maggioranza delle fettucce.

Poiché la ditta fornisce, anche se spesso il commerciante non lo conosce, il carico di rottura statico, l'alpinista attento può fare il calcolo del numero di capi a cui deve affidare la sua sicurezza, come fra poco dirò.

Criteri per la definizione di Norme

Questi criteri sono fortunatamente molto semplici; basta infatti imporre un minimo carico di rottura a trazione lenta, senza bisogno di ricorrere a complesse apparecchiature per prove dinamiche. A prima vista potrebbe sorprendere che si possa far ricorso a una prova statica; questa possibilità dipende dal fatto che, contrariamente a quanto molti alpinisti credono, il cordino contribuisce poco, in confronto alla corda e al corpo umano, ad assorbire energia deformandosi. Questo significa che, supponendo il corpo umano rigido per voler essere pessimisti, è la deformazione della corda che determina gli sforzi. Sappiamo che in una corda UIAA lo sforzo non supera 1200 kp e quindi lo sforzo sul moschettono non supera 2200 kp. Non resta altro che preoccuparsi, per coerenza, che lo sforzo sostenuto dal moschettono (più un certo margine di sicurezza) sia sostenuto senza rottura da un opportuno numero di capi di cordino o di fettuccia.

Si noti che il richiedere la resistenza statica a sforzi di questo genere, che in realtà durano meno di un decimo di secondo, significa già tenere un buon margine di sicurezza.

Le Norme, se il progetto ormai approntato sarà mantenuto, definiranno un numero limitato di cordini (identificabili in base al loro diametro) la cui minima resistenza a rottura statica sarà definita. Cosa analoga sarà fatta per le fettucce.

L'utente potrà così calcolare facilmente il carico sopportabile da un certo numero di capi di cordino, moltiplicando questo numero per il carico di rottura e applicando la riduzione dovuta all'effetto di taglio dell'anello del chiodo e alla presenza del nodo, come ora dirò.

La riduzione di resistenza dovuta al nodo e all'anello del chiodo

Non potendo entrare in dettagli, mi limiterò a consigliare all'alpinista di usare una riduzione di un fattore 1/2 per la valutazione della resistenza:

- una riduzione massima dell'ordine del 50% si ha, per effetto del nodo, nel ramo di cordino in cui il nodo si trova;

- se il cordino (o fettuccia) passa nell'anello di un chiodo, questo esercita su ogni suo ramo un effetto di taglio che ne riduce la resistenza, grosso modo, al 50%.

Mi limito a questi cenni. Maggiori dettagli sono dati nell'articolo dedicato a questo specifico argomento in questo stesso numero del Bollettino. Esso riporta i risultati delle prove effettuate dal prof. Lorenzo Contri dell'Università di Padova e da Pit Schuberl nel 1979 e in tempi più recenti.

Tab. 1. - Caschi: riassunto delle 4 prove ad urto.

	ASSORB. ENERGIA URTO VERT.		ASSORB. ENERGIA URTO FRONTALE	PENETRAZIONE (VERT.)
Massa battente (kg)	5		5	1,5
Superficie di impatto	sferica ($r = 45 \text{ mm}$)		piana	conica, angolo al vertice 60° , punta arrotondata ($r = 0,5 \text{ mm}$)
Altezza di caduta (m)	1	2	1,5	1,5
F_{max} (kp)	600	1000	1000	la punta non deve raggiungere la testa

Tali prove consistono essenzialmente nel misurare il carico di rottura di cordini e fettucce passanti su piastre di spessore variabile con spigoli più o meno vivi oppure entro fori che simulino l'occhiello di un chiodo.

Il primo a quantificare la dipendenza del carico di rottura di una corda dallo spessore del supporto era stato G. R. Borwick (rif. 25). Contri e Schubert hanno arricchito di molto la serie di dati disponibili, mostrando fra l'altro come il carico di rottura diminuisca rapidamente quando ci si avvicina a spessori del supporto che siano rappresentativi dell'occhiello di un chiodo.

Di questi risultati si sta tenendo conto nella formulazione delle Norme che spero potranno essere approntate nel corso del 1983.

11.3. Chiodi e bicune

Anche qui le Norme mancano. Per i *bicune*¹⁷ penso che la loro formulazione non incontrerà difficoltà concettuali, non potendosi fare altro che imporre una minima resistenza a trazione statica.

Semmai si tratterà di introdurre una innovazione nello spirito delle Norme, fino ad oggi indirizzate alla ricerca di una «sicurezza assoluta» piuttosto che alla identificazione di prodotti tipici di resistenza nota.

La diversa situazione per il caso dei bicune (e dei chiodi) deriva dal fatto che per i bicune più piccoli è difficile raggiungere la resistenza dei moschettoni, cosa che per altro verso sarebbe sensato richiedere.

D'altra parte anche i piccoli bicune sono utili; ci si dovrà quindi accontentare di definire una resistenza minima per ogni tipo di bicune.

Non si è ancora discusso di questo problema in seno alla UIAA.

La difficoltà ora citata si ripresenterà a proposito dei *chiodi*, ma qui ben altre difficoltà ad essa si aggiungono, rendendo arduo il cammino verso Norme soddisfacenti. Non entro in particolari.

Dirò soltanto che il CAI si è incaricato di fare un tentativo, avvalendosi ancora una volta della consulenza del prof. Contri.

11.4. Corde: l'azione degli spigoli e l'invecchiamento

Come ho già avuto occasione di accennare, la prova fondamentale sulle corde, quella all'apparecchio Doderò, tiene conto delle più elevate trazioni che possono verificarsi in una caduta in montagna. Con trazione intendo la forza con cui la corda è tesa. Questo non significa che le tensioni (sollecitazioni delle fibre) interne alla corda siano, nella prova al Doderò, le più elevate possibili.

E difatti non lo sono: le sollecitazioni locali più pericolose si verificano, in pratica, nei punti in cui la corda colpisce spigoli più o meno taglienti. Pericolo ancora più grave di rottura di parte delle fibre di una sezione, che poi si potrebbe estendere a tutta la sezione, deriva dal riscaldamento generato dall'attrito contro lo spigolo.

Come ho già detto, l'azione degli spigoli è la causa più frequente di rottura di corde in montagna. Si è perciò (vedere punto 5.4.3) aumentato il numero di cadute che una corda deve sostenere al Doderò, nella speranza che la resistenza della corda a numerosi urti e scorrimenti sul bordo dell'anello fisso possa essere significativa dal punto di vista della resistenza all'azione degli spigoli.

Si tratta di provvedimenti temporanei, in attesa che gli studi da anni in corso presso ÖAV e DAV possano portare alla definizione di opportune Norme.

La preoccupazione per questo aspetto della resistenza ha portato ad una riduzione di interesse, negli anni recenti, per un altro problema di cui per ora le Norme non si occupano: quello dell'invecchiamento delle corde per usura e azione dei raggi UV, dell'acqua e di altre sostanze. Si tratta infatti di un pericolo assai meno grave per la sicurezza dell'alpinista di quanto non sia l'effetto degli spigoli.

Un altro motivo per l'attuale fase di stanca negli studi sull'invecchiamento risiede nella difficoltà sia pratica che concettuale di eseguire una serie significativa di prove e interpretarle, per potere giungere a definire delle norme (per esempio sulla resistenza all'irraggiamento) o quanto meno dare informazioni semplici e chiare agli alpinisti.

Mi limiterò a dire due cose:

— gli studi fatti, nei primi anni '70, da Inglesi e Australiani sull'invecchiamento delle corde giunsero a ri-

sultati poco conclusivi anche perché troppo in contrasto fra loro. Da tali studi, come pure da una serie di rilevamenti da me fatti e riportati alla UIAA nel 1972, risultò il ruolo predominante dell'irraggiamento solare e la grande importanza di definire chiaramente uno o più metodi di misurazione dell'invecchiamento. Risultati molto diversi si hanno, per esempio, se si misura il carico di rottura dinamico, oppure quello statico, oppure quello che Kosmath chiamava *Kantenarbeit*, cioè il lavoro necessario per portare a rottura un campione che passa su uno spigolo;

— fortunatamente, stando a quella che è la mia esperienza di rottura di corde usate sia al Doderò che per trazione lenta, annodate oppure no, un esame ottico-tattile della corda è un buon indice del suo stato.

L'alpinista può quindi trarne indicazioni sulla opportunità di scartare una corda.

Comunque, riduzioni di resistenza statica dell'ordine del 30% dopo due anni di uso normale sono da attendersi, sicché in attesa di migliori conoscenze mi pare opportuno invitare gli alpinisti, soprattutto i giovani squattrinati, alla prudenza.

È probabile che gli studi sull'invecchiamento delle corde riprendano fra breve, sia da parte del CAI che degli altri Membri della UIAA.

È come minimo necessario fornire prescrizioni sulla capacità protettiva della guaina (colorazione) nei confronti dei raggi UV.

11.5. Piccozza

Come avevo già accennato al punto 8.4, si sta studiando una prova di rottura del becco a percussione. Si pensa anche ad una prova che porti a ridurre il rischio di rottura del becco quando lo si usa per svitare i chiodi.

11.6. Tessuti, suole

Come ho già detto, si tratta qui di idee che sono ancora a livello preliminare e del tutto personali. Si tratterebbe, come al punto 11.3, di giungere alla definizione di tipi identificabili, ognuno dei quali abbia certe caratteristiche definite e controllate.

Per i tessuti, permeabilità all'acqua e al vento, traspirazione, resistenza. Per le suole, soprattutto caratteristiche di attrito su uno o due tipi di superficie.

Questo faciliterebbe la scelta da parte dell'alpinista, che non dovrebbe più soltanto basarsi su sue vaghe impressioni per giudicare delle caratteristiche di ciò che compra.

Porterebbe forse anche ad un progresso più rapido nello sviluppo dei materiali. Per le suole, ad esempio, ancora poco è stato tentato. Arrivo a pensare a tentativi di normalizzare vari gradi di flessibilità, in senso longitudinale e trasversale, della scarpa. Questo è un aspetto delle caratteristiche delle scarpe in cui notevoli progressi possono ancora essere fatti e meritano di essere stimolati.

Mi fa piacere concludere queste note parlando della scarpa, questo fondamentale «attrezzo» la cui evoluzione è stata protagonista della storia dell'alpinismo.

L'argomento mi interessa particolarmente perché un po' di anni fa non avrei immaginato che la scarpa potesse essere una fonte così ricca di nuove idee e soluzioni come invece si sta dimostrando, portando nell'arrampicata nuovi elementi di interesse e di divertimento.

12. RINGRAZIAMENTI

Date le mie scarse conoscenze bibliografiche, non sarei riuscito a raccogliere le notizie storiche riportate ai punti 2 e 3 senza il contributo di alcuni amici, che desidero ringraziare: Claude Bourdon, Gino Buscaini, Laurent Extermann, Giuseppe Grazian, Franco Malnati, Silvia Metzeltin, Carlo Ramella, Giovanni Rossi, Pit Schubert.

13. ERRATA CORRIGE

Poiché queste note sono concepite come annesso tecnico al testo della *edizione italiana delle Norme UIAA* (citata in fig. 3), e verranno distribuite assieme ad esso, colgo l'occasione per riportare qui le correzioni agli errori di cui in occasione del presente lavoro mi sono reso conto:

Corde	Punto B.3.4.1: 800 daN
Caschi	Punto F 3.1.2.3: 1000 daN
	Punto F 3.3.3: + 35
	Punto F 3.3.5: 1000 daN

Imbragature Punto E 1.7.2: due esemplari... Se ci sono parti portanti costruite in materiale polimero non fibroso, una terza imbragatura dovrà essere fornita.

Punto E 1.7.3: ...un esemplare di imbragatura per ogni taglia...

Punto E 6.1: condizionamento dei campioni. I tre campioni devono dapprima essere asciugati in atmosfera con umidità relativa inferiore al 10% per 24 ore: vengono poi messi in un'atmosfera di umidità relativa $65\% \pm 2\%$, temperatura $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ per 3 giorni. Se ci sono parti portanti in materiale polimero non fibroso, la terza imbragatura di cui al punto E 1.7.2, condizionata come sopra, deve essere poi provata a $-20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Gli altri due campioni vengono provati nell'atmosfera di condizionamento suddetta ($65\% \pm 2\%$, $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI¹⁸

1. Carlo Valentino, *Evoluzione dei materiali alpinistici*, Lo Scarpone, aprile 1980.
2. Emil Zsigmondy († 1885), W. Paulcke, *Die Gefahren der Alpen*, Vienna, 1911.
3. Geoffrey Winthrop Young (ed.), *Mountain Craft*, London, 1920.
4. «Pino Prati, 1902-1927», Fascicolo pubblicato a cura della Società Alpinisti Tridentini, 1958.
5. Dean Peabody, *Holding the Rope*, Appalachia, giugno 1930.
6. Richard M. Leonard, Arnold Wexler, *Belaying the Leader*, Sierra Club Bulletin, dicembre 1946, pagg. 68-100.
7. Arnold Wexler, *The Theory of Belaying*, American Alpine Journal, 1950, pagg. 379-405.
8. M. Doderò, *Vers une réglementation de la fabrication des cordes d'alpinisme*, Bulletin FFM, 1951.
9. Giulio Ravizza, *Per un centro di studi alpinistici*, Rivista del CAI, genn.-febb. 1951, pagg. 24-29.
10. Carlo Ramella, *Corde da montagna nuove; caratteristiche e proprietà*, Rivista del CAI, sett.-ott. 1951, pagg. 300-304.
11. Giovanni Bertoglio, *La resistenza dei moschettoni*, Rivista del CAI, 1952, pagg. 306-307.
12. France Avčin, *Cordes d'assurage et assurage à la corde*, «Les Alpes», genn. 1959, pagg. 34-48.
13. L. J. Griffin, *The Strength of Karabiners*, National Engineering Laboratory Report n° 162, East Kilbride, Glasgow, 1964.
14. Fédération Française de la Montagne - Commission du Matériel de Sécurité, *Label fédéral pour les cordes d'alpinisme*, texte du 1.1.1965.
15. France Avčin, *De l'utilisation en escalade artificielle de la corde à double*, «La Montagne et Alpinisme», dicembre 1966, pagg. 353-354.
16. Bollettino Ufficiale UIAA n° 35, agosto 1969.
17. Dietrich Hasse, *Kreuzsicherungstest auf der Schwaebischen Alb*, «Alpinismus», febr. 1967, pagg. 30-32.
18. Dietrich Hasse, *Seilsicherung im Umbruch*, «Alpinismus», giugno 1967, pagg. 22-23.
19. Carlo Zanantoni, *È pericoloso arrampicare con due corde «sottili»? (Proposta di modifica alle Norme UIAA)*, Rivista Mensile del CAI, settembre 1968, pagg. 413-424.
20. Carlo Zanantoni, *Resistenza delle corde e assicurazione dinamica*, Rivista Mensile del CAI, agosto 1970, pagg. 370-378.
21. F. Esclançon, *Influence des phénomènes de propagation d'onde sur la tenue au choc d'une corde de montagne*, Annuaire 1950 de la Société des Touristes du Dauphiné.
22. Piero Villaggio, *La resistenza effettiva della corda sotto strappo*, Rivista Mensile del CAI, maggio 1979, pagg. 199-203.
23. Andrea Bafile, *Un nuovo concetto in materia di assicurazione*, Rivista Mensile del CAI, marzo 1978, pagg. 113-116.
24. Deutscher Alpenverein, *Sicherheitskreis Taetigkeitsbericht 1974/1979*, DAV, 8 Muenchen 22, Praterinsel 5.
25. G. R. Borwick (NEL, Glasgow), *Mountaineering ropes*, «The Alpine Journal», 1973, pagg. 62-69.

¹⁷ Manca in italiano il termine generale corrispondente all'inglese *chock* (blocco). Il termine *bicuneo* mi sembra adatto ad indicare lo *stopper*, il termine *dado* potrebbe essere usato ad indicare gli *excentric*.

¹⁸ Come i miei appunti di storia alpinistica, così la mia bibliografia è ben lontana dall'avere ambizioni di completezza. Chiedo scusa a coloro i cui contributi ho involontariamente trascurato.