

# Catena di assicurazione e normative

## INDICE

### Premessa

#### **Principi della catena di assicurazione**

- Richiami di fisica: dinamica, peso, la caduta dei corpi, energia potenziale ed energia cinetica
- Sollecitazioni sul corpo umano in seguito a caduta
- Energia cinetica e deformazione della corda
- Differenza tra corda bloccata e corda frenata
- Fattore di caduta
- Forza di impatto o di arresto
- Sollecitazione sulla sosta a corda bloccata senza rinvii
- Aumento della forza d'arresto nei voli successivi
- Effetto carrucola
- Attrito prodotto dal moschettone
- Carico di rottura di un rinvio
- Assicurazione dinamica e funzione dei freni
- Prove di caduta con freno senza rinvio
- Prove di caduta con freno in presenza di rinvii
- Fasi della trattenuta dinamica
- Rinvii angolati e aumento delle forze sul rinvio
- Illustrazione delle tecniche di assicurazione dinamica

#### **Materiali e normative**

- Normativa internazionale: norme U.I.A.A. e norme CEN
- Norme CEN e marchiatura CE
- Corde
  - Caratteristiche generali
  - Caratteristiche meccaniche richieste-Normativa U.I.A.A.-EN 892
  - Decadimento delle prestazioni dinamiche delle corde
- Cordini e fettucce
- Imbracatura
- Moschettoni (connettori)
- Viti e chiodi da ghiaccio
  - Generalità
  - Viti da ghiaccio
  - Chiodi da ghiaccio a percussione
  - Chiodi da roccia
- Blocchi da incastro fissi e regolabili

## PREMESSA

120

*La catena di assicurazione considera tutti gli elementi che concorrono alla sicurezza della cordata nel caso in cui si verifichi una caduta. Oltre ai componenti essenziali quali corda, cordini, fettucce, imbracatura e moschettoni viene anche studiato il comportamento dei freni e degli ancoraggi naturali e artificiali. Premettendo che il volo in ambiente di montagna è visto sempre come un evento non abituale e che va evitato, la “catena di assicurazione” si pone l’obiettivo di ridurre al minimo i danni sia a colui che cade, sia a chi, in sosta, sta assicurando. Infatti, anche colui che assicura può subire seri traumi causati ad esempio dalle bruciature prodotte da uno scorrimento eccessivo della corda dentro la mano oppure dallo sbattere violentemente contro la parete.*

*Dopo aver richiamato alcuni concetti propedeutici di fisica, si parlerà delle sollecitazioni che subiscono l’alpinista, l’ancoraggio di sosta e l’ultimo rinvio in caso di volo del primo di cordata sia con corda bloccata che con corda frenata.*

*Mentre nel capitolo 2 si sono trattati gli aspetti essenziali degli elementi che partecipano alla catena di assicurazione nel presente capitolo, all’interno della sezione “materiali e normative” si evidenziano dettagli tecnici e norme relativi a corde, cordini, fettucce, moschettoni e imbracatura.*

*Quindi verranno citate le principali tecniche di assicurazione dinamica le cui caratteristiche verranno sviluppate nel capitolo 9.*

*Per una trattazione più completa delle caratteristiche dei materiali, nonché per l’approfondimento delle tecniche di assicurazione, si rimanda alla letteratura specifica prodotta dalla Commissione Centrale Materiali e Tecniche e dalle Commissioni Materiali e Tecniche VFG e Lombarda operanti a livello regionale.*

## PRINCIPI DELLA CATENA DI ASSICURAZIONE

### Richiami di fisica

#### Dinamica

I corpi tendono a mantenere il loro stato di quiete o di moto finché non intervengono forze esterne a modificarlo: ad esempio un'automobile ferma si muove se la spinge la forza del motore, oppure, su una strada in pendenza, la forza di gravità. Un corpo che si muove con moto rettilineo uniforme è dotato di velocità costante; invece nel moto non uniforme la velocità si modifica, cioè si parla di accelerazione.

Una forza costante applicata a un corpo produce un'accelerazione. Se la forza raddoppia anche l'accelerazione raddoppia, in altre parole si dice che l'accelerazione è direttamente proporzionale all'intensità della forza che l'ha provocata. La massa esprime la quantità di materia contenuta in un corpo e, quando ad esso viene applicata una forza, la massa appare come una misura della resistenza che il corpo oppone alla variazione della propria velocità o stato di quiete. La relazione che lega la massa del corpo, la forza e l'accelerazione è la seguente:

$$a = F/m$$

si può anche esprimere  $F = m \cdot a$

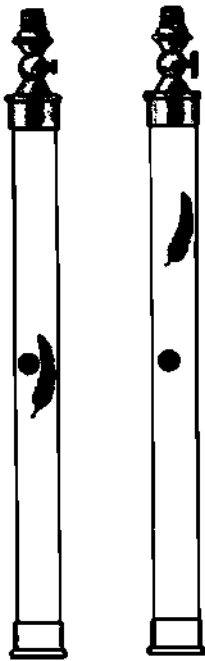
oppure  $m = F/a$

Nel Sistema Internazionale (SI) l'unità di misura della forza è il NEWTON (N) che corrisponde all'intensità della forza che agendo su un corpo avente la massa di 1 kg gli imprime una accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$

Una forza costante applicata a un corpo produce un'accelerazione. Se la forza raddoppia anche l'accelerazione raddoppia, in altre parole si dice che l'accelerazione è direttamente proporzionale all'intensità della forza che l'ha provocata.

Nel Sistema Internazionale (SI) l'unità di misura della forza è il NEWTON (N) che corrisponde all'intensità della forza che agendo su un corpo avente la massa di 1 kg gli imprime una accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$

1 daN  
(deca Newton)=10 N  
1 kN  
(chilo Newton)=1000 N



C04-01 Caduta senza aria

Nel contenitore di destra è presente aria e il sasso e la piuma cadono con velocità diverse a causa della resistenza dell'aria. Invece, nel contenitore di sinistra dal quale è stata tolta l'aria, il sasso e la piuma cadono con la medesima velocità.

Il valore dell'accelerazione di gravità "g", in ogni dato luogo della superficie terrestre è uguale per tutti i corpi; in assenza di aria essi cadrebbero con pari velocità.

1 daN (deca newton)=10 N

1 kN (chilo newton)=1000 N

Dal principio si traggono alcune importanti conseguenze: una stessa forza applicata a due corpi diversi imprime l'accelerazione maggiore a quello che possiede la massa minore.

## Peso

**La forza di gravità o peso (P) è la forza a cui sono soggetti tutti i corpi sulla Terra** dei quali determina la caduta verso il basso quando non siano sostenuti o vincolati. I corpi che cadono liberamente sotto l'effetto della gravità obbediscono alla legge della dinamica  $P=m \cdot g$ .

**Il valore dell'accelerazione di gravità "g",** in ogni dato luogo della superficie terrestre è uguale per tutti i corpi. Per cui un sassolino o un macigno cadrebbero con la medesima velocità se non vi fosse la resistenza dell'aria. La figura C04-01 illustra l'effetto dell'aria: nel tubo di sinistra, in cui è stata tolta l'aria, la piuma e la pallina cadono contemporaneamente; viceversa in presenza di aria i due oggetti scendono con velocità diverse.

Analogamente due paracadutisti di pari peso acquistano velocità differenti a seconda della posizione che assumono durante la caduta. Da notare tuttavia che tale concetto non si applica al caso della caduta di un alpinista legato alla corda; infatti si tratta di voli relativamente modesti, troppo limitati perché la resistenza dell'aria abbia effetto.

La forza di gravità, o peso, è proporzionale alla massa; per cui se tutti i corpi cadono con uguali velocità, il corpo con massa maggiore è tra-

scinato da una forza più grande. Pertanto ad una massa più grande corrisponde un peso (cioè una forza) superiore.

L'accelerazione di gravità, in media, sulla superficie terrestre ha un valore di  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Nel sistema pratico (valido per la Terra) si è preso il chilogrammo-peso (o chilogrammo-forza) come unità di misura della forza.

La relazione che lega le misure tra il sistema SI e il sistema pratico è la seguente:

la massa di 1 kg, sotto l'azione della forza di 1 N, si muove con l'accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ ; la stessa massa, sotto l'azione del suo peso (1 kg-peso) si muove con accelerazione di gravità  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ .

**1 kg-peso=9,8 N** uguale a circa 1 daN  
ad esempio 22 kN equivalgono a circa 2200 kg peso (kgp) o kg forza (kgf).

## La caduta dei corpi

Un corpo C di massa m sospeso ad una certa altezza h dal suolo è soggetto alla forza di gravità o peso  $P=m*g$ .

Una volta lasciato libero di cadere il corpo è soggetto all'accelerazione di gravità che si può ritenere costante. Trascurando la resistenza dell'aria il moto di caduta libera diretto verso il basso si considera uniformemente accelerato, cioè la velocità continua ad aumentare e valgono le seguenti leggi:

$$v=g*t \quad (v=\text{velocità}; t=\text{tempo})$$

$$h=1/2*g*t^2 \quad (h=\text{spazio percorso o altezza di caduta})$$

dalle quali si può determinare la velocità che acquista il corpo in caduta libera.

$$v=\sqrt{2*g*h}$$

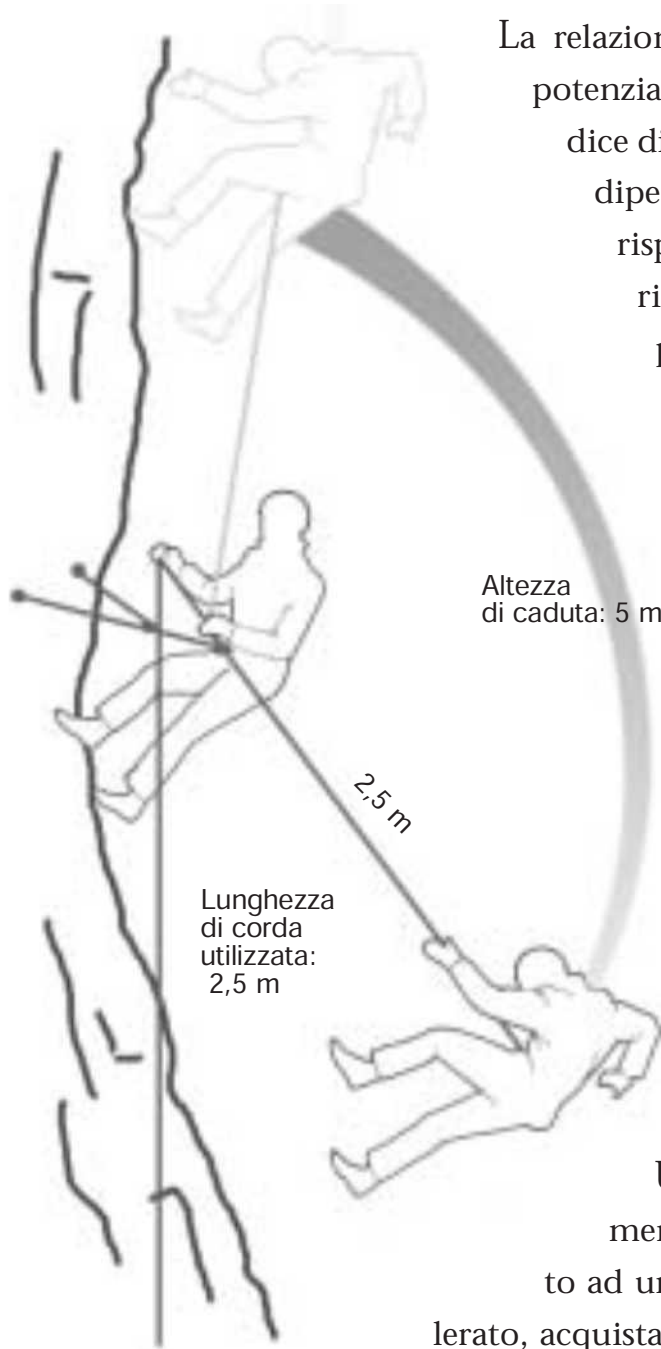
**Un corpo C di massa m sospeso ad una certa altezza h dal suolo è soggetto alla forza di gravità o peso  $P=m*g$ .**

**Una volta lasciato libero di cadere il corpo è soggetto all'accelerazione di gravità che si può ritenere costante.**

## Energia potenziale ed energia cinetica

Per sollevare un peso a un'altezza  $h$  (ad esempio 5 m) occorre un lavoro che si misura con la relazione  $L=P * h$

Questo lavoro corrisponde a quello che il corpo di peso  $p$  può fornire cadendo dalla medesima altezza  $h$ .



La relazione  $L=P * h$  misura l'energia potenziale del sistema, energia che si dice di posizione o di gravità perché dipende dalla posizione del corpo rispetto al livello scelto come riferimento dell'altezza  $h$ . Il primo di cordata, che dopo essere salito di 5 metri si ferma, è dotato di energia potenziale. Si tratta di una energia "immagazzinata" che dipende dall'oggetto e dalla forza di gravità che lo attrae verso il basso. L'energia di movimento, per il fatto di essere immediatamente visibile sotto forma di moto di un corpo, viene detta cinetica, anziché potenziale.

Un corpo che cade liberamente dall'alto, e quindi soggetto ad un moto uniformemente accelerato, acquista una energia cinetica espressa dalla seguente relazione:  $E=1/2m*v^2$

Se prendiamo in esame un corpo sospeso ad una certa altezza  $h$  da un certo punto di riferimento, la sua energia cinetica è nulla mentre quella potenziale vale  $L=P*h=m*g*h$ ; poiché, per la legge di conservazione dell'energia la somma delle due energie si mantiene costante durante il moto, se un alpinista legato cade, man mano che si avvicina al suolo perde energia potenziale e acquista energia cinetica.

Nel momento in cui la corda lo blocca la sua energia potenziale si annulla mentre quella cinetica assume il valore massimo. In quell'istante l'alpinista è dotato di una velocità  $v=\sqrt{2*g*h}$  e l'energia cinetica posseduta sarà  $E=1/2 m (\sqrt{2*g*h})^2=m*g*h=L$ .

L'unità di misura dell'energia è il joule (j).

Pertanto l'energia potenziale si è trasformata tutta in energia cinetica in accordo col principio di conservazione dell'energia meccanica. In figura C04-03 sono mostrati tre esempi di un alpinista che compie voli diversi: da fermo l'energia potenziale è massima e dipende dall'altezza di caduta, mentre l'energia cinetica è nulla. Viceversa, appena prima di essere trattenuto dalla corda, l'energia potenziale è nulla mentre quella cinetica risulta massima.

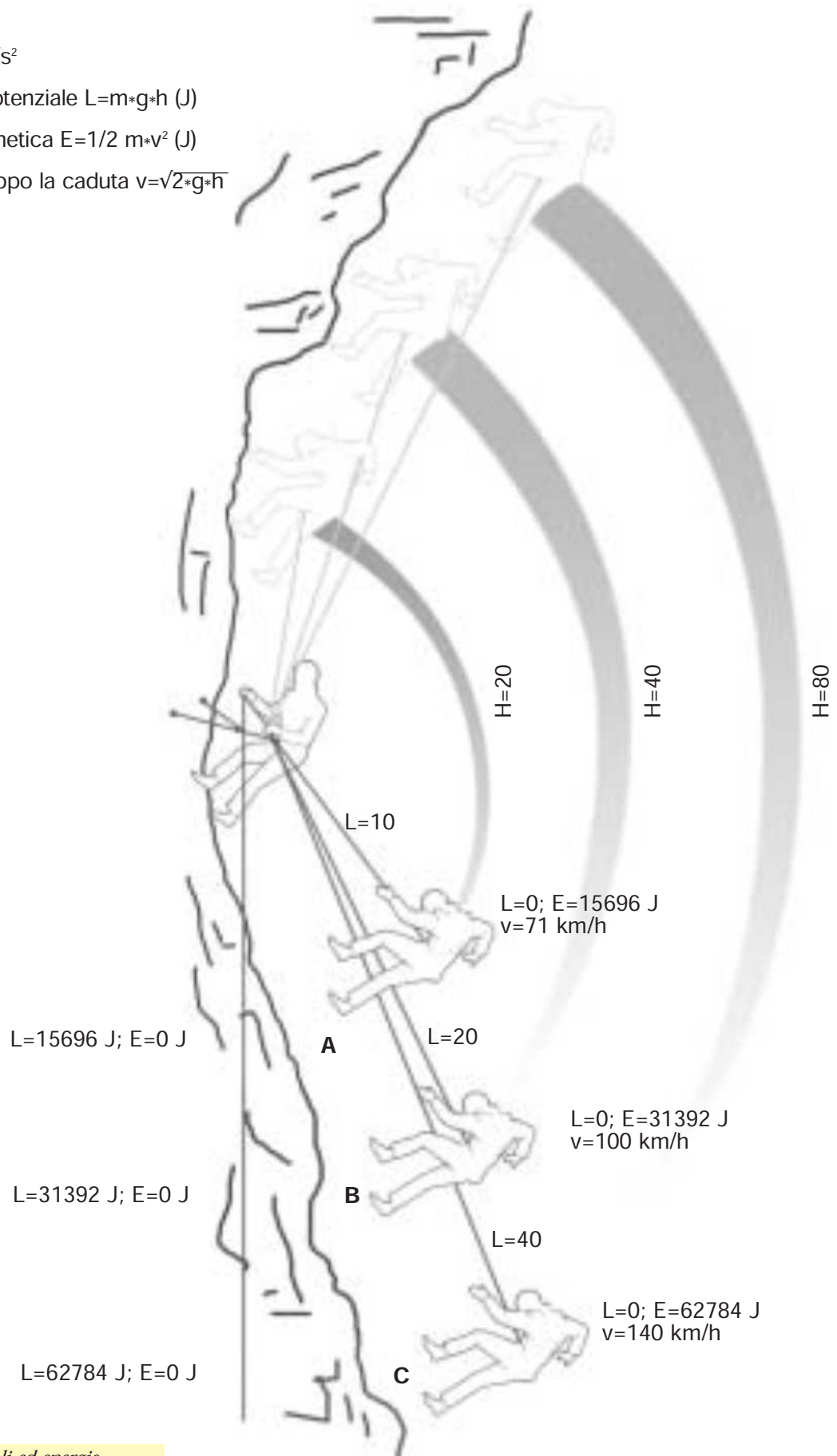
$m = 80 \text{ kg}$

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Energia potenziale  $L = m \cdot g \cdot h \text{ (J)}$

Energia cinetica  $E = 1/2 m \cdot v^2 \text{ (J)}$

Velocità dopo la caduta  $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$





## **Sollecitazioni sul corpo umano in seguito a caduta**

Iniziamo a trattare i componenti della catena di assicurazione analizzando cosa succede quando un corpo umano cade, allo scopo di determinare qual'è l'elemento essenziale, tra corda, imbracatura, rinvii ecc., che elimina o quanto meno riduce eventuali danni ai componenti della cordata.

Si consideri che cosa può accadere agli organi interni in caso di volo, in cui il corpo umano non urti contro la parete e la caduta sia arrestata dall'intervento esclusivo della catena di assicurazione. Il considerare questo caso limite ci dà la possibilità di confrontarci con fenomeni che si verificano normalmente in altre attività come ad esempio nel paracadutismo.

In ricerche e studi svolti dall'aeronautica francese, in particolare durante il secondo conflitto mondiale, è stato scoperto che in alcuni casi, all'apertura del paracadute si verificavano danni agli organi interni. Questi danni erano collegati all'accelerazione, o meglio alla decelerazione, che il corpo umano subiva al momento dell'apertura del paracadute.

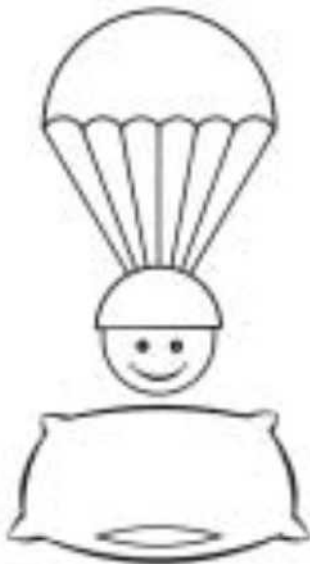
Se un corpo viene accelerato, o decelerato, esso diviene sede di forze di inerzia.

Nel caso del corpo umano, al verificarsi di una caduta, e conseguentemente all'entrata in azione della corda, si ha come effetto una forte decelerazione e la formazione delle corrispondenti forze d'inerzia che, attraverso l'imbracatura, sono trasmesse alla corda.

Paracadute troppo piccoli implicano un effetto frenante troppo basso, tale per cui il paracadu-

**Si consideri che cosa può accadere agli organi interni in caso di volo, in cui il corpo umano non urti contro la parete e la caduta sia arrestata dall'intervento esclusivo della catena di assicurazione.**

**Nel caso del corpo umano, al verificarsi di una caduta, e conseguentemente all'entrata in azione della corda, si ha come effetto una forte decelerazione e la formazione delle corrispondenti forze d'inerzia che, attraverso l'imbracatura, sono trasmesse alla corda.**



*C04-04 Paracadute: il diametro del paracadute determina la violenza della decelerazione (Valore di sicurezza sopportabile 15 g)*



**g=accelerazione di gravità**

*C04-05 Decelerazione*

tista rischierà quantomeno gravi traumi agli arti inferiori al contatto con il suolo.

Paracadute molto ampi invece causano l'effetto negativo di cui si parlava in precedenza: dopo il lancio e la conseguente accelerazione del corpo, che ne annulla la sensazione di peso durante il volo libero, all'apertura del paracadute la decelerazione può risultare talmente forte da far perdere i sensi al paracadutista, anche se questo si trova in posizione eretta. Di fronte a questi dati e considerazioni, i ricercatori si sono posti il problema di valutare il massimo valore di decelerazione sopportabile, per poi dimensionare di conseguenza il diametro del paracadute. Tale valore è stato definito in 15 volte g, dove g è il valore dell'accelerazione di gravità convenzionale. Mettiamo fin d'ora in evidenza che **il valore di 15 g è il limite di sicurezza, sopportabile peraltro per tempi molto brevi.** È opportuno chiarire, inoltre, che si parla di accelerazione o decelerazione esattamente alla stessa maniera, in quanto non cambia l'effetto sul corpo umano.

**Il valore di 15 g, applicato ad una massa di 80 kg, che è la massa di riferimento di un alpinista, ed è anche il valore assunto dall'U.I.A.A. per le prove sui materiali, equivale ad una forza di 1200 daN o 12 kN (circa 1200 kgp), limite di sicurezza fisiologico.**

Nel tentativo di applicare questi concetti all'alpinismo, cerchiamo di definire quale può essere il paracadute dell'alpinista. In alpinismo una brusca decelerazione si può verificare quando contemporaneamente accadono alcuni eventi, e cioè: la corda resta per qualche motivo bloc-

cata in sosta, oppure viene bloccata su uno spuntone o in una fessura. In questi casi la condizione è simile a quella del paracadute troppo grande, cioè situazione che si vuole e che dobbiamo evitare.

Come si era già detto, si vede l'utilità di ricorrere a questo caso limite per valutare le sollecitazioni massime e quindi le caratteristiche da richiedere alle corde.

Se invece la corda scorre dentro un freno, la decelerazione che si raggiunge sarà minore rispetto ai casi, prima esemplificati, del suo bloccaggio.

Nel caso limite di corda bloccata, essa si comporta come un elastico e determina un arresto graduale della caduta; la corda è in tal caso "il paracadute" dell'alpinista. Le norme U.I.A.A.-CEN prescrivono appunto che le corde si deformino almeno quanto è necessario perché la punta massima della forza d'arresto non superi il valore di 1200 daN; d'altra parte richiedono alla corda una rigidità sufficiente per lo svolgimento di tutte le manovre relative al suo impiego.

Ovviamente la caratteristica fondamentale da richiedere a una corda è che non si rompa nel trattenere una caduta. A questo scopo le suddette norme, facendo ancora riferimento al caso limite di corda semplice bloccata, prescrivono che essa resista ad almeno 5 cadute di una massa di 80 kg, come si dirà più avanti.

**Nel caso limite di corda bloccata, essa si comporta come un elastico e determina un arresto graduale della caduta; la corda è in tal caso "il paracadute" dell'alpinista. Le norme U.I.A.A.-CEN prescrivono appunto che le corde si deformino almeno quanto è necessario perché la punta massima della forza d'arresto non superi il valore di 1200 daN.**

## Energia cinetica e deformazione della corda

Analizziamo ora l'energia cinetica che deve essere neutralizzata dalla capacità di deformazione della corda. Nel caso dell'alpinista che cade, l'energia cinetica è nulla quando l'alpinista sta per cadere e alla fine del volo quando il corpo è di nuovo fermo; essa invece sarà massima praticamente nel momento in cui la corda inizia l'azione frenante vera e propria. L'energia cinetica che il corpo possedeva un attimo prima dell'inizio dell'azione della corda finisce tutta nella catena di assicurazione. Ma dove all'interno della catena? Il dove dipende dalle modalità con cui la catena sta funzionando. **Se la corda è bloccata in sosta, allora l'energia è andata a finire quasi tutta in deformazione della corda.**

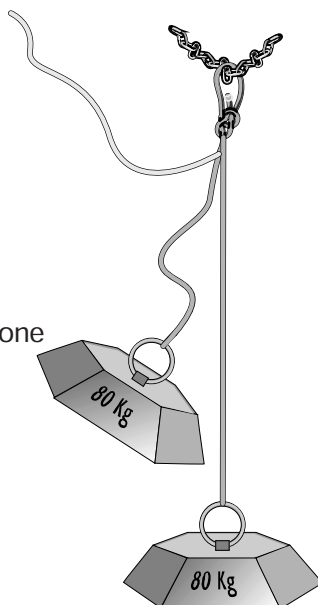
*C04-06 Energia cinetica e deformazione*

### LA CORDA, DEFORMANDOSI, ASSORBE QUASI TUTTA L'ENERGIA

lunghezza corda 5 m  
altezza volo 10 m

energia cinetica  
800 daN·m

il lavoro di deformazione è di circa 800 daN·m



lunghezza corda 10 m  
altezza volo 20 m

energia cinetica  
1600 daN·m

il lavoro di deformazione è di circa 1600 daN·m



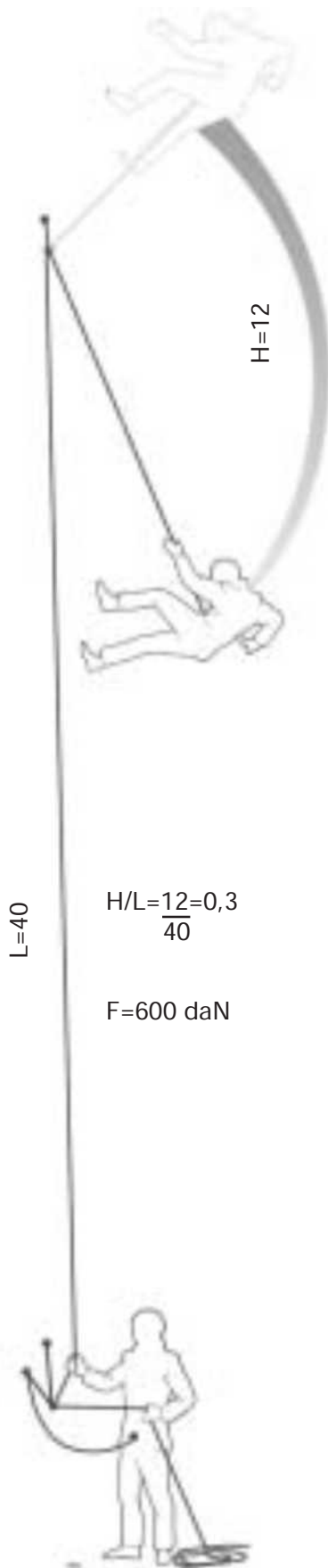
## Differenza tra corda bloccata e corda frenata

Anticipiamo in questa sezione una affermazione che verrà meglio spiegata in seguito: se invece, nella catena di assicurazione, c'è un freno (1/2 barcaiolo, tuber, otto, sticht,...), buona parte dell'energia di caduta (energia cinetica) va a finire nel freno e non nell'allungamento della corda. Tutto questo in quanto la corda comincia a scorrere nel freno che, dissipando energia, la trasforma da cinetica in termica per mezzo delle forze di attrito. Bisogna capire a fondo questa differenza di situazioni per non generare confusione, in seguito, sull'utilità di concetti come fattore di caduta e forza di arresto. La figura C04-07 illustra a sinistra un dispositivo che blocca la corda (GRI-GRI) mentre a destra è mostrato un freno (mezzo barcaiolo).

DOVE VA A FINIRE  
L'ENERGIA DI CADUTA?



C04-07 Corda bloccata e frenata

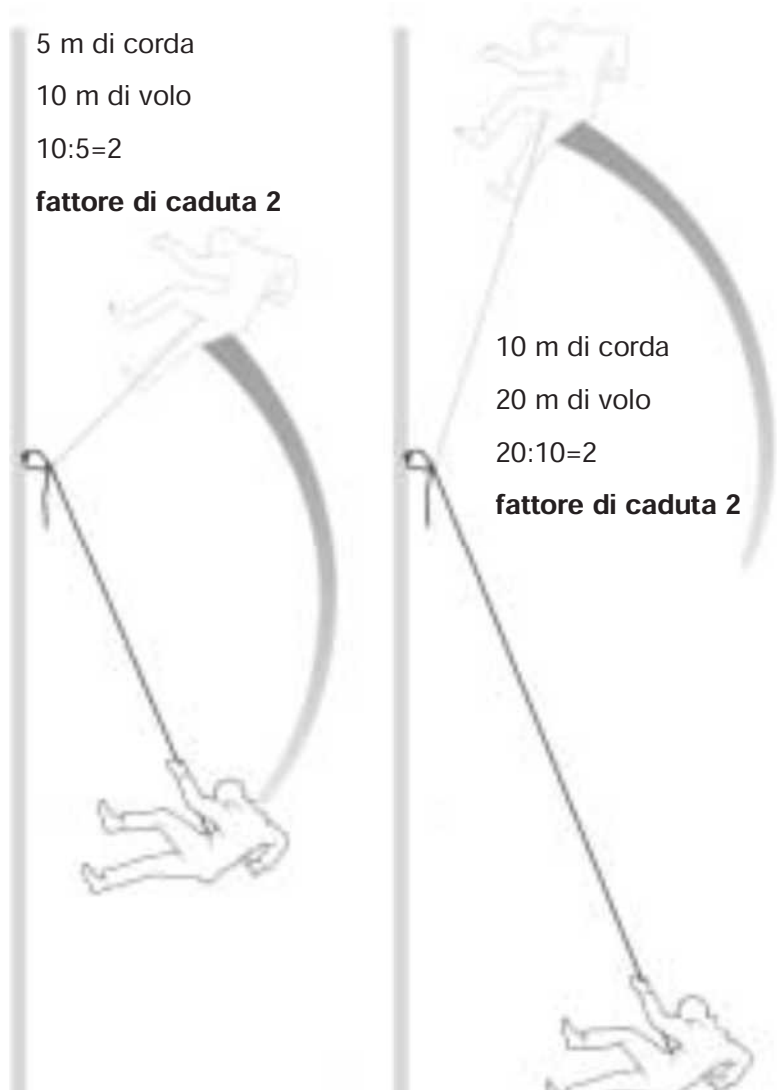


C04-08 Fattore di caduta (1)

## Fattore di caduta

L'energia in gioco in una caduta dipende dall'altezza di quest'ultima e viene assorbita dalla corda, come energia di deformazione. Maggiore è l'altezza di caduta, maggiore sarà l'energia cinetica da dissipare. Si osserva che lo sforzo massimo, nel caso di corda bloccata, dipende unicamente dal **rapporto tra altezza di caduta e lunghezza di corda interessata**; questo rapporto prende il nome di "Fattore di caduta" (fc).

### IL FATTORE DI CADUTA SI DETERMINA A CORDA BLOCCATA



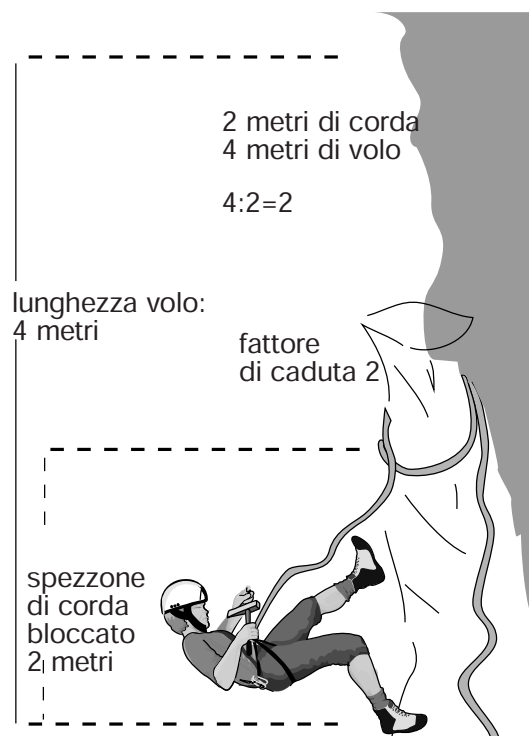
C04-09 Fattore di caduta (2)

Analizziamo qualche esempio: se ci si alza dalla sosta per 5 metri senza mettere rinvii e improvvisamente si cade, il volo sarà di 10 metri, mentre la lunghezza di corda in grado di assorbire energia sarà di 5 metri, da cui il fattore di caduta  $10/5=2$ ; se invece ci si alza di 10 metri, sempre senza rinvii, il volo sarà di 20 metri e la corda interessata ne misurerà 10, per cui il fattore di caduta  $20/10=2$  è identico al precedente e identica sarà la forza massima con cui la corda reagisce, sempre supposto che sia bloccata in sosta.

Naturalmente in arrampicata si usano i freni, ma **il volo a corda bloccata è una situazione che può capitare realmente** quando è impedito lo scorrimento della corda che va in tensione, ad esempio per incastro della corda in una fessura o perché si avvolge attorno ad uno spuntone o ancora per utilizzo improprio di un freno. Nella pratica dell'alpinismo, al di fuori delle vie ferrate, il valore massimo di  $fc$  corrisponde al caso in cui nella progressione verticale non sono presenti rinvii tra l'ancoraggio di partenza (sosta) e il corpo che cade (alpinista 1° di cordata), ed è pari a 2; oppure come si detto quando, in seguito ad una caduta del primo, la corda si blocca su uno spuntone.

### Fattore di caduta superiore a 2 nelle vie ferrate e impiego di un dissipatore

La conoscenza del fattore di caduta, inoltre, permette di comprendere l'assoluta necessità del dissipatore nell'assicurazione lungo le funi d'acciaio, tese verticalmente, delle ferrate; in questa situazione si potrebbero verificare fattori di caduta 5,6,7 e più, alle quali nessuna corda reggerebbe. È pertanto necessario disporre di un **set da fer-**

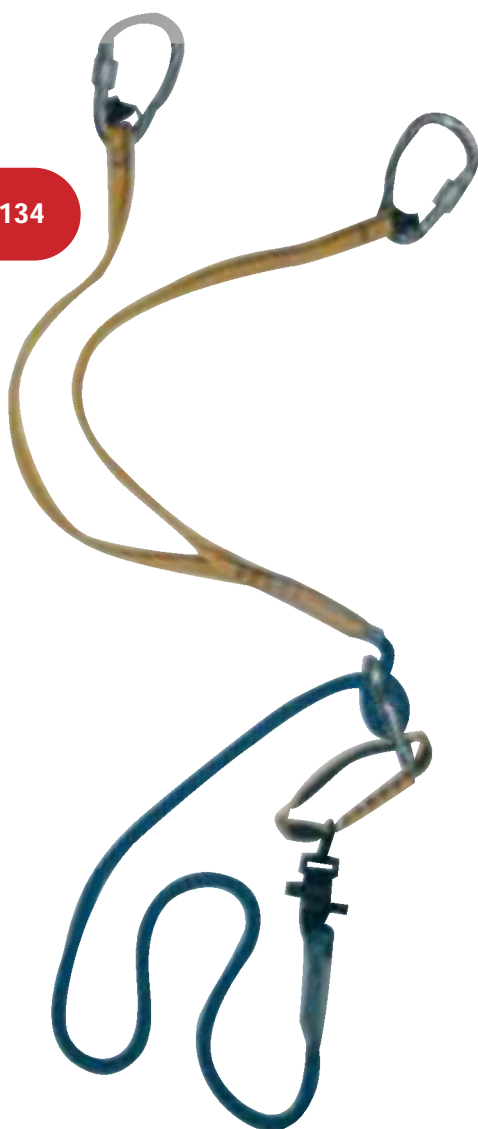


C04-10 Corda bloccata da spuntone



C04-11 Caduta in ferrata

134



C04- 12 Set ferrata

**rata completo e preconfezionato** dal costruttore secondo le norma europea EN 958 e costituito da un dissipatore, corda e due moschettoni adeguati. Tra le varie specifiche la norma impone un valore massimo per la forza di arresto di 6 kN e che lo scorrimento della corda all'interno del dissipatore deve iniziare a carichi superiori a 1,2 kN. Pertanto un set assemblato acquistando le singole parti non è a norma. Solo un sistema omologato EN 958 dà la completa garanzia del corretto funzionamento.

### **Forza di impatto o di arresto**

La forza di impatto è la forza che agisce sulla corda e sull'alpinista al momento dell'arresto della caduta, ossia nel momento in cui tale forza raggiunge il suo valore massimo.

Quando la corda entra in azione per trattenere l'alpinista che cade, comincia a tendersi e ad allungarsi, quindi ad assorbire energia. La tensione della corda, ossia la forza che agisce su di essa e che si scarica sull'alpinista, aumenta progressivamente fino a toccare il valore più elevato in corrispondenza al massimo allungamento della corda, cioè al momento di arresto della caduta; di qui il termine "forza d'arresto".

Tale valore dipende dalle caratteristiche di deformabilità della corda: a parità di massa che cade e di fattore di caduta, corde poco deformabili ("rigide") determinano forze di arresto elevate, pericolose per l'alpinista e per gli ancoraggi, mentre si ottengono valori bassi con corde molto deformabili ("elastiche"), che sono però poco pratiche nelle manovre. Una buona corda dovrà perciò rappresentare il giusto compromesso tra le esigenze di funzionalità e la necessità di contene-



re la forza di arresto entro limiti accettabili anche nelle peggiori condizioni di caduta. Al riguardo, le normative U.I.A.A. e EN stabiliscono che la forza d'arresto, alla prima caduta - per un volo a corda bloccata con massa di 80 kg a fattore di caduta 2 -, non debba superare il valore di 1200 daN.

A parità di resistenza dinamica (numero di cadute sopportate senza rompersi secondo le suddette norme) è sempre da preferire una corda caratterizzata da bassa forza d'arresto al fine di limitare i danni ad alpinista ed ancoraggi in caso di volo. In realtà sono commercializzate corde semplici che presentano una forza di arresto ben inferiore al valore limite con valori che vanno da 700 daN a 950 daN.

Attenzione, infine, a non confondere la forza d'arresto con il carico a rottura della corda, che è la forza necessaria da applicare per romperla. Il carico a rottura, sempre ben superiore alla forza d'arresto, è un parametro di scarso interesse per l'alpinista e comunque poco importante ai fini della scelta di una buona corda, anche se può fornire utili informazioni sulle sue caratteristiche. A titolo orientativo si può affermare che per una mezza corda il carico di rottura vale circa 16 kN (20 volte il peso di un alpinista di 80 kg), mentre per una corda semplice vale circa 24 kN (30 volte il peso di un alpinista di 80 kg).

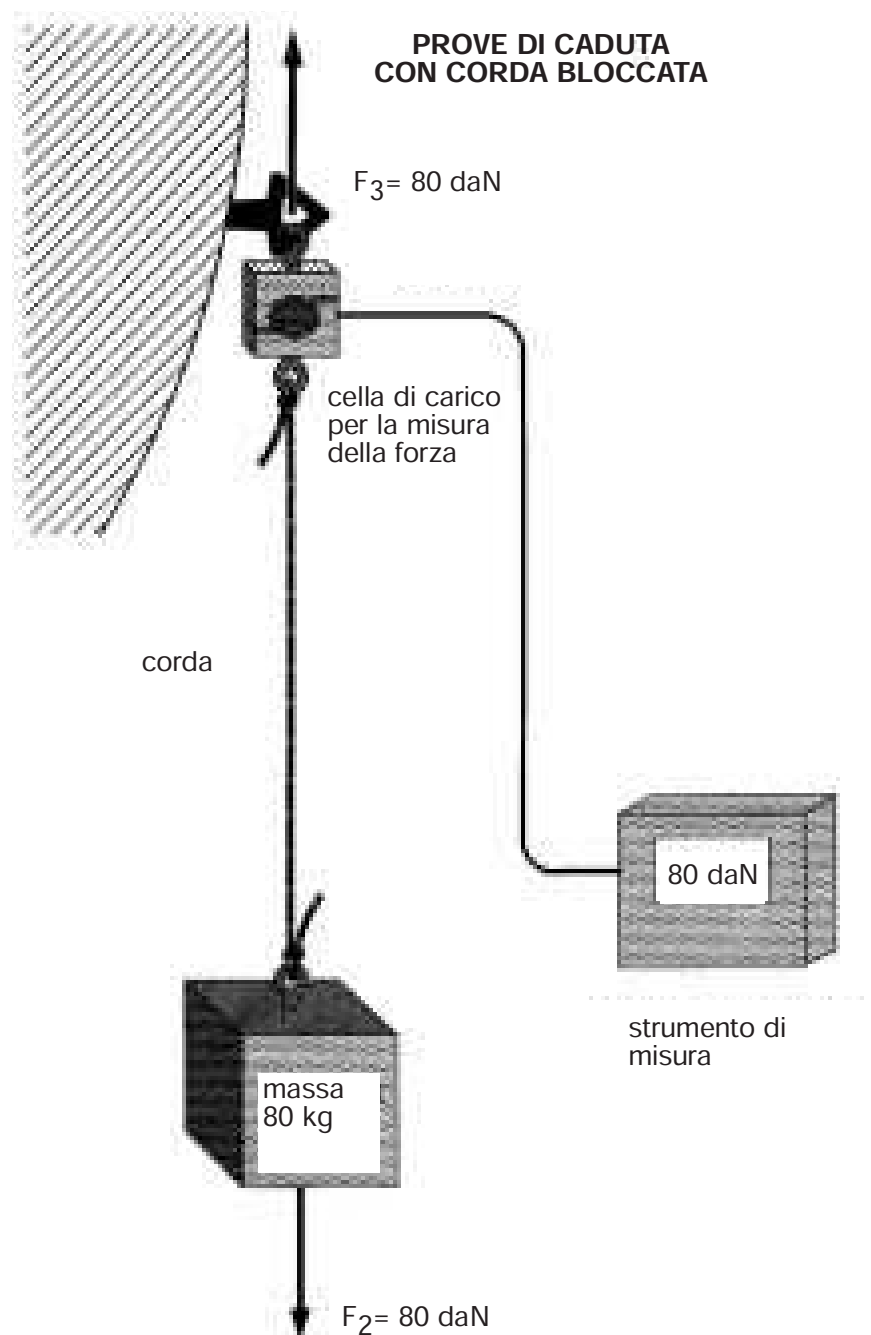
**A parità di resistenza dinamica (numero di cadute sopportate senza rompersi secondo le suddette norme) è sempre da preferire una corda caratterizzata da bassa forza d'arresto al fine di limitare i danni ad alpinista ed ancoraggi in caso di volo.**

## Sollecitazione sulla sosta a corda bloccata senza rinvii

Appendendo una massa ad un rinvio o anche ad una sosta, l'ancoraggio viene sollecitato da una forza peso analoga.

Il trasduttore di forze, rappresentato da una cella di carico, applicato al rinvio e collegato allo strumento indicatore rileva una forza di 80 daN appendendo un peso di 80 kg.

136



Si ipotizza ora il caso di una corda bloccata alla sosta e di un alpinista che in fase di salita cada senza prima aver posizionato dei rinvii: l'altezza del volo è sempre doppia rispetto alla lunghezza della corda interessata.

La corda assorbe l'energia cinetica e si allunga in modo diverso a seconda dell'altezza di caduta o di volo.

Per essere precisi con "altezza del volo" si è indicato il "volo libero", cioè fino al momento in cui entra in tensione la corda: l'altezza del volo totale è data dalla somma del volo libero più l'allungamento della corda

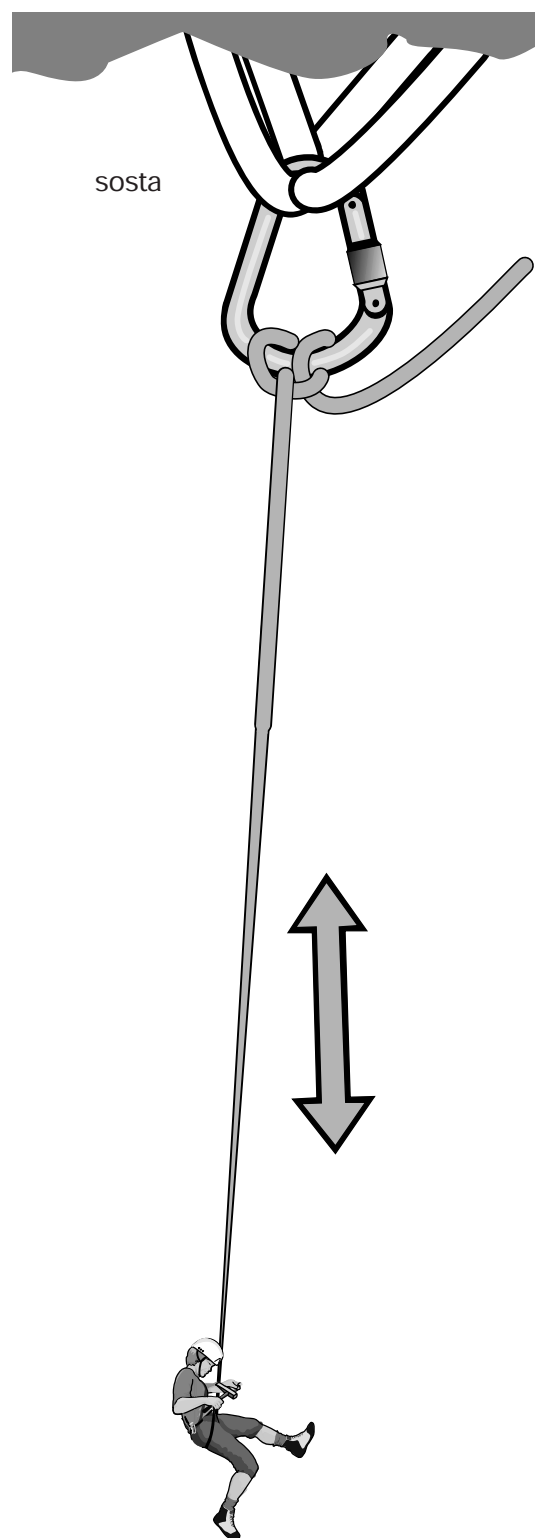
Nel primo caso l'altezza del volo è di 8 m, mentre nel secondo caso è di 20 m: in entrambe le situazioni la sollecitazione che riceve l'alpinista equivale alla forza di arresto della corda che è stata ipotizzata pari a 1000 daN.

Se si fosse scelta una corda con  $f_a=1200$  daN (il valore massimo consentito ai costruttori), la sosta, in assenza di rinvii intermedi, avrebbe ricevuto una sollecitazione analoga all'impatto subito dall'alpinista cioè 1200 daN.

caso a: volo di 4+4 m  
sollecitazione sulla sosta: 1000 daN

caso b: volo di 10+10 m  
sollecitazione sulla sosta: 1000 daN

forza di arresto sull'alpinista  
caso a: 1000 daN  
caso b: 1000 daN



## Aumento della forza d'arresto nei voli successivi

Le prove a corda bloccata, con fattore di caduta 2, rappresentano il test più impegnativo per una corda d'alpinismo e permettono di valutarne le caratteristiche e il degrado delle sue prestazioni dovuto all'usura.

Mostriamo i risultati di alcune prove svolte dal gruppo di lavoro della CMT del VFG presso la Torre di Padova.

La tabella C04-15 riporta i valori della forza di arresto registrata sulla sosta con uno spezzone di corda semplice già usata, bloccata in sosta e **fattore di caduta 1**.

FC=1	Altezza di caduta (m)	1° volo <i>fa</i> (daN)	2° volo <i>fa</i> (daN)	3° volo <i>fa</i> (daN)
Lunghezza spezzone=2 m	2	520	642	705
Lunghezza spezzone=4 m	4	517	643	717

C04-15 Voli e forze di arresto

La tabella C04-16 riporta i valori della forza di arresto registrata sulla sosta con uno spezzone di corda semplice già usata, bloccata in sosta e **fattore di caduta 2**.

FC=2	Altezza di caduta (m)	1° volo <i>fa</i> (daN)	2° volo <i>fa</i> (daN)	3° volo <i>fa</i> (daN)
Lunghezza spezzone=2 m	4	707	914	1023 rottura spezzone
Lunghezza spezzone=4 m	8	759	951	1138 rottura spezzone

C04-16 Voli e forze di arresto

- Possiamo osservare che il valore della forza di arresto non dipende dalla lunghezza del volo, bensì dal fattore di caduta: si passa infatti dai circa 500 daN nel caso di  $FC=1$  ai circa 700 daN nel caso di  $FC=2$ .
- Si nota che nei voli successivi al primo il valore della forza di arresto è aumentato: ciò è dovuto al danneggiamento progressivo della corda e di conseguenza alla sua diminuita elasticità.

### Effetto carrucola

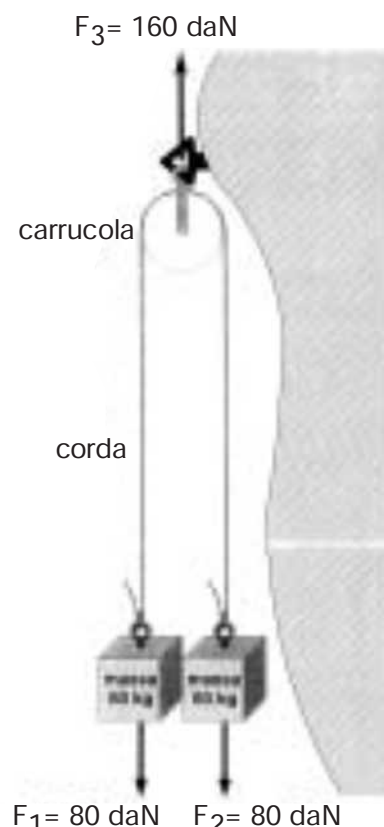
Prendiamo ora in esame la sollecitazione che riceve un rinvio intermedio con alcuni esempi di situazione “in quiete” cioè studiando carichi appesi e non in movimento.

Nel primo caso (propedeutico) sul rinvio viene posizionata una puleggia che produce sulla corda un attrito trascurabile. Per trattenere il peso di 80 kg applicato sul ramo di sinistra bisogna applicare 80 kg sul ramo di destra. Si osserva che il rinvio deve sostenere la somma delle due sollecitazioni cioè 160 daN.

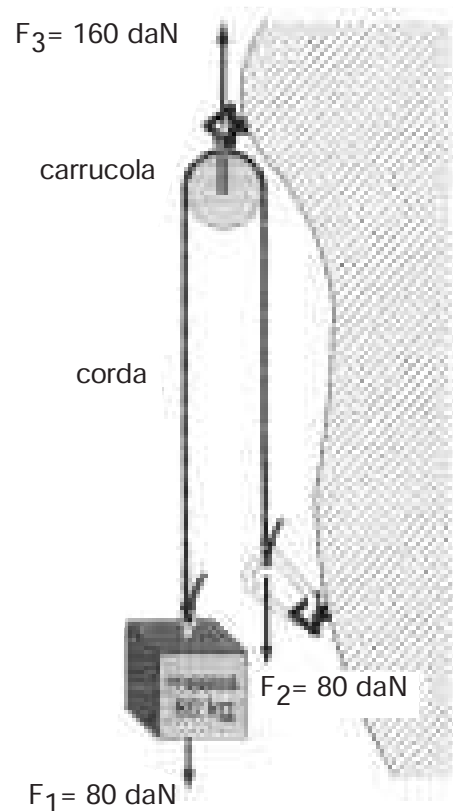
Il secondo caso rappresenta un'applicazione del primo esempio: il ramo di destra della corda è bloccato alla sosta mentre sul ramo di sinistra è appeso un alpinista della massa di 80 kg. Sul rinvio si produce l'effetto carrucola e la forza con cui è sollecitato vale 160 daN.

### Attrito prodotto dal moschettone

Nella realtà sul rinvio non è applicata una puleggia (attriti assenti) bensì un moschettone che introduce un attrito tra corda e metallo. Secondo risultati di prove effettuate in laboratorio, lo scorrimento di una corda tesa, appog-

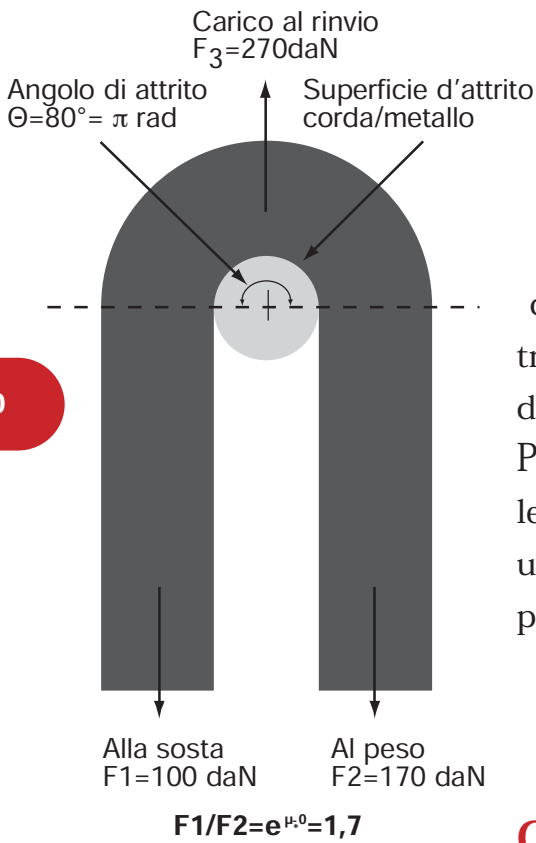


C04-17 Effetto carrucola (1)



C04-18 Effetto carrucola (2)

140



C04-19 Attrito del moschettone

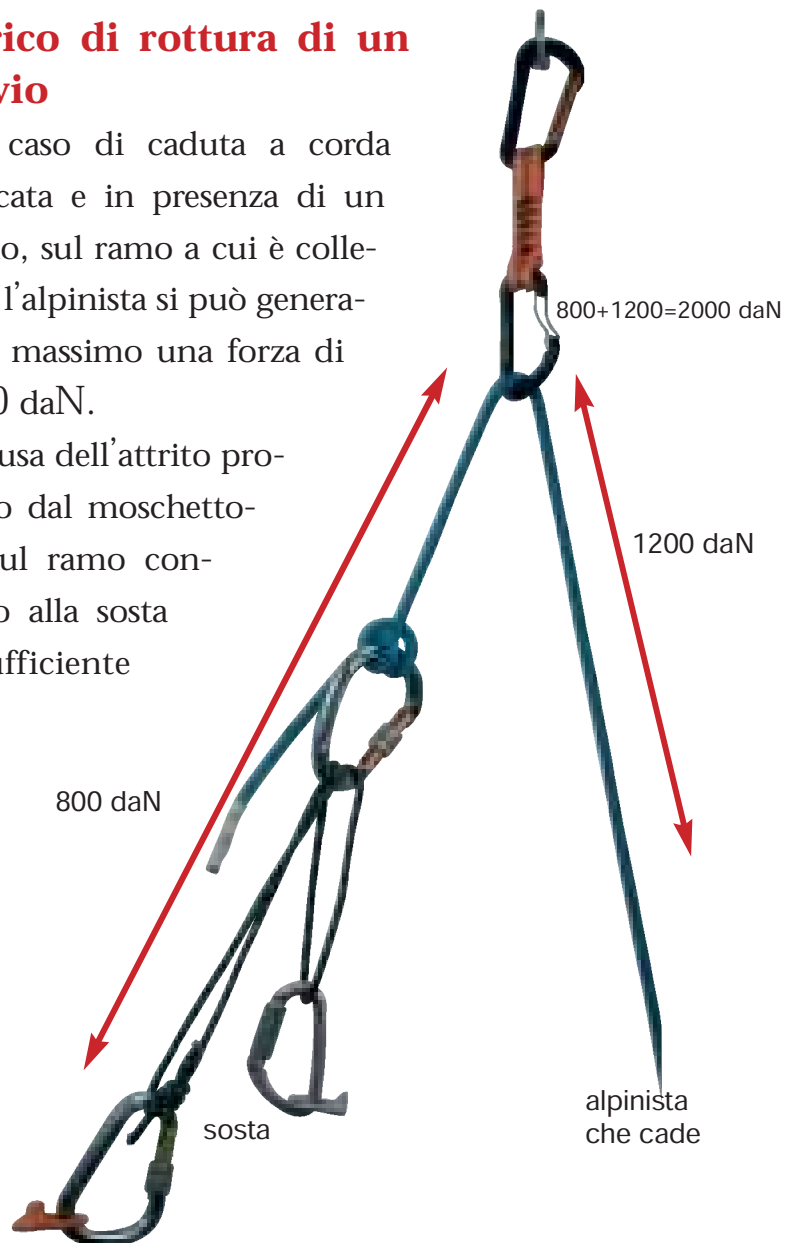
giata a un perno cilindrico del raggio di 5 mm (moschettone), all'incirca per mezzo giro ( $180^\circ$ ), dà luogo ad una riduzione dello sforzo tra il ramo traente e quello resistente dell'ordine di 1,7 in condizioni statiche, mentre può variare da 1,35 a 1,50 in condizioni dinamiche.

Pertanto per trattenere un peso di 170 daN collegato al ramo di destra è sufficiente applicare una forza di 100 daN sul ramo di sinistra. Si parla quindi di fattore di riduzione o amplificazione a seconda del verso nel quale viene studiato.

### Carico di rottura di un rinvio

Nel caso di caduta a corda bloccata e in presenza di un rinvio, sul ramo a cui è collegato l'alpinista si può generare al massimo una forza di 1200 daN.

A causa dell'attrito prodotto dal moschettone sul ramo connesso alla sosta è sufficiente



**RESISTENZA ALLA TRAZIONE  
(CARICO DI ROTTURA)**  
min. 2000 daN

C04-20 Rinvio

una quantità di forza inferiore per trattenere la caduta: assumendo il coefficiente di attrito cautelativamente più basso ( $F_2/F_1=1,5$ ) la forza che deve esercitare la sosta vale  $1200/1,5=800$  daN. Il rinvio è quindi soggetto alla somma delle due forze che equivale a 2000 daN. Di conseguenza le norme fissano un valore di 2000 daN come carico minimo per la rottura di moschettoni.

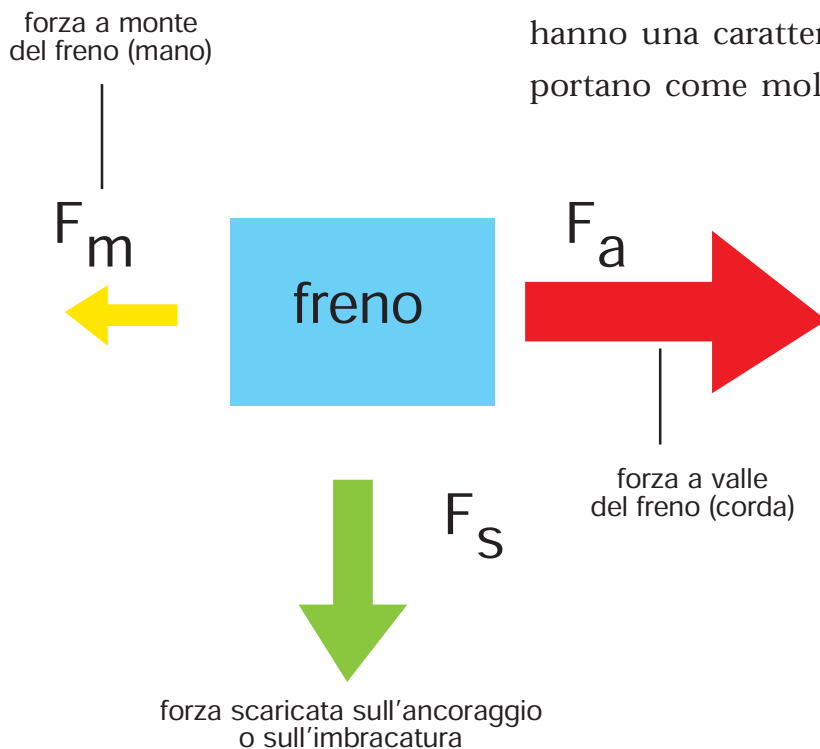
## Assicurazione dinamica e funzione dei freni

Tutti i discorsi precedentemente fatti si riferiscono a situazioni in cui la corda è bloccata. Nella pratica alpinistica si effettua al primo di cordata una **assicurazione dinamica**, cioè un sistema di assicurazione che **permette uno scorrimento della corda nel freno dissipando gran parte dell'energia di caduta in attrito** cioè sotto forma di calore. Infatti toccando ad esempio il moschettone del barcaiolo subito dopo un volo si può constatare che è caldo: l'energia potenziale della massa si è trasformata in energia cinetica e questa in calore durante la decelerazione operata dal freno.

**Nel caso di corda frenata, cioè di assicurazione dinamica, non ha senso parlare di "fattore di caduta".** È il sistema mano - freno che svolge l'azione prevalente di paracadute; all'effetto di deformazione della corda con l'estremità bloccata, si sostituisce ora quello dello scorrimento della corda dentro il freno, che assume quindi il compito di dissipare l'energia cinetica.

Il freno è quell'attrezzo che, pilotato dalla

**Nel caso di corda frenata, cioè di assicurazione dinamica, non ha senso parlare di "fattore di caduta".** È il sistema mano - freno che svolge l'azione prevalente di paracadute; all'effetto di deformazione della corda con l'estremità bloccata, si sostituisce ora quello dello scorrimento della corda dentro il freno, che assume quindi il compito di dissipare l'energia cinetica.



*C04-21 Freni moltiplicatori di forze (1)*

*Un qualsiasi freno può essere considerato un "moltiplicatore di forza"*

- forza  $F_m$  in "ingresso" al freno (generata dalla mano)
- forza  $F_a$  in "uscita" dal freno (che arresta la caduta)  $F_a = K F_m$

*Il valore del "fattore di moltiplicazione" (K) dipende dal freno (efficacia del freno)*

mano dell'assicuratore, permette di rallentare ed arrestare la caduta. Tutti i vari tipi di freni hanno una caratteristica comune: essi si comportano come moltiplicatori della forza applicata dalla mano.

**L'alpinista genera sulla mano mediamente una forza di 15-30 daN.**

L'efficacia della frenata è data dall'effetto combinato:

- della forza esercitata dalla mano dell'assicuratore-
- dalla capacità frenante dell'attrezzo.

Ciò significa che in linea teorica si può ottenere lo

stesso effetto di frenata sia con una "debole" forza della mano combinata con un freno molto efficace sia, viceversa, con una elevata forza applicata della mano con un freno meno efficiente.

Tuttavia vale la pena di sottolineare che è **meglio avere un freno efficace che può essere modulato morbidamente in caso di richiesta di basse forze frenanti piuttosto che un freno poco efficace che non permette di trattenere opportunamente cadute importanti.**

È necessario sottolineare un altro aspetto dei freni: **quanto minore è la forza generata dal sistema mano-freno tanto maggiore risulta la corsa della corda nel freno; inoltre quanto maggiore è la corsa nel freno, tanto minori risultano le tensioni nella catena di assicurazione.**



Vari possono essere i freni utilizzati per l'assicurazione: il nodo mezzo barcaiolo, riconosciuto in sede U.I.A.A. quale "italian hitch" (vedi figura C04-22), l'otto, il tuber e la piastrina sticht. La capacità frenante è espressa dal fattore di moltiplicazione della forza definito come rapporto tra la forza nella corda a valle e la forza a monte del freno.

Dalla tabella C04-24 che illustra i fattori di moltiplicazione dei vari freni si nota che, ad esempio per il mezzo barcaiolo, i valori tipici sono tra 8 e 12: questo significa che forze della mano (a monte del freno) dell'ordine di 15-30 daN generano una forza frenante a valle del freno di 120-360 daN.

Inoltre dalla tabella risulta evidente come il mezzo barcaiolo sia l'unico che presenti la massima capacità frenante quando i due rami di corda sono tra loro paralleli, come nel caso di trattenuta di una caduta in assenza di rinvii. Gli altri freni si comportano in modo opposto, nel senso che la maggior forza frenante si sviluppa quando i rami operano a 180° ovvero in presenza di un rinvio.

$F_m$  = forza a monte del freno

$F_a$  = forza a valle del freno

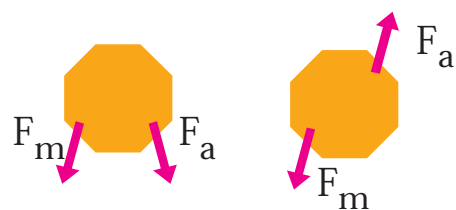
	Rami paralleli	Rami a 180°
<b>mezzo barcaiolo</b>	8-12	6-8
<b>otto</b>	2-3	4-6
<b>tuber</b>	1,5-2	3-5
<b>piastrina sticht</b>	1,5-2	3-5



C04-22 Mezzo barcaiolo



C04-23 Tipi di freni



$$FMF = F_a / F_m$$

fattore di moltiplicazione del freno

C04-24 Efficacia freni

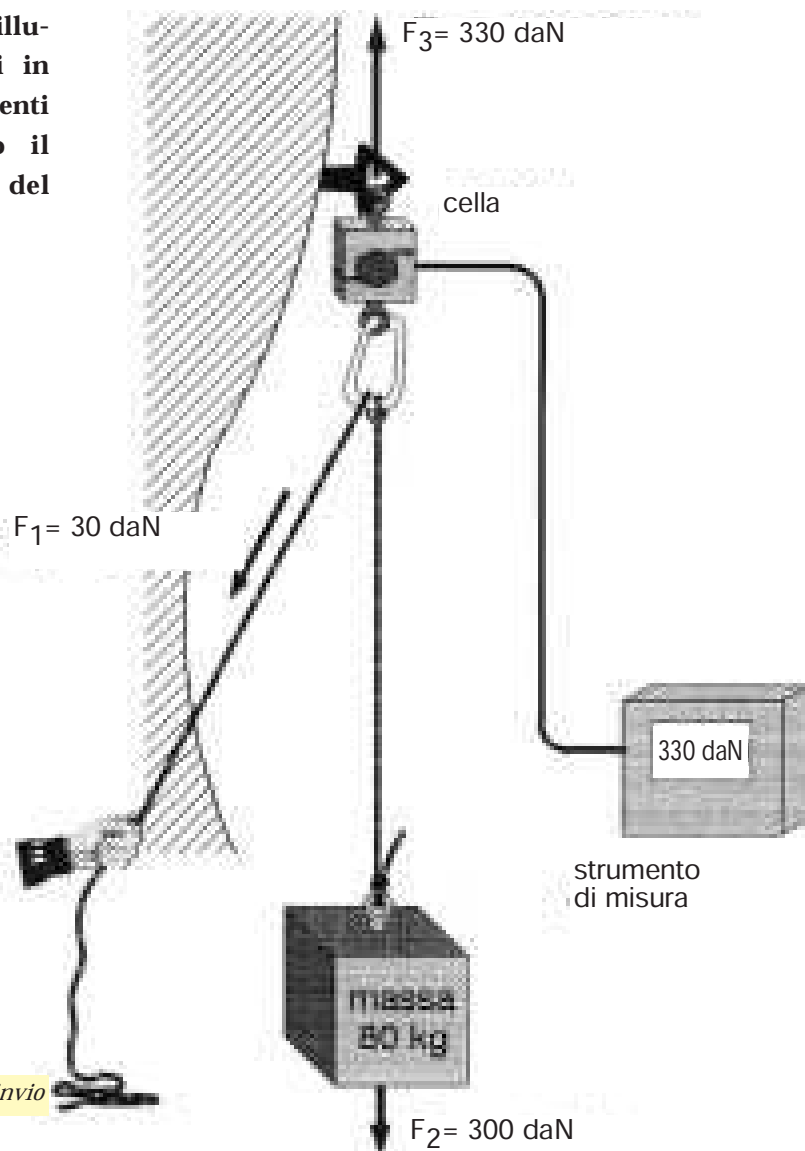
## Prove di caduta con freno senza rinvio

Riportiamo i risultati di alcune prove svolte dal gruppo di lavoro della CMT del VFG presso la Torre di Padova.

In questo tipo di prova non sono stati impiegati freni come l'“otto” o il “tuber” perché tali sistemi richiedono per il loro buon funzionamento la presenza di un rinvio.

La tabella C04-25 riporta i valori della forza di arresto registrata sulla sosta utilizzando uno spezzone di corda semplice e come freno un 1/2 barcaiolo. Non essendovi rinvii, l'altezza del volo è sempre doppia della lunghezza interessata.

La tabella C04-25 illustra le sollecitazioni in gioco e gli scorrimenti della corda dentro il freno con altezze del volo differenti.



C04-25 Freno senza rinvio

N° prova	Lunghezza corda (m)	Altezza volo (m)	Forza arresto (daN)	Corsa corda nel freno (cm)
1	1	2	437	65
2	1	2	262	180
3	2	4	295	225
4	2	4	378	150
5	3	6	453	260
6	3	6	363	310
7	3	6	520	165

Osservando i risultati si possono trarre le seguenti considerazioni:

- la sollecitazione sulla sosta è sostanzialmente uguale come valore ma di verso opposto a quella subita dall'alpinista; nello schema vale 330 daN;
- confrontando i valori di forza d'arresto con quelli ottenuti nelle prove di caduta con corda bloccata (dalla figura C04-16 la  $f_a$  va da 707 daN a 1138 daN), si nota una notevole diminuzione delle forze in gioco (da 262 daN a 520 daN);
- voli con la stessa altezza di caduta possono presentare valori anche molto differenti di forza d'arresto: ciò dimostra la diversa forza impressa da chi assicura. Si confrontino la prova 1 con la 2; le prove 3 e 4; le prove 5,6,7;
- in genere, maggiore è la forza di arresto e minore risulta lo scorrimento della corda;
- nonostante si usi un freno efficace, anche per altezze di caduta modeste (6 m) gli scorrimenti della corda nel freno sono notevoli (160-310 cm) e ben difficilmente un assicuratore potrà dare così tanta corda senza ustionarsi la mano. Pur applicando la buona norma che la mano dell'assicuratore deve essere tenuta distante dal freno sarà molto difficile in parete tenerla ad una distanza maggiore di 60-70 cm, anche per esigenze di manovra della corda.

*C04-26 Prove con mb senza rinvio*

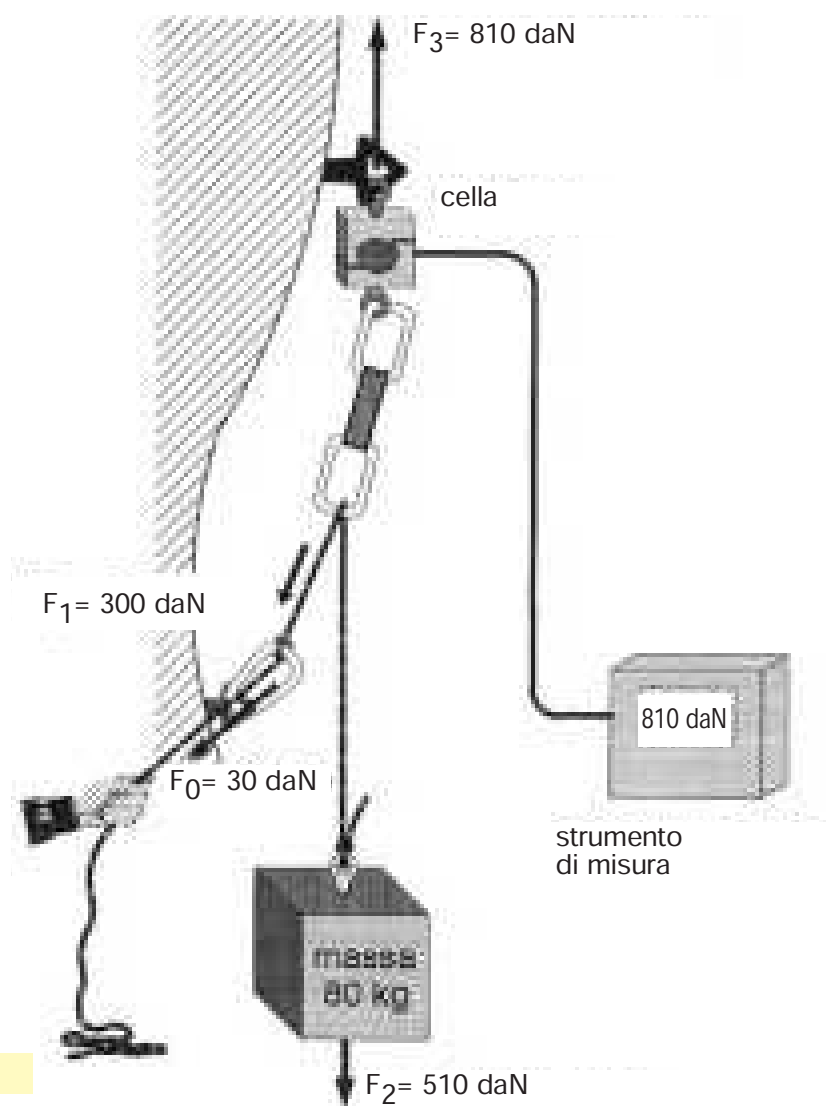
**Pur applicando la buona norma che la mano dell'assicuratore deve essere tenuta distante dal freno sarà molto difficile in parete tenerla ad una distanza maggiore di 60-70 cm, anche per esigenze di manovra della corda.**

## Prove di caduta con freno in presenza di rinvii

Anche in questo caso, riportiamo i risultati di alcune prove svolte dal gruppo di lavoro della CMT del VFG presso la Torre di Padova.

In queste prove come freni sono stati impiegati il mezzo barcaiolo, l'“otto” e il “tuber” e per rendere più agevole un confronto si è preferito posizionarli tutti alla sosta.

La tabella C04-28 riporta i valori della forza di arresto registrata sull'ultimo rinvio utilizzando uno spezzone di corda semplice; la massa al momento del volo si trova a 2 metri sopra la sosta, per cui l'altezza di caduta vale 4 metri.



C04-27 Freno con rinvio

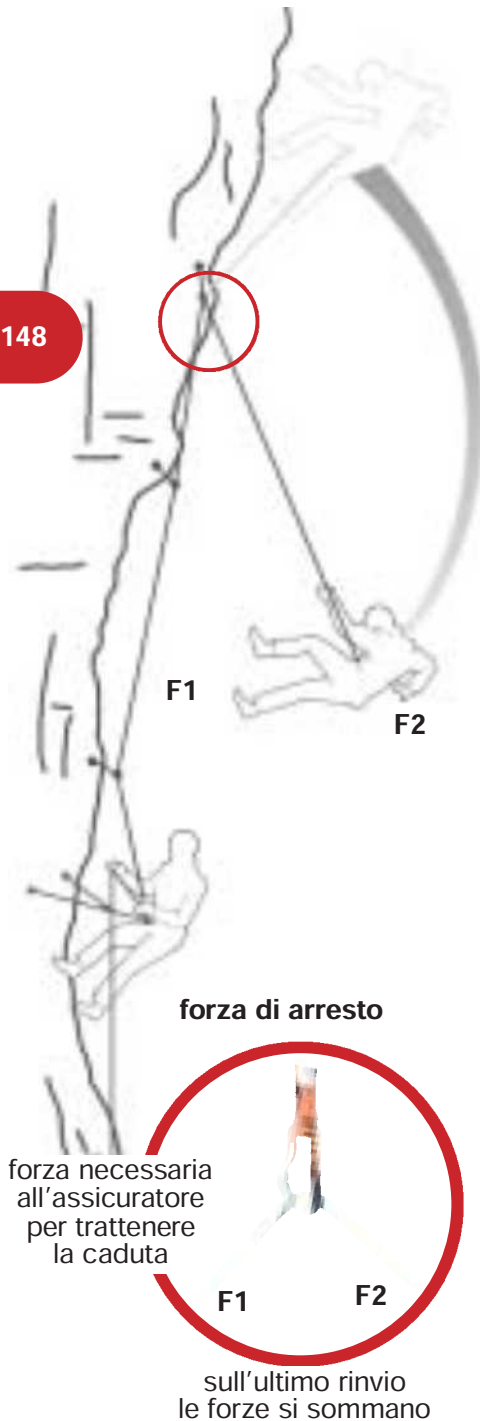
N° prova	Freno	Altezza volo (m)	Forza sul rinvio (daN)	Corsa della corda nel freno (cm)
1	1/2 barcaiolo	4	800	30
2	tuber	4	610	110
3	otto	4	640	84
4	1/2 barcaiolo	4	730	85
5	1/2 barcaiolo	4	900	45
6	tuber	4	567	105

C04-28 Prove freni con rinvio

Osservando i risultati si possono trarre le seguenti considerazioni:

- a) a parità di volo (4 m), lo scorrimento della corda dentro il freno rispetto alle prove senza rinvio (150-225 cm) è sensibilmente ridotto (da 30 a 110 cm). Ciò è dovuto alla presenza del rinvio che, grazie all'attrito generato dal moschettone sulla corda, amplifica l'azione frenante prodotta dal sistema mano-freno. Dalla figura si può osservare che la forza frenante uscente dal freno (300 daN) moltiplicata per il coefficiente di attrito ( $F_2/F_1=1,7$ ) produce una azione frenante complessiva di 510 daN ( $300 * 1,7=510$ ).
- b) i freni tuber e otto sono più efficaci del mezzo barcaiolo: a parità di energia da dissipare e a parità di tenuta dell'assicuratore consentono di abbassare il valore della forza di arresto grazie a maggiori scorrimenti di corda. Di contro le elevate corse della corda dentro il freno creano all'assicuratore seri problemi nel trattenere la caduta del compagno
- c) a parità di volo e di freno, a seconda della forza impressa dalla mano, l'azione frenante del sistema mano-freno è diversa e diverso risulta lo scorrimento della corda: l'assicuratore che imprime una trattenuta energica ottiene bassi

**I freni tuber e otto sono più efficaci del mezzo barcaiolo: a parità di energia da dissipare e a parità di tenuta dell'assicuratore consentono di abbassare il valore della forza di arresto grazie a maggiori scorrimenti di corda.**



C04-29 Sollecitazione ultimo rinvio

scorrimenti ed elevati carichi sull'ultimo rinvio. Si effettuò un confronto delle prove 1 con 4 e con 5, e 2 con 6.

d) La forza applicata sull'ultimo rinvio risente dell'effetto carrucola ed è uguale alla somma di due forze: la forza proveniente da chi assicura più la forza esercitata sull'alpinista che cade; esse sono tra loro dipendenti perché è la forza frenante che determina la forza di arresto. La prima è quella necessaria all'assicuratore per trattenere la caduta ( $F_1=300$  daN) ed è più debole della forza trasmessa a chi cade. La seconda è la forza di impatto che riceve l'alpinista che è pari all'azione frenante prodotta dal sistema mano-freno moltiplicata per il coefficiente di attrito del moschettone ( $300 * 1,7=510$  daN).

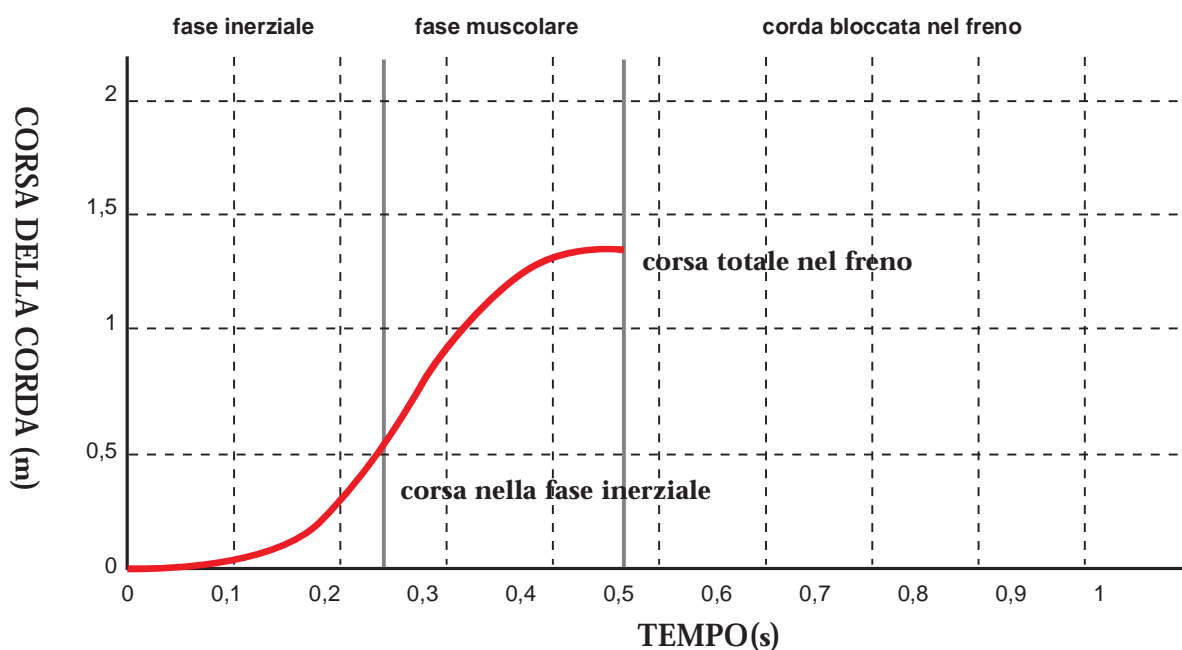
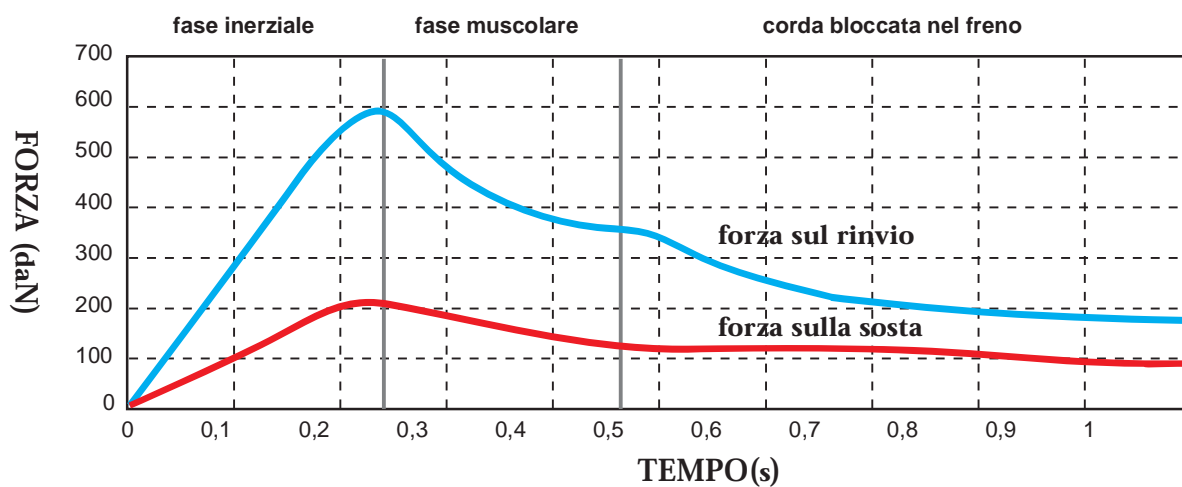
In forma più semplice possiamo dire che la forza applicata sull'ultimo rinvio è circa il doppio della forza di arresto subita da colui che cade.

In conclusione risulta di fondamentale importanza per la sicurezza della cordata posizionare il primo rinvio prima possibile, comunque entro i primi 3 metri dalla sosta.

In questo modo otteniamo due risultati: si riduce l'altezza di caduta e soprattutto l'azione frenante del sistema mano-freno viene moltiplicata dall'attrito del rinvio, permettendo così di diminuire lo scorrimento della corda entro valori più facilmente gestibili.

## Fasi della trattenuta dinamica

Riportiamo in forma sintetica i risultati di studi e prove condotte dalla CCMT sul comportamento della mano e del freno nel corso di una assicurazione dinamica effettuata con un freno collegato all'ancoraggio di sosta, con la presenza di un unico rinvio e di una massa che cade sollecitando il rinvio stesso.



Va tenuto presente che nell'assicurazione dinamica, per tutta la fase di trattenuta fino all'arresto della caduta, si ha una corsa della corda nel freno che dissipa l'energia; tale corsa è tanto

maggiore quanto minori sono gli attriti (roccia, rinvii, ecc.).

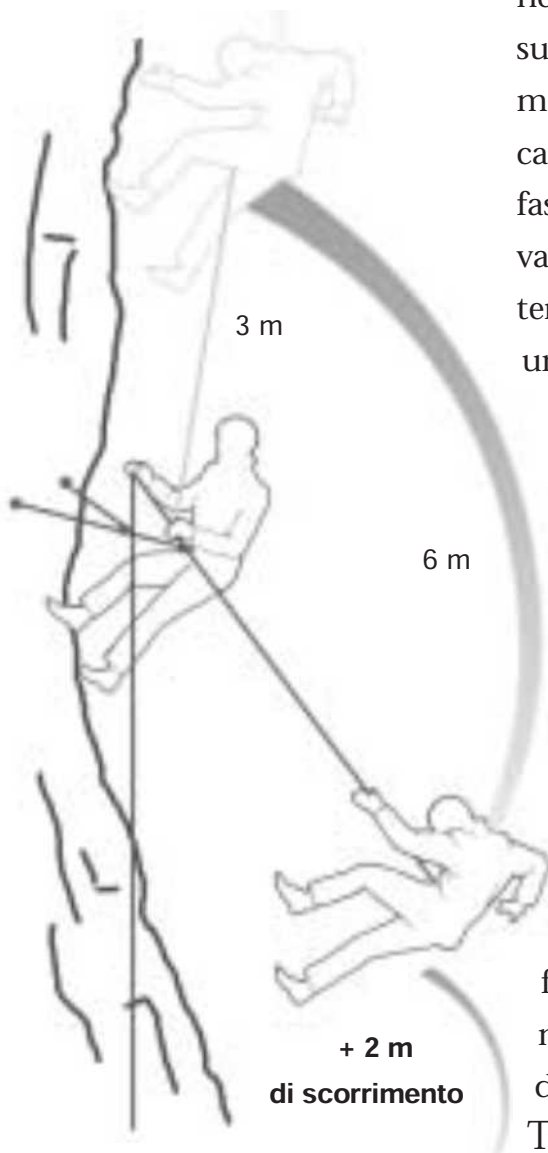
Il fenomeno della trattenuta può essere schematicamente suddiviso in due fasi: **la fase inerziale** e la **fase muscolare** la prima fase dura 0,2 secondi ed è chiamata inerziale; la mano dell'assicuratore che impugna la corda tende ad acquistare la velocità del corpo che cade e perciò subisce una accelerazione. Si genera in questa fase una forza frenante in cui prevale la forza d'inerzia che determina con il contributo del freno la "forza di arresto". Questo picco di tensione, che nel grafico di esempio vale 600 daN, si verifica sul rinvio dopo circa 0,25 secondi e tale fenomeno avviene prima dell'arresto della massa che cade. La corsa della corda nel freno in questa fase è appena iniziata; infatti dal grafico si osserva che dopo 0,25 secondi lo scorrimento all'interno del freno è stato di circa 50 cm a fronte di una corsa totale di 130 cm.

Nella seconda fase, detta muscolare, interviene prevalentemente l'azione dell'assicuratore che, opponendo resistenza con parte del proprio peso, mantiene bloccata la corda o la lascia scorrere in modo più o meno controllato.

In questa fase l'entità della corsa nel freno, fino al suo completo arresto della caduta, dipende dal valore medio della forza frenante esercitata dall'assicuratore.

Si fa notare che all'aumentare del volo la forza frenante del sistema mano-freno resta la stessa mentre deve aumentare la corsa della corda dentro il freno.

Tutto ciò comunque va a ribadire un concetto messo in evidenza dall'analisi delle prove con-





dotte sul campo su una massa che cade sopra una sosta in assenza di rinvii e trattenuta dal freno più efficace. Dalla tabella C04-26 si osserva che un gruppo di assicuratori, per trattenere un volo di 6 metri e preparati psicologicamente all'evento, hanno fatto scorrere dentro il freno mediamente 245 cm di corda.

**Diverse prove condotte con varie altezze di caduta confermano che un volo in assenza di rinvii e con il freno più efficace richiede uno scorrimento pari a circa 1/3 dell'altezza di caduta.**

## Rinvii angolati e aumento delle forze sul rinvio

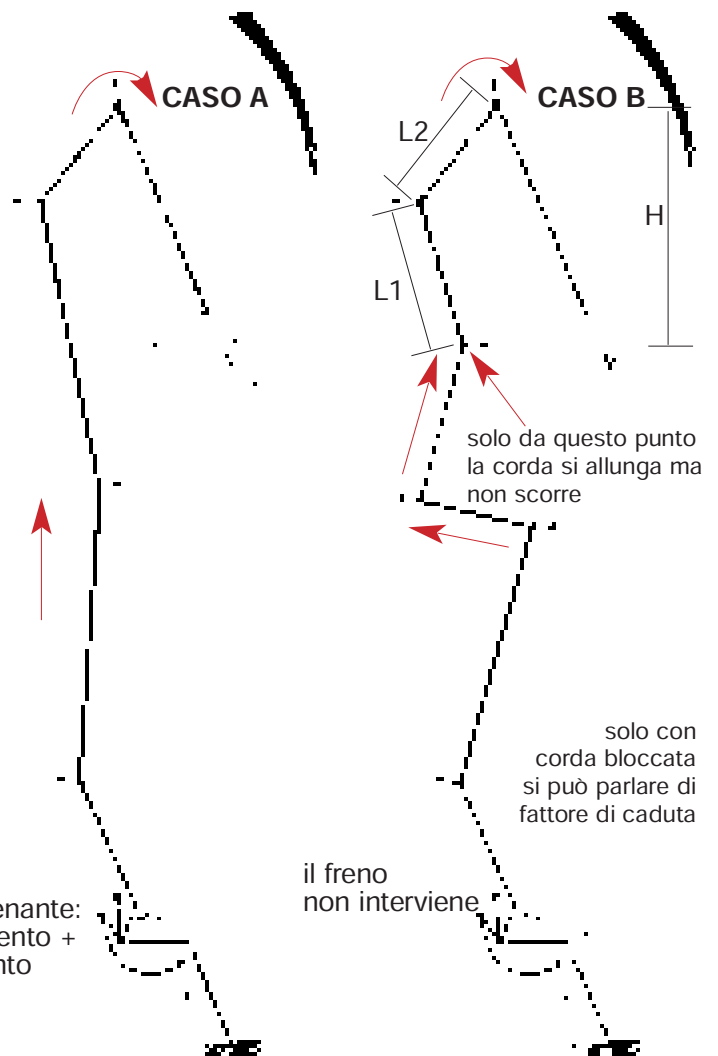
La presenza nel tratto di corda di rinvii e lo sfregamento della corda sul terreno aumentano l'attrito, il quale a sua volta facilita l'azione frenante del sistema mano-freno.

Se gli ancoraggi intermedi mantengono la corda abbastanza in asse e non si producono significativi attriti il freno lavora al massimo delle sue prestazioni (caso a della figura C04-32). Diversamente se sono presenti numerosi rinvii angolati si può giungere alla situazione limite

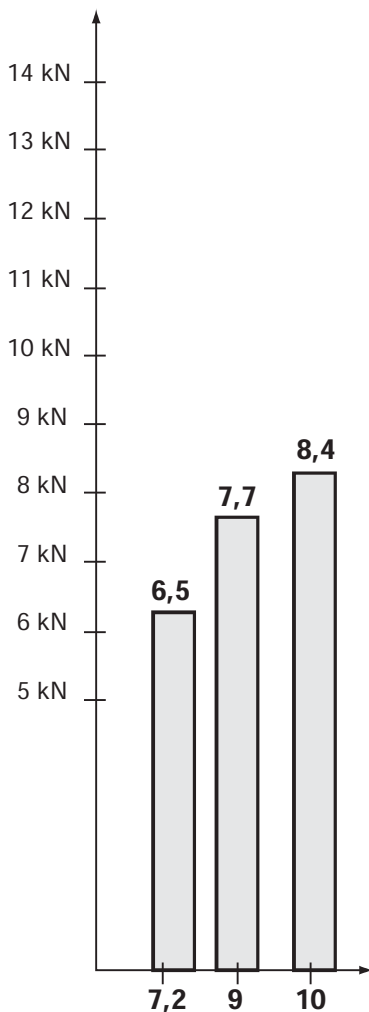
$$FC = \frac{2H}{L1+L2+H}$$

azione frenante:  
allungamento +  
scorrimento

C04-32 Rinvii sfalsati



**FORZA DI ARRESTO  
SULL'ULTIMO RINVIO (kN)**

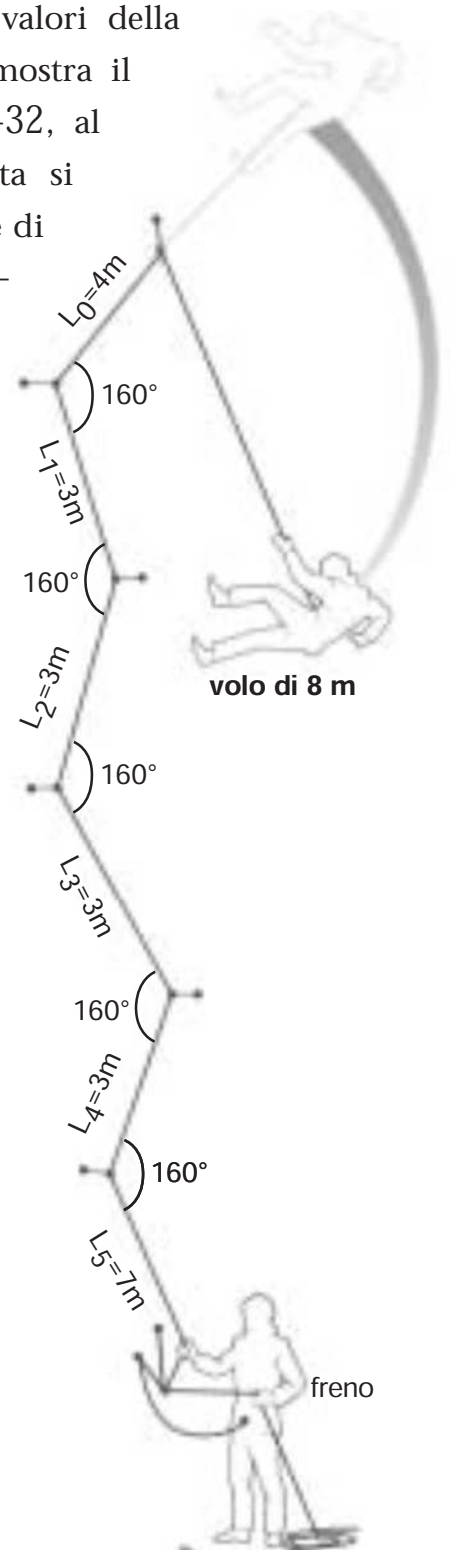


**CORDE CON FORZE  
DI IMPATTO DIVERSE**

*C04-33 (1) Rinvii sfalsati e corde*

nella quale il freno praticamente interviene molto poco perché la corda tende a bloccarsi negli ultimi rinvii posizionati. Di conseguenza si determinano sull'ultimo rinvio e sull'alpinista che cade elevati valori della forza di arresto. Come mostra il caso b della figura C04-32, al limite con corda bloccata si ritorna a parlare di fattore di caduta e per ridurre la sollecitazione sul rinvio e sull'alpinista è più opportuno dotarsi di corde con una bassa forza d'arresto nominale.

Nella figura C04-33 (1) sono confrontate tre corde aventi forze di impatto diverse: si nota che quella dotata del valore più piccolo (720 daN) determina sull'ultimo rinvio una sollecitazione inferiore (650 daN) rispetto agli altri modelli.



*C04-33 (2) Rinvii sfalsati e corde  
6 Rinvii sfalsati su 19 metri di salita, con attriti sulla roccia. volo di 8 metri*

## Illustrazione delle tecniche di assicurazione dinamica

In questa sezione si espongono in forma estremamente sintetica le tecniche di assicurazione dinamica; le caratteristiche delle singole tecniche e gli aspetti applicativi vengono sviluppati nel Capitolo 9.

Ci sono due categorie:

1. tecniche che non consentono il sollevamento dell'operatore:
  - a) assicurazione classica con gli ancoraggi collegati in parallelo
  - b) assicurazione classica con gli ancoraggi collegati in serie
2. tecniche che coinvolgono il corpo dell'assicuratore:
  - a) assicurazione classica bilanciata
  - b) assicurazione ventrale

### Assicurazione classica - parallelo

Gli ancoraggi sono collegati tra loro in parallelo, l'assicuratore è connesso al più sicuro degli ancoraggi e il freno (di solito il mezzo barcaio) è posizionato al vertice.

Presenta il pregio di garantire una maggiore sicurezza all'operatore in sosta. Un aspetto negativo è dovuto al fatto che durante la trattenta vi è una fase in cui il freno non è operativo: essa dura per tutto il tempo richiesto per il completo ribaltamento del triangolo di sosta; solo allora il freno opera. L'assicuratore, che si trova il freno sollevato, tende a tirare la corda dal basso con buona parte del suo peso: ciò determina una elevata forza frenante.



C04-34 Assicurazione classica-parallelo

154



C04-35 Assicurazione classica-serie

### Assicurazione classica - serie

Gli ancoraggi sono collegati insieme con un cordino in trazione, l'assicuratore è connesso ad un ancoraggio e il freno è posizionato direttamente su un altro ancoraggio.

Questa variante non presenta l'inconveniente del ribaltamento del vertice e quindi consente una riduzione della forza frenante e produce minori sollecitazioni nella catena di assicurazione. Per contro il sistema non consente una ripartizione dei carichi sui vari punti, rendendo quindi meno sicura la sosta. Tuttavia tale obiezione decade se gli ancoraggi si rivelano particolarmente affidabili. La CCMT ha in previsione studi su tale sistema.



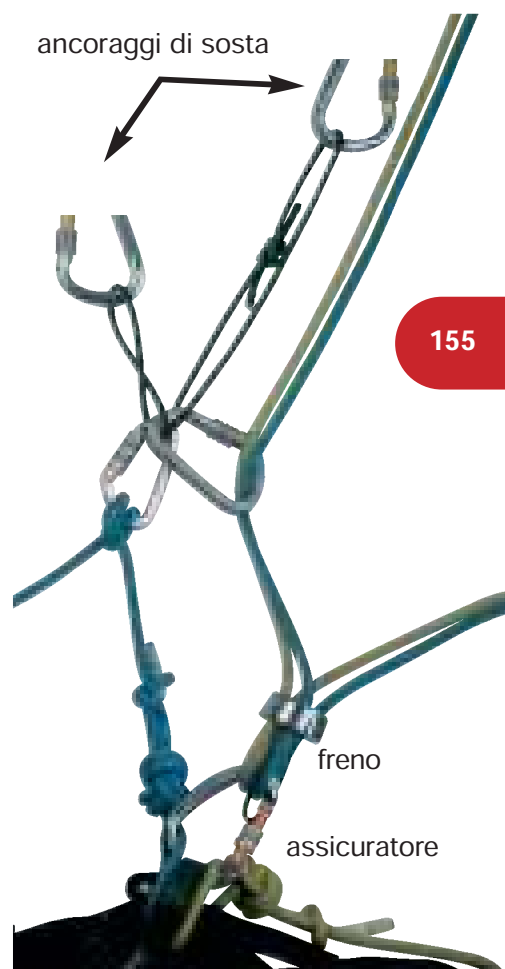
C04-36 Assicurazione classica bilanciata

### Assicurazione classica - bilanciata

Si tratta di una variante dell'assicurazione classica. L'assicuratore è collegato tramite la corda di cordata e un nodo barcaiole al vertice del triangolo di sosta ove è anche posizionato il freno. Colui che assicura, legato ad una distanza di circa 40-60 cm dal nodo barcaiole, è preferibile sia appeso piuttosto che in piedi appoggiato a terra. La caduta del capocordata solleverà sempre, in modo più meno consistente l'operatore, salvo casi in cui siano presenti più rinvii angolati o in ogni caso un notevole attrito contro la roccia.

## Assicurazione ventrale

Questa assicurazione è nata nei paesi anglofoni con l'intento di contrapporre il peso dell'assicuratore alle forze derivanti dalla caduta. L'assicuratore è collegato al vertice del triangolo di sosta e il freno è connesso all'imbracatura. Il freno in genere è un tuber ed ha bisogno, per poter funzionare efficacemente, di far passare la corda in uscita dallo stesso attraverso un moschettone posto al vertice del triangolo (è chiamato pseudo rinvio). Anche in questo caso la caduta del capo-cordata solleverà sempre, in modo più meno consistente, l'operatore durante la fase di trattenuta.



155

C04-37 Assicurazione ventrale

In conclusione si può affermare che le tecniche assicurazione classica bilanciata e assicurazione ventrale (che prevedono il sollevamento dell'assicuratore) generano carichi inferiori sia al rinvio (dal 15 al 20%) sia alla sosta (fino a circa il 50%) rispetto alle tecniche in cui non vi è sollevamento; inoltre non è tale sollevamento che riduce i carichi (vedi capitolo 9).

**Nel 1965 il Marchio (label) U.I.A.A. è registrato in campo internazionale e nello stesso tempo è applicato alle corde che superano le prove stabilite.**

**le norme U.I.A.A. sono state definite da un'associazione a cui aderiscono 65 paesi e che dal punto di vista formale ha sede a Berna.**

## MATERIALI E NORMATIVE

### **Normativa internazionale: norme U.I.A.A. e norme CEN**

#### **Norme U.I.A.A.**

Esistono norme di validità internazionale che definiscono alcune delle caratteristiche di costruzione e resistenza/durata che gran parte dell'attrezzatura alpinistica deve possedere.

Da un punto di vista storico, le prime norme ad essere introdotte per il materiale alpinistico hanno riguardato le corde. I primi studi sulle caratteristiche delle corde da alpinismo furono, infatti, pubblicati sui numeri del novembre 1931 e maggio 1932 dell'Alpin Journal. Nell'agosto successivo, a Chamonix, fu fondata l'U.I.A.A. (Union Internationale des Associations d'Alpinisme=Unione Internazionale delle Associazioni Alpinistiche).

Nel 1965 il Marchio (label) U.I.A.A. è registrato in campo internazionale e nello stesso tempo è applicato alle corde che superano le prove stabilite. Nel 1969 entrano in vigore le norme relative ai moschettoni, nel 1977 quelle alle piccozze e ai martelli da ghiaccio, nel 1980 quelle riguardanti imbracature e caschi, nel 1983 sono approvate le norme per i cordini e le fettucce.

Successivamente molti altri attrezzi in uso nella pratica alpinistica - come blocchi da incastro, risalitori, dissipatori, viti e chiodi da ghiaccio - sono stati vagliati e assoggettati a normativa U.I.A.A.

Si fa presente che le norme U.I.A.A. sono state definite da un'associazione a cui aderiscono 65 paesi e che dal punto di vista formale ha sede a

Berna. Le norme U.I.A.A. sono “volontarie” nel senso che sta al fabbricante decidere se vuole, oppure no, produrre attrezzi che soddisfano le norme. La marchiatura U.I.A.A. assicura l'alpinista che il prodotto soddisfa a certi requisiti ed è controllato ogni due anni.

## Norme CEN

Le norme CEN sono espressione della volontà del Parlamento Europeo il quale ha approvato nel 1989 la Direttiva 89/686/CEE che stabilisce una serie di regole che riguardano tutti gli attrezzi usati in campo industriale per prevenire le conseguenze di una caduta dall'alto. In seguito a questa Direttiva, a livello europeo è attualmente in atto, da parte del C.E.N. (Comité Européen de Normalisation), un processo di “armonizzazione” delle varie norme nazionali e internazionali relative ad attrezzature di protezione individuale (PPE=Personal Protective Equipment, o in italiano DPI=Dispositivo di Protezione Individuale) nell'ambito di attività lavorative, sportive, ricreative, ecc.

Per quanto riguarda l'attrezzatura alpinistica, le prime norme C.E.N. sono entrate in vigore il 1° luglio 1995; il gruppo di lavoro che le ha elaborate è formato praticamente dalle stesse persone che hanno redatto le norme U.I.A.A.. Le norme CEN sono quasi sempre una traduzione delle norme U.I.A.A. anche se in alcuni casi per le norme più recenti si è verificato il processo inverso.

Le norme CEN hanno validità solo in Europa e sono vincolanti per i costruttori: la normativa europea EN (European Norms=rispondenti

**Per quanto riguarda l'attrezzatura alpinistica, le prime norme C.E.N. sono entrate in vigore il 1° luglio 1995; il gruppo di lavoro che le ha elaborate è formato praticamente dalle stesse persone che hanno redatto le norme U.I.A.A..**

**Le norme CEN hanno validità solo in Europa e sono vincolanti per i costruttori.**

alle norme europee) deve cioè essere fatta propria dalle varie legislazioni nazionali e quindi **non possono essere commercializzati, in Europa, prodotti che non possiedano le caratteristiche dettate dalle norme.**

Attualmente (dicembre 2004) è soggetta a normativa EN una buona parte degli attrezzi specifici dell'alpinismo: cordini (EN 564), fettucce (EN 565), anelli cuciti (EN 566), autobloccanti (EN 567), ancoraggi da ghiaccio (EN 568), chiodi (EN 569), corde (EN 892), ramponi (EN 893), set di autoassicurazione per "via ferrata" (EN 958), tasselli o spit (EN 959), moschettoni (EN 12275), piccozze e martelli da ghiaccio (EN 13089), imbracature (EN 12279), caschi (EN 12492), friends (EN 12276), blocchetti da incastro (EN 12270), carrucole (EN 12278).

### **Norme CEN e marchiatura CE**

Le norme CEN sono individuate con la sigla EN (European Norm) seguita dal numero di identificazione; per esempio il testo della norma sulle corde ha il n. EN 892. Questa sigla non ha nulla a che vedere con la marchiatura degli attrezzi alpinistici che devono presentare, se corrispondenti alle norme europee, un marchio con le lettere CE (Conforme aux Exigences=conforme alle esigenze).

### **Categorie di rischio**

I Dispositivi di Protezione Individuale (PPE) che vengono impiegati nel lavoro e in settori sportivi come l'alpinismo sono suddivisi in tre categorie, in relazione all'importanza che rive-



stono per la sicurezza della persona, dal rischio da cui proteggono ed alla loro complessità di progettazione:

1. protezione contro danni fisici di lieve entità
2. protezione contro danni di media entità
3. protezione contro rischi di morte o lesioni gravi di carattere permanente.

L'appartenenza di un prodotto ad una categoria di rischio richiede determinati requisiti qualitativi e comporta particolari tipi di controllo della produzione da parte di un Notified Body (organismo notificato). Si tratta, in pratica, di un istituto di analisi e controllo ufficialmente riconosciuto dal governo, che può avere al suo interno uno o più laboratori per le prove (anch'essi riconosciuti) o appoggiarsi ai laboratori esterni. L'istituto controlla la qualità di produzione e la sua rispondenza alle dichiarazioni commerciali e deve essere “notified”, cioè notificato dal proprio governo alla Commissione Europea quale istituto capace di espletare correttamente questi compiti.

## **Marchiatura**

Prima del 1997 la marchiatura prevedeva che dopo la sigla CE fosse riportato anche l'anno di approvazione, seguito dal numero di identificazione dell'Ente che rilascia il certificato. A partire dal '97 la situazione è cambiata; per evitare errate interpretazioni da parte dei fabbricanti, particolarmente, sul significato dell'anno da inserire nelle marcature, si è deciso di eliminarlo. Resterà dunque la sigla CE seguita dal numero di identificazione (ID) del “Notified Body” che ha eseguito o esegue il controllo. Nel

**I Dispositivi di Protezione Individuale (PPE) sono suddivisi in tre categorie, in relazione all'importanza che rivestono per la sicurezza della persona, dal rischio da cui proteggono ed alla loro complessità di progettazione:**

- 1. protezione contro danni fisici di lieve entità**
- 2. protezione contro danni di media entità**
- 3. protezione contro rischi di morte o lesioni gravi di carattere permanente.**

primo caso si tratta di un “Notified Body” che si limita ad eseguire le prove di laboratorio necessario per verificare la rispondenza alle norme dei materiali (PPE che rientrano in CAT 2). Nel secondo caso si tratta di un Notified Body che mantiene sotto controllo la fabbrica, eseguendo o facendo eseguire prove di laboratorio sui prodotti con una frequenza da esso stessa decisa (PPE che rientrano in CAT 3). Fanno parte della categoria 3 i seguenti dispositivi di uso alpinistico e quindi certificabili CE: corde, fettucce cucite, imbracature, moschettoni, chiodi, dadi, friend, autobloccanti meccanici, caschi.

Alcuni dispositivi, in base all’attuale normativa, non possono essere certificati CE perché da soli non proteggono l’individuo da una caduta. Il costruttore ha la facoltà di apporre entrambi i marchi CE ed U.I.A.A.: in questo caso propone i suoi prodotti sia per il mercato europeo sia per quello internazionale.

## Conclusioni e consigli

Tutti gli attrezzi sopra elencati, per essere posti in commercio, dovranno riportare, oltre ad eventuali altre indicazioni:

- **o marchio EN seguito dal numero della norma:** ad esempio EN892 per le corde.
- **o marchio CE seguito da un numero** che identifica l’Ente che rilascia il certificato (a parte discensori, freni, piastrine autobloccanti).
- **Si raccomanda di utilizzare sempre materiali omologati.**

Come abbiamo visto, l’omologazione U.I.A.A. è stata sostituita dalle norme CEN. I marchi relativi possono rivestire un ruolo importante

nei giudizi di responsabilità penale e civile. In caso di incidente il giudizio di responsabilità richiede l'accertamento rigoroso, caso per caso, delle cause che lo hanno determinato; nell'ambito di questa indagine il Giudice è tenuto a considerare l'evoluzione tecnologica che caratterizza tutte le attività produttive per cui dovrà valutare se la condotta dell'indagato sia stata conforme "alla migliore scienza ed esperienza" del momento storico in cui si è verificato l'incidente.

**Pertanto è doveroso che guide alpine, istruttori, accompagnatori di escursionismo, capigita ed organizzatori in genere si accertino sempre che i partecipanti siano dotati di materiali alpinistici a norma.**

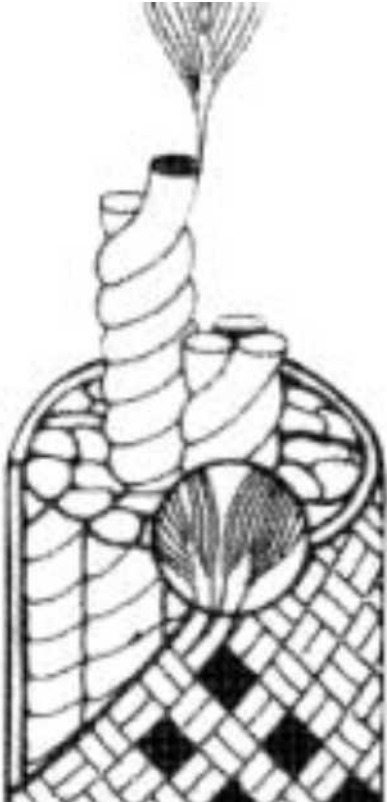
## CORDE

### **Caratteristiche generali**

Dalle prime corde di canapa alle attuali in materiale sintetico la strada è stata lunga, ma lo sviluppo di questo attrezzo ha contribuito in modo decisivo alla evoluzione dell'alpinismo.

Per l'alpinista e per l'arrampicatore, le corde di gran lunga più importanti sono quelle cosiddette "dinamiche", che si differenziano dalle "statiche" per le loro caratteristiche di deformabilità assiale (allungamento) se sottoposte ad un carico.

Questa differenziazione è essenziale poiché le corde "dinamiche" sono state progettate per resistere a cadute e quindi sono adatte all'ar-



C04-38 Anima e camicia

rampicata mentre le corde “statiche” sono state progettate per reggere carichi statici o quasi e quindi sono adatte per calate o per speleologia. Le corde in fibra poliammidica (nylon 6, nylon 6.6, polipropilene, ecc.) sono strutturalmente composte da due parti principali: l’anima e la camicia (o calza). La resistenza alla rottura dipende per circa un 70% dall’anima e per un 30% dalla calza.

L’anima è costituita da un insieme di trefoli, a loro volta formati da una terna di stoppini; questi sono ottenuti da 6 fascetti più sottili costituiti da un insieme di monofilamenti fortemente torsionati tra loro.

Il diametro dei trefoli varia da 2.5 a 3.0 mm. Il numero totale di monofilamenti,  $\frac{2}{3}$  del totale, è di circa 40.000.

La calza, a struttura tubolare, è ottenuta per intreccio di un insieme di stoppini tra loro perpendicolari e disposto a circa  $45^\circ$  rispetto all’asse longitudinale della corda. Il numero totale di monofilamenti è all’incirca  $\frac{1}{3}$  del totale: mediamente circa 20.000.

La calza ha la duplice funzione di contenimento e protezione dell’anima e di “bilanciamento” delle caratteristiche dinamiche della corda.

A parità di diametro, un maggior numero di stoppini nella calza conferisce una maggiore resistenza all’usura superficiale, diversamente un minor numero migliora le caratteristiche dinamiche della corda.

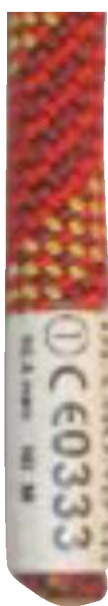
Infatti il comportamento globale dei filamenti dell’anima, pressoché rettilinei, è più “rigido” di quello della calza ove i filamenti sono a  $45^\circ$  rispetto all’asse della corda.

Le corde oggi in commercio hanno diametri

variabili da 8 a 11 mm, (sarebbe meglio parlare di peso per unità di lunghezza vista la poca precisione del diametro) in funzione della loro destinazione d'uso, ma ai fini di un loro corretto utilizzo **non è il diametro l'elemento importante da tenere in considerazione**, bensì i criteri di progetto e di prova che derivano dalla seguente classificazione:

- **corde semplici** (simbolo 1) omologate per essere impiegate da sole in arrampicata;
- **mezze corde** (simbolo 1/2) omologate per essere impiegate sempre in coppia con un'altra mezza corda;
- **corde gemellari** (simbolo ∞) (in inglese twin) omologate per essere impiegate accoppiate con un'altra corda gemellare come se si trattasse di un'unica corda semplice.

La lunghezza delle corde utilizzate in campo alpinistico varia solitamente da 50 a 70 metri (anche se attualmente le corde più frequentemente utilizzate sono di 50 e 60 metri).



CORDA  
SEMPLICE



MEZZA  
CORDA



CORDA  
GEMELLARE

Il peso delle corde (espresso solitamente in grammi/metro) vale:

corda semplice	58-85 g/m
mezze corde (singola)	42-55 g/m
corde gemellari (la coppia)	76-94 g/m

Alcune delle caratteristiche delle corde importanti per il loro utilizzo sono:

- notevole maneggevolezza anche in condizioni ambientali difficili; in queste situazioni risulta vantaggioso l'uso di corde cosiddette "everdry" (altre denominazioni, "drylonglife", "superdry" ecc.), che hanno la particolarità di avere i filamenti della camicia trattati con idrorepellenti che riducono l'assorbimento di acqua: ciò permette alla corda di mantenere caratteristiche di maneggevolezza sostanzialmente invariate anche con pioggia e gelo. Questa caratteristica può a volte dare risultati inferiori alle aspettative oltre a ridursi con l'utilizzo della corda.
- Facilità di scorrimento nei moschettoni, comoda annodabilità e poca propensione all'atorcigliamento.
- Migliore resistenza all'effetto spigolo (si tratta di una prestazione che alcuni costruttori stanno mettendo a punto): la corda sotto carico viene fatta passare attorno ad uno spigolo vivo di 0,75 mm di raggio.

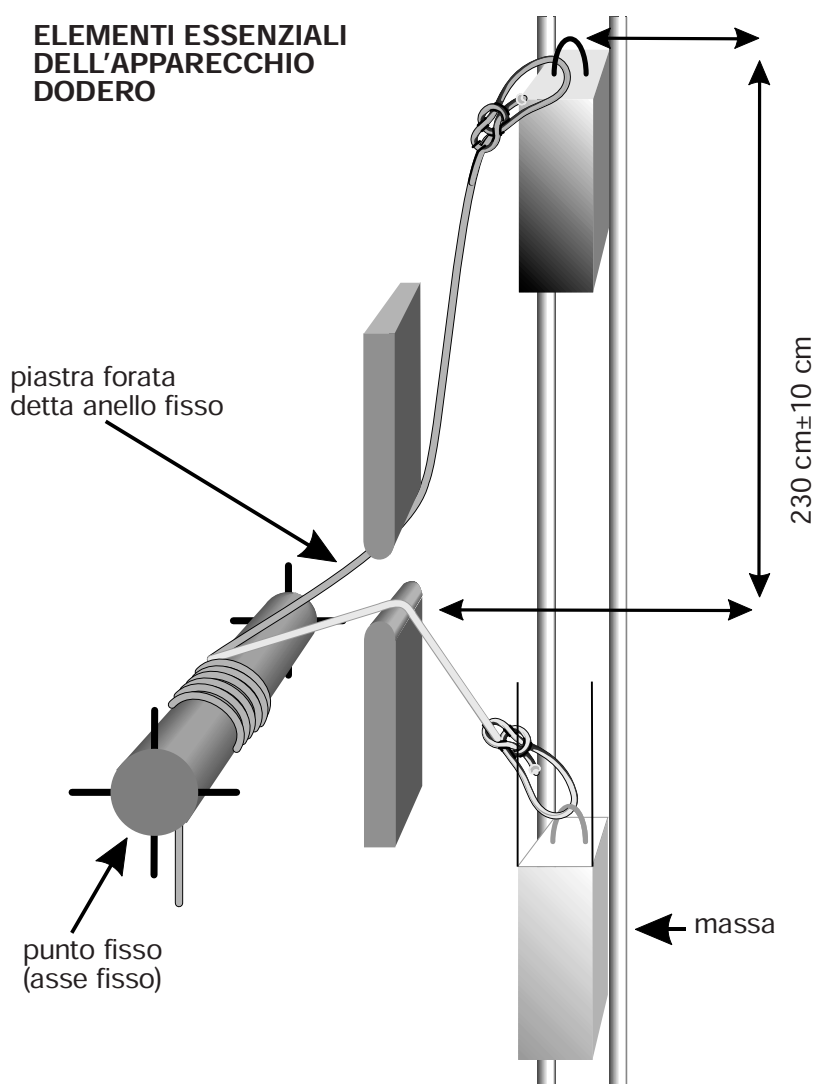
## Caratteristiche meccaniche richieste - Normativa U.I.A.A. – EN 892

### Attrezzatura e condizioni di prova

L'attrezzatura per le prove di omologazione delle corde è l'apparecchio di Dodero che serve a verificarne la resistenza e la capacità di assorbire adeguatamente l'energia di caduta (vedere indicazioni bibliografiche).

Le condizioni di prova si riferiscono alla caduta di una massa metallica di 80 kg per le corde semplici e per le corde gemellari e di 55 kg per le mezze corde; il tratto di corda interessato alla caduta è di 2,5 metri tra orifizio e massa, sotto carico di 80 kg, nel caso di corda semplice.

#### ELEMENTI ESSENZIALI DELL'APPARECCHIO DODERO



Una corda, per essere omologata, deve possedere i seguenti requisiti:

- **resistenza dinamica**
- **deformabilità a carico statico**
- **deformabilità a carico dinamico**
- **scorrimento della calza**

## Requisiti di accettazione di una corda secondo la normativa

Una corda, per essere omologata, deve possedere i seguenti requisiti:

- **resistenza dinamica** come segue:

a) una corda semplice deve essere in grado di resistere senza rompersi ad almeno 5 cadute e la forza di arresto, alla prima caduta, deve essere minore di 12 kN

b) una mezza corda deve essere in grado di resistere senza rompersi ad almeno 5 cadute e la forza di arresto, alla prima caduta, deve essere minore di 8 kN

c) due corde gemellari devono essere in grado di resistere senza rompersi ad almeno 12 cadute e la forza di arresto, alla prima caduta, deve essere minore di 12 kN

- **deformabilità a carico statico:** applicando staticamente un peso di 80 kg l'allungamento deve essere minore dell'8% per la corda semplice e le corde gemellari e deve essere inferiore al 10% per la mezza corda

- **deformabilità a carico dinamico:** la norma prevede che l'allungamento dinamico, riferito sempre ad una massa di 80 kg, non superi il valore del 40%

- **scorrimento della calza:** viene misurato utilizzando una apparecchiatura specifica che permette di evidenziare lo scorrimento della calza rispetto all'anima: esso non deve superare il 2%.

## Marchiatura

La normativa richiede che le corde omologate siano identificate:

a) mediante cartellino descrittivo che deve accompagnare ogni corda riportandone le



caratteristiche quali: tipo, lunghezza, diametro, peso per unità di lunghezza, forza di arresto massima, numero di cadute, scorrimento della guaina, allungamento, ecc.; deve anche riportare altre informazioni relative all'utilizzo tra le quali la vita presumibile del prodotto, le condizioni di manutenzione, ecc.

b) mediante la fascetta che deve essere applicata alle due estremità. Sulla fascetta sono riportati in forma indelebile: il riferimento normativo EN 892, il nome o il marchio del fabbricante, il tipo di corda. Nella maggior parte dei casi sarà presumibilmente riportato anche il marchio U.I.A.A. (anch'esso mostrato nella tabella).

c) Il marchio CE seguito da un numero che identifica l'Ente che rilascia il certificato.

### **Decadimento delle prestazioni dinamiche delle corde**

Per dare indicazioni sullo stato d'usura di una corda ci si riferisce unicamente al numero di cadute massime che essa è in grado di sopportare: l'usura quindi corrisponde alla riduzione percentuale delle cadute sopportate al Dodero rispetto a quelle garantite dal costruttore con corda nuova. Oggi i costruttori producono corde in grado reggere a un numero di cadute ben superiore (10-15) a quello richiesto dalle norme. Si considera non più utilizzabile (non più sufficientemente sicura) una corda che non sia più in grado di sopportare un numero di cadute pari a quelle richieste dalle norme. Va fatto rilevare che alcune delle attuali corde a diametro ridotto (molto apprezzate per il loro basso peso) hanno un numero di cadute con-

**Per dare indicazioni sullo stato d'usura di una corda ci si riferisce unicamente al numero di cadute massime che essa è in grado di sopportare: l'usura quindi corrisponde alla riduzione percentuale delle cadute sopportate al Dodero rispetto a quelle garantite dal costruttore con corda nuova.**

Le prestazioni dinamiche, cioè il numero massimo di cadute sopportabili, si riducono a causa dei seguenti fattori: usura durante le ascensioni (micro voli compresi), moulinette, luce solare, acqua e ghiaccio.

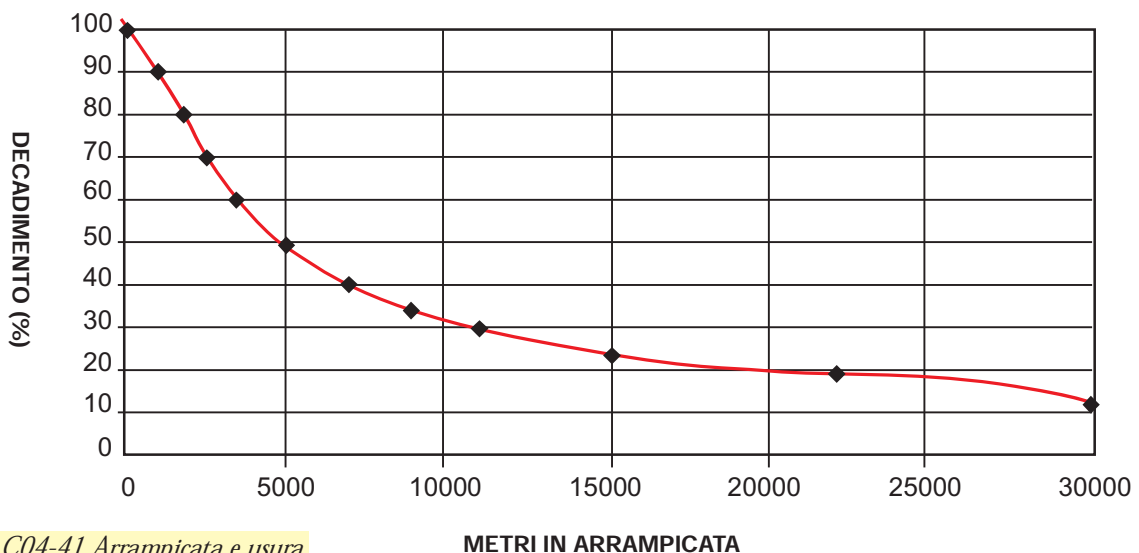
sentite più basso (ma comunque superiore a 5 secondo la Norma) e pertanto sono sottoposte a un decadimento più accelerato; inoltre sono più scorrevoli dentro freni e in operazioni di recupero.

Le prestazioni dinamiche, cioè il numero massimo di cadute sopportabili, si riducono a causa dei seguenti fattori: usura durante le ascensioni (micro voli compresi), moulinette, luce solare, acqua e ghiaccio.

### Utilizzo in arrampicata

È ormai assodato che una corda non subisce una riduzione di resistenza se non viene adoperata e lasciata in luogo asciutto e non esposto alla luce. Viceversa lo stato di efficienza di una corda dipende fortemente dal tipo di uso che ne viene fatto e dalla sporcizia (polvere) che la corda raccoglie. A questo proposito, è noto che i microcristalli (sabbia, polvere, ecc.) penetrati nella corda durante l'utilizzo tendono a tranciare i filamenti di nylon che compongono la

**DECADIMENTO PROPRIETÀ DINAMICHE  
DELLE CORDE PER USURA NATURALE**



corda stessa. Questo effetto viene reso ancora più marcato dall'uso in corda doppia o in moulinette sia per un effetto meccanico di compressione che di micro fusione di filamenti della calza dovuto al riscaldamento per attrito. Inoltre non va dimenticato che la calza, che è sottoposta maggiormente a questo fenomeno di sporcamento, contribuisce per il 30% alla resistenza della corda; pertanto se la calza presenta lesioni evidenti, si deve ritenere che la corda non ha più i margini di sicurezza richiesti.

Dal grafico, che prende spunto da dati sperimentali e fa riferimento a un utilizzo medio su terreni diversi, si nota che dopo circa 10.000 metri di arrampicata il decadimento è sceso al 30%. Ciò significa che una corda nuova che supportava ad esempio 9 cadute al Dodero prima di rompersi, ora dopo 10.000 metri di arrampicata può sostenere solo 3 cadute e quindi non più a norma cosa che invece non sarebbe successa se la corda fosse stata in grado di reggere, da nuova, almeno 15 cadute. Tale situazione peggiora nel caso di impiego frequente in moulinette (palestra di roccia) a causa dello stress prodotto dallo scorrimento dentro gli anelli di calata e dall'uso di discensori.

### **Esposizione alla luce solare**

Poiché il nylon è sensibile alla luce solare (in modo particolare alle radiazioni UV), si assiste ad un notevole decadimento delle prestazioni dinamiche della corda se esposta al sole: infatti, dopo 3 mesi di esposizione in quota, il numero di cadute sopportate al Dodero si ridu-

**La calza, che è sottoposta maggiormente a questo fenomeno di sporcamento, contribuisce per il 30% alla resistenza della corda; pertanto se la calza presenta lesioni evidenti, si deve ritenere che la corda non ha più i margini di sicurezza richiesti.**

**Il nylon è sensibile alla luce solare (in modo particolare alle radiazioni UV); ciò comporta un notevole decadimento delle prestazioni dinamiche della corda se esposta al sole: infatti, dopo 3 mesi di esposizione in quota, il numero di cadute sopportate al Dodero si riduce per lo meno del 25%.**

**La resistenza dinamica può ridursi fino al 70% nel caso di corde bagnate cioè circa 1/3 di quella iniziale. Tale comportamento è indipendente dalla durata dell'ammollo. Ciò significa che una corda che supporta 15 cadute, una volta bagnata ne può tenere solo 5.**

ce per lo meno del 25% e anche fino al 50%. Il decadimento di prestazioni è più vistoso per le corde esposte ad altitudini più elevate (l'intensità della componente UV della luce solare cresce all'aumentare della quota).

La degradazione dei colori dei fili della camicia è un indice del decadimento delle loro caratteristiche meccaniche e quindi delle proprietà dinamiche della corda (vedi bibliografia).

Pertanto nel peggiore dei casi una corda che sopporta 10 cadute, in seguito ad impiego prolungato in ambiente, specie se di alta montagna, può tenere solo 5 cadute.

### **Corde bagnate e corde gelate**

La resistenza dinamica (numero cadute sopportate al Doderò) può ridursi fino al 70% nel caso di corde bagnate (resistenza residua ca. 1/3 di quella iniziale! - vedi bibliografia). Tale comportamento è indipendente dalla durata dell'ammollo. Ciò significa che una corda che supporta 15 cadute, una volta bagnata ne può tenere solo 5.

Eseguendo invece prove su **corde ghiacciate** (-10 / -15°C), la resistenza dinamica risulta leggermente migliore rispetto ai valori riscontrati con le corde bagnate: è stata infatti rilevata una riduzione più contenuta dei valori (circa il 50%). Le corde bagnate, dopo un essiccamento completo, in ambiente in ombra e arieggiato, presentano un recupero completo (o quasi) delle caratteristiche dinamiche iniziali, anche dopo diversi trattamenti di bagna-asciuga.

## Conclusioni sul decadimento delle prestazioni dinamiche delle corde

Ipotizzare che dopo circa 10.000 metri di arrampicata, per effetto della luce solare e dell'usura, la resistenza dinamica si sia ridotta al 30% significa che una corda che da nuova teneva 9 cadute al Doderò, può ora sostenerne solo 3. Se poi tale corda si bagna le sue prestazioni diminuiscono ulteriormente del 70%. Vale a dire che la nostra corda usata e bagnata può reggere 1 caduta.

Si consiglia quindi di acquistare corde semplici e mezze corde che offrano un numero elevato di cadute, di scegliere diametri non eccessivamente ridotti perché altrimenti il sistema mano-freno lavora meno efficacemente, di non utilizzare la stessa corda per l'attività in falesia e montagna e di cambiare la corda sia in seguito ad abrasioni o voli importanti o comunque, anche se integra, dopo 10.000 metri di arrampicata (discese comprese).

## Utilizzo delle mezze corde

È piuttosto diffuso il comportamento di utilizzare nelle salite due mezze corde anziché una sola corda semplice. Ciò per vari motivi:

- a. per poter effettuare discese in corda doppia sfruttando calate di 40-50 metri anziché 20-25 nel caso si disponesse di una sola corda
- b. effettuare la progressione in conserva su ghiacciaio impiegando una mezza corda
- c. con ancoraggi non particolarmente affidabili, allo scopo di ridurre la sollecitazione sugli ancoraggi in caso di caduta del primo di cordata.

**Come primo obiettivo si vuole dimostrare che è possibile utilizzare una mezza corda**

Si consiglia quindi di acquistare corde semplici e mezze corde che offrano un numero elevato di cadute, di scegliere diametri non eccessivamente ridotti perché altrimenti il sistema mano-freno lavora meno efficacemente, di non utilizzare la stessa corda per l'attività in falesia e montagna e di cambiare la corda sia in seguito ad abrasioni o voli importanti o comunque, anche se integra, dopo 10.000 metri di arrampicata (discese comprese).

**nella progressione in conserva sia su ghiacciaio che su pendio di neve e creste di bassa difficoltà; per le applicazioni si rimanda al capitolo 10.**

Riportiamo i risultati di alcune prove condotte con apparecchio Dodero su mezze corde sia asciutte che bagnate applicando una massa di 80 kg (anziché i 55 kg previsti dalla normativa) con fattore di caduta=1.

La forza di arresto ( $f_a$ ) riportata è riferita alla prima caduta. Le prove con corda asciutta sono state sospese al superamento della sesta caduta.

TIPO DI MEZZA CORDA	FC	N° cadute	$f_a$ 1a caduta daN	CONDIZIONI CORDA	NOTE
<b>CORDA A-</b> <b>diam. mm 8</b> n° cadute = 17-18 (con fattore di caduta=2) forza arresto=1020 daN (valori riferiti a corda gemellare)	1	4	578	asciutta	rottura sul nodo bulino
	1	>6	581	asciutta	
	1	5	578	asciutta	rottura sul nodo bulino
	1	1	596	5h in acqua	rottura sul nodo bulino
	1	1	595	5h in acqua	rottura sul nodo bulino
	1	1	594	5h in acqua	rottura sul nodo bulino
<b>CORDA B-</b> <b>diam. mm 7,8</b> n° cadute= 12 (con fattore di caduta=2) forza arresto=780 daN (valori riferiti a corda gemellare)	1	>6	595	asciutta	
	1	5	596	asciutta	rottura sul rinvio
	1	>6	596	asciutta	
	1	3	644	6h in acqua	rottura sul rinvio
	1	2	647	6h in acqua	rottura sul nodo bulino
	1	3	645	6h in acqua	rottura sul nodo bulino

C04-42 Corde asciutte e bagnate

Dalla tabella si osserva che nel caso peggiore la corda bagnata tiene almeno una caduta.

Per quanto riguarda la marcia su ghiacciaio e una eventuale caduta in crepaccio si fa notare che la corda nell'apparecchio Dodero è bloccata mentre nella progressione in conserva la corda non è vincolata a punti fissi ma è il compagno che trattiene la caduta. **Lo studio sulla**

**caduta in crepaccio di un componente della cordata ha evidenziato che il compagno al massimo riesce mediamente ad esercitare nella trattenuta una forza di circa 150 daN:** si tratta di un valore molto inferiore al carico di rottura della mezza corda (circa 1600 daN).

Per quanto riguarda la progressione su pendio di neve e su cresta facile di modesta inclinazione, dove non si prevedono incastramenti della corda, si può utilizzare ancora la mezza corda in quanto sono presenti numerosi attriti e soprattutto l'assicuratore in fase di trattenuta sollecita la corda con bassi carichi.

**Nel caso invece di progressione in conserva su tratti rocciosi e su creste dove sono presenti spuntoni e lame la mezza corda va doppiata** (cioè ad esempio con 50 metri si ottengono due tratti da 25 metri); in questa situazione non è adatto l'impiego della sola mezza corda in quanto, se essa, in caso di volo di uno dei componenti, dovesse impigliarsi attorno ad uno spuntone, si creerebbe una situazione di corda bloccata e la mezza corda non avrebbe la capacità di sopportare questo tipo di caduta.

**Come secondo obiettivo si intende chiarire che nella progressione in conserva non esistono controindicazioni nel collegare la mezza corda all'imbracatura con nodo barcaio.**

Sono state condotte delle prove con apparecchio Doderò sia su spezzoni di corda asciutta che bagnata, con fattore di caduta=2, con massa di 80 kg, **tenendo la mezza corda doppiata e collegando ciascuna estremità alla massa** con nodo barcaio.

È stata esaminata una mezza corda che presen-

**Nella progressione in conserva la mezza corda va doppiata; in questa situazione non è adatto l'impiego della sola mezza corda in quanto, se essa, in caso di volo di uno dei componenti, dovesse impigliarsi, si potrebbe creare una situazione di corda bloccata e la mezza corda non avrebbe la capacità di sopportare questo tipo di caduta.**

tava diametro di 9 mm, una  $f_a=5,30$  kN e un numero di cadute pari a 17.

N° prove	1	2	3	4	5
$f_a$ (daN)	846	1006	1059	1094	1124
Volò (m)	5,65	5,77	5,81	5,83	5,86

In tabella sono riportati i dati con corda asciutta; i risultati con corda bagnata presentano una forza di arresto superiore di circa il 14%.

Le prove sono state sospese volontariamente dopo il quinto tentativo.

Quindi collegare la mezza corda all'imbracatura con nodo barcaiole da ampie garanzie di tenuta:

- per l'attraversamento di un ghiacciaio e la salita su facili pendii di neve è sufficiente la mezza corda distesa perché la caduta in crepaccio produce come si è visto bassi carichi;
- per la progressione su cresta rocciosa dove è probabile che la corda si impigli è opportuno utilizzare la mezza corda doppiata.

## CORDINI E FETTUCCE

Parlando di cordini e fettucce vale la pena di fare una premessa di tipo generale allo scopo di evitare ambiguità o fraintendimenti; questi elementi della catena di sicurezza sono destinati a resistere a forze e non ad assorbire energia e pertanto hanno caratteristiche strutturali differenti dalle corde di arrampicata anche se questo a volte appare poco evidente da un esame puramente visivo.

La differenziazione di utilizzo è parte integrante



della norma EN 564 (ed. febbraio 1997) che individua i requisiti e i metodi di prova dei componenti in oggetto. Questi infatti sono sottoposti a prove di rottura mediante l'applicazione statica di un carico.

Cordini e fettucce non devono quindi per nessun motivo essere utilizzati al posto delle corde, neppure a parità di diametro o sezione. La motivazione di questo approccio è dovuta alla piccola deformabilità del cordino (dovuta essenzialmente alla sua limitata lunghezza e al tipo di lavorazione) rispetto a quello della corda e quindi al suo piccolo assorbimento di energia.

Cordini e fettucce sono generalmente costituiti da fibra poliammidica oppure anche con altri materiali quali il kewlar e il dyneema aventi caratteristiche meccaniche più elevate.

Sono presenti sul mercato anelli di fettuccia precucita di varie lunghezze e rinvii o preparati costituiti dalla sola fettuccia cucita oppure dotati anche di moschettoni.

Tenendo conto che i cordini/fettucce sono utilizzati nei punti di rinvio e quindi sono sottoposti a un **“effetto carrucola”** le norme stabiliscono che questi componenti abbiano un **carico di rottura minimo di 22 kN**. Nonostante che per l'asse maggiore del moschettone sia stato fissato un carico minimo di 20 kN permane per anelli di cordini e fettucce un carico leggermente superiore.

Le resistenze imposte dalle norme si riferiscono alle condizioni **“nominali”**, cioè a un tratto di cordino o fettuccia **non annodato** in corrispondenza dei supporti utilizzati per la prova di trazione e fissato a questi in modo che la rottura avvenga nella parte centrale del campione.

**Cordini e fettucce non devono essere utilizzati al posto delle corde, neppure a parità di diametro o sezione. Ciò è dovuto alla piccola deformabilità del cordino (per la sua limitata lunghezza e tipo di lavorazione) rispetto a quello della corda e quindi al suo piccolo assorbimento di energia.**

**I cordini/fettucce sono generalmente utilizzati nei punti di rinvio e quindi sono sottoposti a un “effetto carrucola” ; ciò comporta che questi componenti abbiano un carico di rottura minimo di 22 kN.**

RINVII



C04-43 Rinvii e fettucce

## Cordini (trefoli ritorti + calza)

Diametro 4-8 mm

Label CEN sulla bobina.

I cordini devono avere un carico minimo  $F$  maggiore del prodotto del diametro (in mm) del cordino  $d$  elevato al quadrato per un fattore  $f=20\text{daN}/\text{mm}^2$ .

Carico minimo di rottura  $F > d^2(\text{mm}) \cdot f$

## Fettucce (tessuto piatto o tubolare)

Label CEN sulla bobina.

Spessore nominale minimo 1 mm

Presenza di fili spia (resistenza nominale =  $n^\circ \text{fili} \cdot 500 \text{ daN}$ ) ben distinguibili. Se intaccata, non deve disfarsi completamente.

## Fettucce cucite ad anello e rinvii

(tessuto piatto o tubolare)

Etichetta con label CEN sull'anello con carico di rottura riportato ( $>2200 \text{ daN}$ )

Filo della cucitura ben visibile.

Non deve disfarsi completamente se intaccata al bordo.



C04-44 Anelli di fettuccia  
Anelli di fettuccia precuciti  
poliammide (a sinistra)-  
dyneema (destra) lunghezze variabili  
da 24 cm a 150

## Effetto nodo

Nella pratica bisogna inoltre considerare che i cordini/fettucce sono generalmente usati sotto forma di anello chiuso da un nodo: è quindi necessario tenere conto dell'indebolimento da esso causato moltiplicando la resistenza nominale (senza nodo) per un fattore di riduzione.

**Nel caso dei nodi tale fattore, pur essendo alquanto variabile in funzione del tipo di nodo utilizzato, può essere assunto pari a circa 0,5 (valore conservativo).** Poiché in un anello chiuso i rami portanti sono 2, è ancora necessario introdurre nel calcolo della resistenza un fattore moltiplicativo pari a 2: in conclusione un anello chiuso ha, con buona approssimazione e cautelativamente, una resistenza pari al cordino/fettuccia semplice non annodato.

## Effetto spigolo

Un altro aspetto importante che influenza la resistenza di cordini/fettucce è l'appoggio che questi componenti possono avere su uno spigolo con un certo raggio di curvatura: quanto più il raggio di curvatura è piccolo (al limite una lama) tanto più l'effetto di riduzione di resistenza è elevato; ancora, prove di laboratorio dimostrano che questo effetto è molto più marcato quanto maggiore è il diametro del cordino. Questo porta a suggerire, come mostrato in seguito, che per ridurre l'“effetto spigolo” è meglio usare un cordino di piccolo diametro con più rami che non un cordino di diametro maggiore con due soli rami (il confronto deve essere fatto a parità di sezione resistente totale).





**Il fattore di riduzione di un nodo costruito su di un ramo di cordino può essere assunto pari a circa 0,5. Poiché in un anello chiuso i rami portanti sono 2, avrà, con buona approssimazione, una resistenza pari al valore nominale del cordino/fettuccia semplice non annodato.**

**In generale si possono dare le seguenti indicazioni:**

- il raggio di curvatura dei moschettoni che rispettano le norme non produce mai la rottura di cordino o fettuccia per “effetto spigolo”; la rottura avviene in corrispondenza del nodo
- per quanto riguarda l'effetto taglio (lame o bordi di roccia), la fettuccia ha in genere una resistenza minore rispetto al cordino quando i vari rami si sovrappongono reciprocamente, esercitando un effetto di “schiacciamento”.

Si riporta una sintesi della tabella tratta dalla pubblicazione del 1983 “*Cordini e fettucce*” a cura della Commissione Materiali e Tecniche del C.A.I. **a cui si rimanda per maggiori indicazioni.**

C04-45 Effetto dei nodi

EFFETTO DEI NODI		Fattori di riduzione sulla resistenza	
		FETTUCCE	CORDINI
Tipi di nodo			
Nodo fettuccia		0,63	0,54
Nodo delle guide		0,42	0,48
Nodo a contrasto inglese doppio			0,58
EFFETTO DEGLI SPIGOLI (bordi con sezione a forte curvatura o smussati)			
	Caratteristiche tecniche		
	Anello passante per foro ø 30 mm ricavato su lamiera: <b>spess. 4 mm, bordo arrotondato</b>	0,52	0,51
	<b>Spess. 3 mm, bordo smussato</b>	0,33	0,45
	Passante per l'occhiello del chiodo (spessore lamiera 4 mm)	0,36	0,44
	Anello passante a “strozzo” -nodo sul braccio sottostante	0,34	0,48
	-nodo sul braccio sovrastante	0,27	
	anello passante per l'occhiello del chiodo (4 rami): -rami sovrapposti	0,23	
	-rami non sovrapposti	0,27	

Riportiamo in tabella i dati sulla resistenza minima per i cordini che, secondo la normativa europea EN 564, deve essere garantita dalle ditte costruttrici, le quali devono indicare (sul rocchetto della confezione) la normativa EN 564, il proprio nome o marchio e il diametro nominale.

La resistenza di un anello di cordino ( $R_{\text{anello}}$ ) con due o più rami, un nodo ed escludendo l'effetto spigolo può essere così calcolata:

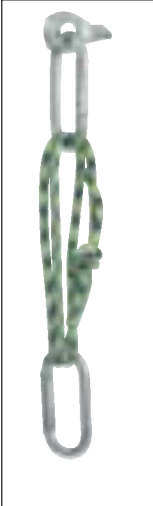

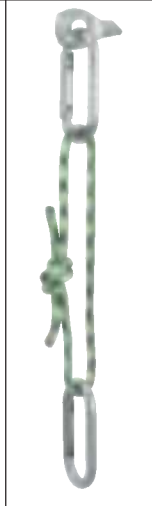
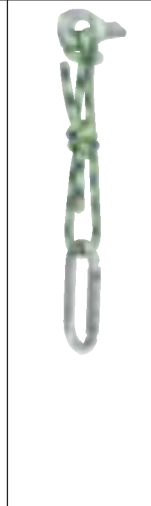
$$R_{\text{anello}} = (R_{\text{nominale}}) * (n^{\circ} \text{ di rami}) * (F_{\text{nodo}})$$

dove:

- $R_{\text{nominale}}$   
resistenza nominale del cordino/fettuccia
- $n^{\circ}$  rami  
numero di rami di cordino/fettuccia nell'anello
- $F_{\text{nodo}}$   
fattore (<1) riduttivo per effetto nodo

**A titolo di esempio un anello che debba realizzare una resistenza di 20 kN con un cordino di 7 mm ( $R_{\text{nominale}} = 10 \text{ kN}$ ) e un nodo con un fattore di riduzione di 0,5 richiede il seguente numero di rami:**

$$n^{\circ} \text{ rami} = R_{\text{anello}} / (R_{\text{nominale}} * F_{\text{nodo}}) = 20 / (10 * 0,5) = 4$$

			
R~2127 daN	R~1764 daN	R~1058 daN	R~941 daN

CORDINO 7 mm

Diametro (mm) cordini	Carico di rottura (kN)
4	3,2
5	5,0
6	7,2
7	9,8
8	12,8

C04-46 Cordini: diametro e resistenza

C04-47 Sforzo sopportabile  
con cordino da 7 mm

**Nel caso delle fettucce, l'indicazione del carico di rottura viene rivelato direttamente per mezzo di fili "spia": fili paralleli, colorati, equidistanti, chiaramente identificabili, incorporati nella fettuccia lungo la sua lunghezza. Ogni filo equivale a 5kN.**

Da prove ancora in corso possiamo esprimere le seguenti considerazioni:

- in presenza di spigoli meglio cordini più fini con più rami che cordini più grossi con meno rami
- nel caso di occhielli di chiodi o tasselli con raggio di curvatura piccolo, è opportuno utilizzare un moschettone per operare il collegamento del cordino con l'ancoraggio.

## Fettucce

Nel caso delle fettucce, le norme europee EN 565 (del febbraio 1997) non prescrivono al costruttore di correlare la resistenza con la sezione, ma di fornire l'indicazione del carico di rottura direttamente sulla fettuccia per mezzo di fili paralleli, colorati, equidistanti, chiaramente identificabili, incorporati nella fettuccia lungo la sua lunghezza.

Ciascun filo rappresenta 5 kN: ad esempio tre fili corrispondono a 15 kN. La resistenza minima non deve comunque essere inferiore a 5 kN. Riportiamo a titolo indicativo una tabella che mostra le resistenze minime solitamente garantite dai costruttori, i quali devono indicare (sul rocchetto della confezione) la normativa EN 565 e il proprio nome o marchio.

L=larghezza della fettuccia  
A=sezione della fettuccia  
S=spessore della fettuccia

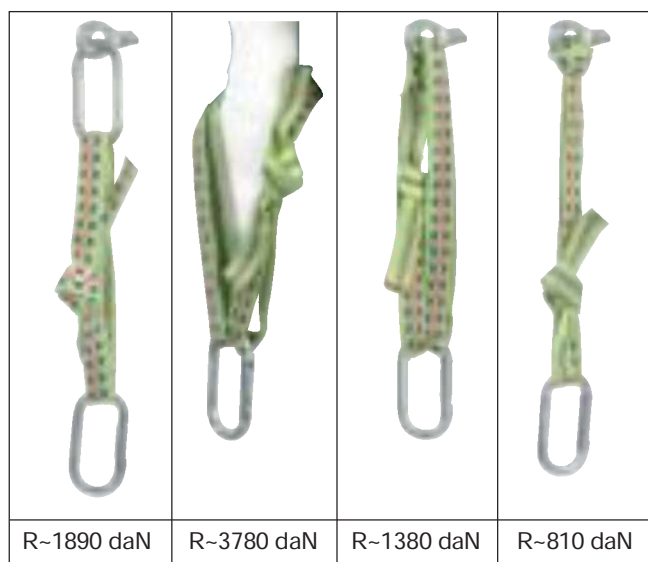
L x S (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Carico di rottura (kN)
20 x 2 piatta	40	8
25 x 2 piatta	50	10
30 x 2 piatta	60	12
20 x 3 tubolare	60	12
30 x 3 tubolare	90	18

Si riportano i calcoli dello sforzo sopportabile da una fettuccia avente 3 fili spia in relazione al modo con cui viene sistemata sull'ancoraggio. I casi sono illustrati nella figura C04-49.

R <sub>nominale</sub>	N° rami	Fattore riduzione	R di carico (daN)
1500	3	0,63	1890
1500	4	0,63	3780
1500	4	0,23	1380
1500	2	0,27	810

### Anelli cuciti di fettuccia

Le norme europee EN 566 (del febbraio 1997) prescrivono che il carico di rottura sia non inferiore a 22 kN, cioè un poco superiore a quello prescritto per l'asse maggiore del moschettone normale. La cucitura deve essere evidenziata con una colorazione contrastante con quella di base per permettere un più agevole controllo del suo stato. Il costruttore deve indicare la normativa EN 566 e il proprio nome o marchio.



FETTUCIA 3 fili spia

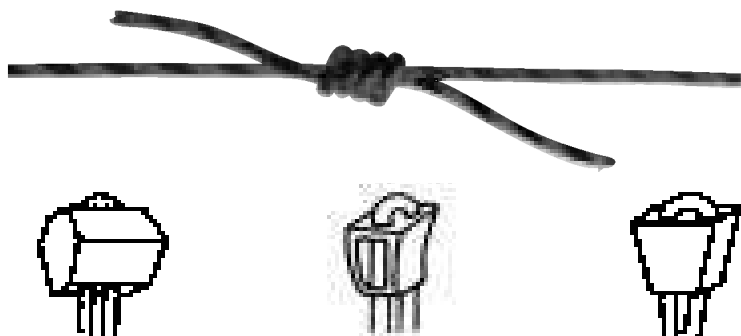
Queste fibre presentano caratteristiche fisico-meccaniche eccezionali (resistenza alla rottura 3-4 volte superiori al nylon, a parità di peso) sia allo strappo, sia sotto l'effetto dei nodi e di spigoli. I cordini prodotti con queste fibre presentano un carico di rottura di circa 19 kN.

## Kevlar e dyneema

Il kevlar è una fibra aramidica prodotta nel 1965 chimicamente simile al nylon ed è attualmente presente nel mercato alpinistico come cordino del diametro di 5,5 mm e del diametro di 6 mm. La fibra dyneema è un polietilene (PE HT) prodotto dalla DSM con il marchio dyneema, oppure dalla ALLIED con il marchio Spectra. Queste fibre presentano caratteristiche fisico-meccaniche eccezionali (resistenza alla rottura 3-4 volte superiori al nylon, a parità di peso) sia allo strappo, sia sotto l'effetto dei nodi e di spigoli. I cordini prodotti con queste fibre presentano un carico di rottura di circa 19 kN. Per realizzare anelli bisogna impiegare il nodo a contrasto doppio (meglio se triplo) perché senza carico il nodo tende ad allentarsi e le estremità tendono ad accorciarsi.

A titolo di riferimento mostriamo una tabella di comparazione sulle resistenze alla rottura ottenute ponendo in trazione alcuni nut dotati di anello di cordino in nylon o in kevlar.

C04-50 Nodo di giunzione per blocchi da incastro






C04-51 Blocchi da incastro e resistenza

n° nut	cordino	Ø mm	nodo	rottura cordino
4	nylon	8	inglese doppio	15,4 kN
5	nylon	7	inglese doppio	12,3 kN
3	nylon	5,5	inglese doppio	16,8 kN



C04-52 Nylon-Kevlar e resistenza

		nylon Ø 7 mm	kevlar Ø 5,5 mm
	effetto nodo	12,5 kN	18,2 kN
	effetto spigolo	7,5 kN	15,2 kN
	effetto strozzo	7,6 kN	10,4 kN

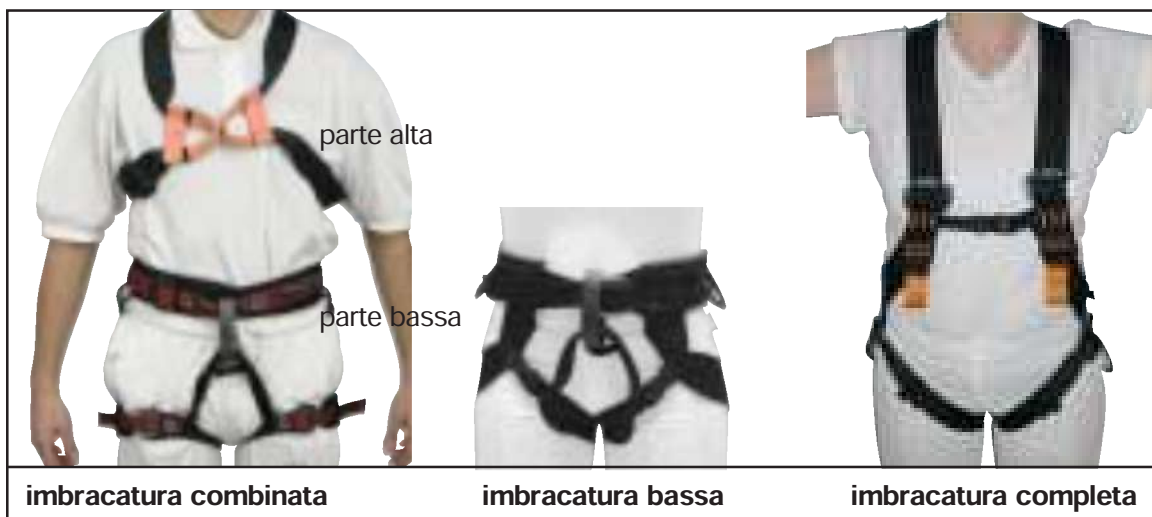
## IMBRACATURA

L'imbracatura fa parte dell'equipaggiamento indispensabile di ogni alpinista. I requisiti che deve possedere un'imbracatura sono così riassumibili:

- la sollecitazione in caso di caduta deve essere ripartita sulle parti del corpo maggiormente in grado di resistere senza danno eccessivo (bacino, parte superiore delle cosce)
- lo strappo deve essere trasmesso al corpo tramite un punto di applicazione posto superiormente al suo baricentro; in tali condizioni, dopo la caduta, il corpo deve tendere ad assumere da sé la postura verticale
- durante la sospensione (ad esempio al termine della fase di caduta) il carico, vale a dire il peso del corpo e dell'attrezzatura personale, accresciuto dalle forze d'inerzia, deve essere sostenuto dal cosciale (si veda più sotto), onde evitare danni e dolore nel caso di sospensioni prolungate; il corpo deve essere mantenuto in posizione eretta dal pettorale (si veda più sotto)

L'imbracatura può essere:

- bassa (cosciale)
- combinata, cioè costituita da cosciale e da pettorale
- intera (pezzo unico)



C04-53 Tipi di imbracature

L'imbracatura intera, da prove eseguite, sembra non soddisfare in modo completo ai requisiti richiesti: il contraccolpo conseguente all'arresto e al violento raddrizzamento del corpo (dovuto all'alto punto di attacco alla corda) può provocare danni molto seri a livello delle vertebre cervicali (cosiddetto "colpo del coniglio").

Per converso è pericoloso l'uso del solo cosciale (imbracatura bassa) quando si arrampica con lo zaino, sia perché la forza di arresto può causare una pericolosa flessione della colonna vertebrale sia perché il caduto può restare sospeso a testa in giù. L'uso del solo cosciale è invece ammesso nell'ambito dell'arrampicata sportiva ed in genere nelle arrampicate in cui i "voli" siano senza zaino.

## Imbracature: le prove di laboratorio e caratteristiche

- 1) La resistenza viene verificata su di un manichino di legno con una prova statica di rottura a trazione: in posizione eretta fino a 500 kg di peso; a testa in giù fino a 1000 kg peso. L'imbracatura non deve subire danni;
- 2) La maggior parte del peso del corpo deve gravare sui cosciali
- 3) larghezza cosciali 43/45 mm
- 4) larghezza spallacci 28/35 mm
- 5) allacciamento corda sopra l'ombelico
- 6) inclinazione della colonna vertebrale di 20°
- 7) niente parti metalliche nelle zone delicate
- 8) se presenti, le parti metalliche devono rimanere parallele al corpo
- 9) anelli metallici di diametro <3 mm
- 10) le cuciture devono essere distinguibili
- 11) regolata in maniera corretta, deve permettere a chi la indossa di rimanere sospeso per almeno 10 minuti senza particolari difficoltà circolatorie e respiratorie; dopo 10 minuti la persona deve poter eseguire, senza difficoltà alcuna, qualsiasi movimento.

## Norme principali

L'imbracatura è regolamentata dalla normativa EN12277.

La norma contempla quattro tipi di imbracatura: A completa, B per ragazzi (<40 kg), C pelvica (cosciali), D toracica (pettorale). Essa non considera eventuali combinazioni, ma si limita

da un lato a caratterizzare i vari tipi dal punto di vista del grado di sicurezza garantita, dall'altro a obbligare i costruttori a fornire indicazioni sui rischi che l'uso di determinati tipi comporta. Così il tipo C (pelvica) è definito specificando che è in grado di sostenere il corpo in posizione seduta solo nel caso la persona sia cosciente e il tipo D (pettorale) è definito specificando che non può da solo mantenere sospesa una persona senza che essa subisca danno. La resistenza meccanica viene verificata su un manichino di legno con una prova statica di trazione: in posizione eretta fino a 16 kN, a testa in giù fino a 10 kN. La norma contempla inoltre vari altri aspetti che l'attrezzo deve soddisfare.

Il costruttore è tenuto a fornire esplicitamente tali indicazioni d'uso e in particolare per il tipo D sull'imbracatura deve comparire la scritta: "da non usare da sola".

Per quanto riguarda la scelta dell'imbracatura più adatta alle varie circostanze d'uso, il collegamento delle due parti di un'imbracatura combinata e il collegamento dell'imbracatura con la corda si rimanda al capitolo 3.

## MOSCHETTONI (CONNETTORI)

L'aggancio della corda all'ancoraggio è possibile tramite il moschettone. Questo attrezzo, inventato nel 1912 da Otto Herzog, oggi è costruito in lega leggera, ha la forma di un anello schiacciato che varia alquanto secondo l'impiego specifico dell'attrezzo. È apribile da un lato per mezzo di una leva azionabile manualmente, la quale ritorna in sede per effetto di una molla.

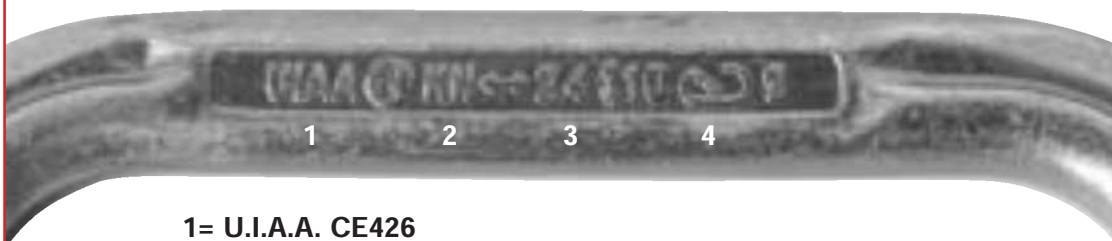
Nei moschettoni da rinvio la leva può essere diritta, curva e a filo e presenta vari tipi di chiusure.

*C04-54 La marcatura dei moschettoni*

### MARCATURA DEI MOSCHETTONI

Ogni moschettone omologato CE deve riportare indelebilmente, in modo da non diminuirne la resistenza, i seguenti dati:

- il nome o il marchio registrato del fabbricante, importatore o dettagliante;
- la sigla CE ed eventuale sigla U.I.A.A.;
- un numero di identificazione dell'Ente certificatore;
- i carichi minimi garantiti dal fabbricante per l'asse magg. a leva chiusa, per l'asse min., per l'asse magg. a leva aperta;
- marchio Klettersteig (per moschettoni da via ferrata).



**1= U.I.A.A. CE426**

**2= resistenza asse maggiore a leva chiusa**

**3= resistenza asse minore**

**4= resistenza asse maggiore a leva aperta**

È mostrata in figura C04-54 la marcatura dei moschettoni.

L'attuale normativa europea EN12275 sostituisce

sce il termine moschettone con il nuovo termine generico connettore: in sede di trasferimento dalle norme U.I.A.A. alle norme CEN è stata lasciata ai costruttori la possibilità di produrre nuovi tipi di connessione tra la corda e la parete. In base alla normativa EN12275 la tipologia dei moschettoni (e più in generale i connettori) presenta 7 tipi diversi di moschettoni: B (base), H (per mezzo barcaiolo), K (per ferrata), D (direzionale), A (per ancoraggi), Q (con chiusura a vite-maglie rapide), X (ovale). Ciascuna di queste categorie è caratterizzata, oltre che dal tipo di impiego del moschettone, da:

- resistenza statica a trazione garantita nella direzione dell'asse maggiore con leva chiusa:  $R_{m1}$
- resistenza statica a trazione garantita nella direzione dell'asse maggiore con leva aperta:  $R_{m1o}$
- resistenza statica garantita nella direzione trasversale all'asse maggiore (asse minore):  $R_{m2}$ .

La tabella C04-55 riporta tali dati per i diversi tipi di moschettoni.

TIPO	DESCRIZIONE	$R_{m1}$ (kN)	$R_{m1o}$ (kN)	$R_{m2}$ (kN)
<b>B</b>	Base, normale, universale, di uso generale	20	7*	7
<b>H</b>	Per assicurazione (HMS=mezzo barcaiolo), dotato di bloccaggio a ghiera automatico (a baionetta) o non automatico (a vite), con leva non bloccabile in posizione aperta. In genere a base larga.	20	6*	7
<b>K</b>	Per ferrata (Klettersteig=ferrata)	25	-	7
<b>A</b>	Per ancoraggio	20	7*	-
<b>D</b>	Direzionale, cioè di costruzione tale da definire univocamente l'asse di applicazione della forza	20	7*	-
<b>Q</b>	Dotato di bloccaggio a ghiera non automatico (a vite).	25	-	10
<b>X</b>	Ovali	16	5*	7

Note sulla tabella:

*C04-55 Dati sui moschettoni*

- \* = non è richiesto il valore se il moschettone è dotato di dispositivo di bloccaggio automatico.
- Per il tipo K non viene fornito il valore di carico per l'asse maggiore a leva aperta, in quanto nei moschettoni da ferrata la ghiera ritorna automaticamente in chiusura e viene impedita perciò l'apertura accidentale.

Come già segnalato, la scelta di 20 kN, come carico massimo lungo l'asse maggiore a leva chiusa, deriva dall'effetto carrucola che si manifesta in un rinvio. Il valore indicato dalle norme tiene conto dell'effetto dell'attrito sul moschettone (rapporto tra forza sul ramo uscente ed entrante pari a 1,5).



C04-56 Moschettone  
in flessione



C04-57 Dito aperto

La resistenza statica nella direzione dell'asse minore è richiesta per garantire una sufficiente robustezza anche nel caso in cui il moschettone non lavori in modo perfettamente assiale.

Riportiamo alcune considerazioni emerse da una serie di prove condotte sui connettori dalla commissione CMT Lombarda, documentate da un video su supporto DVD.

- Sui **moschettoni H a ghiera**, nella versione “a base larga” adatta all'uso con il mezzo barcaiole, le prove eseguite hanno evidenziato che la ghiera, pur avendo lo scopo di mantenere la leva in sede, contribuisce ad aumentare il carico: perciò **bisogna avere cura di chiudere bene la ghiera prima di usare il moschettone**. Inoltre, si è rilevato che la ghiera chiusa sul corpo del moschettone, se soggetta ad una forza che tende a farla uscire dalla sede (test non considerato dalle norme) presenta una resistenza piuttosto bassa.
- Un **moschettone posto a lavorare in flessione** offre un carico di rottura piuttosto basso (340 daN) (vedi C04-56).
- **Moschettone con leva (o dito) a filo**: i risultati hanno messo in evidenza che il filo non costituisce il punto debole perché la rottura avviene sul corpo. Il carico di rottura sull'asse minore è stato misurato in due prove 1100 daN e 1300 daN.
- **Vecchio moschettone marcato L**: si fa presente che le vecchie norme prevedevano l'utilizzo di due tipi di moschettoni: “normale” marcato N e “leggero” marcato L. Per il tipo L era consentito un carico a dito aperto di 4 kN: **si consiglia di non utilizzare questo moschettone** perché tale basso valore nel rinvio, in situazioni critiche, è facilmente raggiungibile.



## VITI E CHIODI DA GHIACCIO

### Generalità

La normativa EN568, al posto della definizione generica di “chiodi da ghiaccio”, adotta il termine “ancoraggi da ghiaccio”, intendendo così i mezzi più utilizzati per l'assicurazione su ghiaccio. Devono presentare le seguenti caratteristiche generali:

- semplicità e facilità d'uso: deve essere facile, rapida e poco faticosa sia l'infissione che l'estrazione
- “tenuta” sufficiente, cioè forza di estrazione (se ne veda più avanti la definizione) sufficientemente elevata
- scarsa tendenza a rompere il ghiaccio circostante per non inficiarne la tenuta (cioè moderato effetto cuneo)

Gli ancoraggi da ghiaccio si possono suddividere in due tipologie principali:

- a) viti da ghiaccio: attrezzo da ancoraggio il cui inserimento/disinserimento nel ghiaccio avviene per avvitamento/svitamento (alcuni tipi sono mostrati nella figura C04-58)
- b) chiodi da ghiaccio: attrezzo da ancoraggio il cui inserimento nel ghiaccio avviene per percussione; il disinserimento può avvenire anche per svitamento (vedi figura C04-59).

**La struttura a corpo pieno non è più prevista dalle norme**, perchè presenta un carico di rottura molto basso. (vedi cavatappi e chiodi Wart Hog).

Le viti da ghiaccio attualmente in commercio presentano tutte struttura tubolare, mentre la categoria di chiodi da ghiaccio contempla anco-



C04-58 Viti da ghiaccio



C04-59 Chiodi da ghiaccio

**Le viti da ghiaccio possono essere costruite con materiali diversi: normalmente sono in acciaio al cromo-molibdeno, in titanio o leghe di alluminio con fresa al titanio.**

**La tenuta è misurata dalla forza di estrazione, cioè dalla forza perpendicolare all'asse della vite che, applicata all'anello del chiodo completamente infisso, ne determina la fuoriuscita dal ghiaccio o la rottura.**

ra tipologie con corpo pieno. Per ragioni fisiche fondamentali l'unica struttura che per via delle sue caratteristiche geometriche e meccaniche permette un'infissione con effetto di rottura del ghiaccio sufficientemente ridotto da consentire adeguata tenuta è quella tubolare; le strutture a corpo pieno, in particolare quelle a profilo assiale conico non sono in grado di resistere a forze di estrazione se non assai modeste e, inoltre, come riportato non possiedono resistenza meccanica sufficiente. Ne consegue la chiara superiorità degli ancoraggi tubolari.

L'uso di altri tipi, ancora in commercio, è confinato a casi assai particolari.

Le caratteristiche di questi ancoraggi sono molto varie a seconda del tipo e del costruttore: bisogna diffidare da materiali non provvisti di marchio in quanto poco funzionali e a volte anche inaffidabili e ancora presenti in molti punti vendita.

Le viti da ghiaccio possono essere costruite con materiali diversi: normalmente sono in acciaio al cromo-molibdeno, in titanio o leghe di alluminio con fresa al titanio.

Una caratteristica geometrica assai importante dal punto di vista della tenuta, sia per le viti che per i chiodi da ghiaccio, è la lunghezza, che va intesa come lunghezza di infissione (se ne veda la definizione nel paragrafo successivo). Spesso, in commercio vengono indicate altre lunghezze, come quella totale, cioè comprensiva dell'anello (od occhiello) e della testa che risultano poco significative in quanto non sono parametri di progetto previsti dalle norme.

La tenuta è misurata dalla forza di estrazione, cioè dalla forza perpendicolare all'asse della vite che, applicata all'anello del chiodo completa-

mente infisso, ne determina la fuoriuscita dal ghiaccio (ghiaccio compatto e duro, densità  $0,75 \text{ kg/dm}^3$ ) o la rottura. Le norme prescrivono una forza di estrazione non inferiore a 10 kN; è ammessa una deformazione permanente.

**Le norme EN 568** distinguono, come già detto, tra viti e chiodi da ghiaccio. In ambedue i casi si considerano soltanto corpi cilindrici (o semicilindrici) cavi (non sono considerati corpi pieni). **La forza di estrazione non deve essere inferiore a 10 kN** (l'ancoraggio non si deve rompere e non deve uscire dal ghiaccio; è consentita deformazione permanente). Per le viti è prevista una prova di avvitabilità, per i chiodi una prova di resistenza/usura al martellamento. **Gli ancoraggi devono riportare il codice EN 568 e il nome o il marchio del costruttore.**

## Viti da ghiaccio

Ormai superati i vecchi “cavatappi”, a corpo pieno e risultati perciò del tutto inaffidabili (la loro tenuta è sempre inferiore a 4 kN), sono entrate nell'uso comune le viti da ghiaccio tubolari.

A parte il tipo di materiale usato, di cui si è già detto, importanti per distinguere da un punto di vista funzionale i vari tipi di viti da ghiaccio sono alcune caratteristiche geometriche. Queste sono:

- la lunghezza di infissione, che è definita dalle norme come la distanza misurata tra la punta (parte frontale) della vite e l'attacco dell'anello
- il diametro e lo spessore (diametro interno ed esterno) della struttura tubolare
- le caratteristiche dell'elica di filettatura, cioè passo e profilo
- la conformazione della parte frontale (punta).

*C04-60 Viti da ghiaccio (2)*

La lunghezza, insieme al diametro, concorre in misura essenziale a determinare le caratteristiche di tenuta dell'ancoraggio sia dal punto di vista della resistenza meccanica che da quello della resistenza del ghiaccio che attornia la vite. Esiste quindi, per ciascun tipo di vite, una lunghezza minima che garantisce la tenuta minima dettata dalle norme (10 kN). Tale lunghezza è normalmente compresa tra 15 e 25 cm: le lunghezze minori sono proprie delle viti di maggior diametro e con filettatura profonda, quelle maggiori si riferiscono a viti di diametro minore e filettatura più superficiale. Lunghezze superiori a 25 cm non sono necessarie e rendono l'attrezzo poco maneggevole.

Altre caratteristiche hanno rilevanza solo progettuale. Una caratteristica, legata alla geometria dell'attrezzo, ha invece una rilevanza molto importante per l'utilizzatore: la facilità con cui si può inserire la vite e con cui la si può estrarre. Da questo punto di vista rivestono grande importanza la configurazione della parte frontale e la filettatura. Si possono dare alcune indicazioni di massima, che possono guidare nella scelta e nell'utilizzazione, ma la miglior guida è costituita dall'esperienza.

La punta della vite è dotata di una struttura a fresa la cui conformazione è molto importante per la penetrazione iniziale e anche per un agevole avanzamento. Tale fresatura non deve essere troppo fine (in genere è costituita da tre o quattro denti), ma a parte questo è difficile fornire indicazioni utili anche in quanto i risultati dipendono dal tipo di ghiaccio. In ogni caso deve essere convenientemente affilata, condizione che va controllata e mantenuta.

La facilità (minor sforzo) e la rapidità di infissione dipendono invece dal passo dell'elica di filettatura che in molti casi occupa solo la prima parte del gambo. Un passo ridotto (filettatura più fine) favorisce la penetrazione con poco sforzo, ma richiede un numero elevato di giri; un passo più lungo riduce per contro il numero di giri richiesto per l'avvitamento e lo svitamento, ma aumenta lo sforzo necessario. Il profilo (sezione) dell'elica ha effetti simili: profondità maggiori della filettatura aumentano lo sforzo necessario. D'altra parte sia la profondità dell'elica che il suo passo (insieme a lunghezza e diametro) concorrono a determinare la tenuta che cresce al crescere del numero e della profondità dei filetti. Le viti migliori sono quelle che ottimizzano il compromesso tra l'esigenza di una elevata tenuta e di un agevole utilizzo.

La tenuta delle viti attualmente in commercio è compresa tra circa 10 e 16 kN (riferendosi ovviamente a prodotti marchiati e certificati; altri prodotti, le cui caratteristiche non sono note, sono vivamente da sconsigliarsi).

Una menzione meritano le viti da ghiaccio dotate di un anello scorrevole lungo il gambo; ciò ne consente l'utilizzazione nel caso di spessore del ghiaccio inferiore alla lunghezza dell'ancoraggio, naturalmente con riduzione della tenuta.

### Chiodi da ghiaccio a percussione

Sono chiodi tubolari (Snarg) che si inseriscono a colpi di martello (vedi figura C04-61).

Questi presentano una filettatura esterna a volte appena accennata. Sono di solito abbastanza veloci da inserire e da togliere e danno delle buone garanzie di sicurezza e di tenuta.

La tenuta delle viti attualmente in commercio è compresa tra circa 10 e 16 kN.

Una menzione meritano le viti da ghiaccio dotate di un anello scorrevole lungo il gambo; ciò ne consente l'utilizzazione nel caso di spessore del ghiaccio inferiore alla lunghezza dell'ancoraggio, naturalmente con riduzione della tenuta.



C04-61 Chiodi da ghiaccio  
Snarg

## CHIODI DA ROCCIA

Il chiodo è un dispositivo che, inserito in una fessura della roccia per mezzo di un martello, costituisce un punto di ancoraggio.

Esiste il problema della standardizzazione di prove sui chiodi da roccia perché la resistenza dei chiodi coinvolge le caratteristiche meccaniche della roccia e della forma delle fessure. L'U.I.A.A. ha quindi proposto solo norme per la resistenza a rottura del corpo del chiodo, raggiungendo così l'importante obiettivo di assicurare il controllo della qualità di produzione. In un chiodo si possono normalmente identificare due parti: la testa e la lama.

### Requisiti di costruzione

L'occhiello deve avere uno spessore di almeno 3 mm. Gli spigoli devono essere arrotondati (raggio min. 0,2 mm) o smussati (smusso minimo 0,2 mm a 45°). L'occhiello deve permettere l'inserimento di una barra di  $15 \pm 0,1$  mm di diametro (4).

### Prove di resistenza

Il chiodo viene trattenuto da una morsa con ganasce a bordo arrotondato (1) di cui una ruotabile (2) per adattarsi alla forma del chiodo. Al chiodo, opportunamente bloccato con spinotti passanti (3) o altro sistema equivalente, vengono applicate le forze di prova in tre direzioni.

#### VALORI MINIMI DI CARICO DI ROTTURA velocità di transizione $35 \pm 15$ mm

TIPO	DIREZIONE		
	F1 direzione normale	F2 direzione inversa	F3 direzione trasversale
Chiodi di sicurezza	kN 25	10	15
Chiodi di progressione	kN 12,5	5	7,5

**Il carico di rottura è il valore minimo raggiunto durante la prova su 3 chiodi (3 campioni di chiodo per ogni tipo di trazione).**

## Marchiatura

I chiodi devono riportare sulla testa e in modo indelebile le seguenti iscrizioni:

CHiodo DI SICUREZZA	CHiodo DI PROGRESSIONE
Presenta un alto carico di rottura ed è lungo almeno 90 mm.	Con minori prestazioni, soddisfa comunque i requisiti di resistenza esposti
<b>EN 569</b> (norme europee)	<b>EN 569</b> (norme europee)
<b>NOME o MARCHIO</b> o fabbricante, o fornitore, o importatore	<b>NOME o MARCHIO</b> o fabbricante, o fornitore, o importatore
<b>LUNGHEZZA</b> del chiodo espressa in cm, arrotondata per difetto	<b>LUNGHEZZA</b> del chiodo espressa in cm, arrotondata per difetto
Ⓢ simbolo “chiodo di sicurezza”	

## BLOCCHI DA INCASTRO FISSI E REGOLABILI

Negli anni '60, dapprima nell'ambiente alpinistico inglese e poi in quello americano, sono stati sviluppati attrezzi per la predisposizione di punti di assicurazione “puliti”, cioè che non rovinano la roccia a causa del loro frequente inserimento ed estrazione (cosa che succede con i chiodi). Sono stati così ideati i “blocchi da incastro”, sia fissi (meglio noti come “nuts”, “chocks”, ecc.) sia regolabili (“friends”), molto diffusi ed utilizzati oggi.

Per entrambi i modelli sono in vigore norme che ne definiscono le caratteristiche di tenuta. Si deve peraltro sottolineare che tali norme definiscono solamente le caratteristiche costruttive di questi attrezzi, che chiaramente non possono essere prese a riferimento nel caso di uso improprio o in circostanze non “ottimali”.

Secondo la normativa, i blocchi vengono sottoposti a prove di resistenza statica in apparecchiature di forma e dimensione opportuna e viene misurato il valore massimo di rottura di uno dei componenti (blocco o anello) o di fuoriuscita del blocco dall'apparecchiatura.

I blocchi devono riportare in forma indelebile le seguenti informazioni: la dimensione e la minima resistenza in kN approssimata per difetto all'intero più vicino (al momento sono reperibili in commercio anche blocchi la cui resistenza è espressa da asterischi - di diametro compreso tra 2 e 4 mm - ognuno dei quali rappresenta 5 kN; per esempio tre asterischi significano una resistenza di almeno 15 kN).

## Blocchi da incastro fissi

Secondo le norme EN 12270, un blocco da incastro è un corpo di metallo a forma di cuneo non regolabile, collegato ad un anello (di metallo o cordino). L'anello non caricato deve permettere il passaggio di un'asta di almeno 25 mm di diametro.

Esistono in commercio blocchi di forma diversa: a piramide tronca (bicunei o stoppers), a sezione esagonale o asimmetrica (eccentrici), telescopici, a forma di T.

Secondo la normativa, i blocchi vengono sottoposti a prove di resistenza statica in apparecchiature di forma e dimensione opportuna e viene misurato il valore massimo di rottura di uno dei componenti (blocco o anello) o di fuoriuscita del blocco dall'apparecchiatura.

Il costruttore è tenuto a riportare per iscritto: il nome o il marchio del fabbricante, o del fornitore, o dell'importatore; il numero della normativa (EN 12270); il nome e le dimensioni del modello (se ne esistono più di uno); minima resistenza in kN approssimata per difetto all'intero più vicino; il significato di ogni simbolo sul prodotto; istruzioni sul suo utilizzo corretto; modo di scelta di elementi sostitutivi del sistema; istruzioni sulla manutenzione; durata del prodotto e avviso che dovrebbe essere sostituito in caso di danni; informazioni sull'influenza di reagenti chimici, temperatura, acqua e ghiaccio, effetto taglio, invecchiamento. I blocchi devono riportare in forma indelebile le seguenti informazioni: la dimensione, la minima resistenza in kN approssimata per difetto all'intero più vicino (al momento sono reperibili in commercio anche blocchi la cui



resistenza è espressa da asterischi - di diametro compreso tra 2 e 4 mm - ognuno dei quali rappresenta 5 kN; per esempio tre asterischi significano una resistenza di almeno 15 kN).

## **Blocchi da incastro regolabili**

Secondo le norme EN 12276, un blocco da incastro regolabile è un blocco che può essere regolato ed incastrato nelle fessure della roccia collegato ad un anello di metallo, cordino o fettuccia. L'anello non caricato deve permettere il passaggio di un'asta di almeno 15 mm di diametro.

Esistono in commercio diversi tipi e modelli di blocchi regolabili. Tra i più comuni ed apprezzati sono i "friend" e più in generale tutti i dispositivi a camme girevoli (noti nei paesi anglosassoni come SLCDs, spring-loaded camming devices). Questi sono meccanismi che presentano tre o quattro camme incernierate su uno o due perni e la cui forma, a spirale logaritmica, consente un adattamento ottimale in una certa gamma di ampiezze delle fessure naturali presenti nella roccia. I primi friends sono stati ideati in Yosemite, USA, da Ray Jardine. I dispositivi a quattro camme hanno maggior resistenza e stabilità nelle fessure, mentre quelli a tre camme sono più adatti per piccole fessure. Anche se ormai abbastanza rari, si trovano ancora in commercio attrezzi con "bracci" rigidi anziché flessibili. Questi ultimi permettono un uso in un maggiore ventaglio di possibilità, consentendo un piazzamento anche orizzontale senza pericolo di spezzare il braccio, come potrebbe avvenire con quelli rigidi.

Secondo la normativa, i blocchi vengono sotto-

**Questi sono meccanismi che presentano tre o quattro camme incernierate su uno o due perni e la cui forma, a spirale logaritmica, consente un adattamento ottimale in una certa gamma di ampiezze delle fessure naturali presenti nella roccia.**

posti a prove di resistenza statica in apparecchiature di forma e dimensione opportuna, e viene misurato il valore massimo di rottura di uno dei componenti (blocco o anello) o di fuoriuscita del blocco dall'apparecchiatura.

Il costruttore è tenuto a riportare per iscritto: il nome o il marchio del fabbricante, o del fornitore, o dell'importatore; il numero della normativa (EN 12276); il nome e le dimensioni del modello (se ne esistono più di uno); minima resistenza in kN approssimata per difetto all'intero più vicino; il significato di ogni simbolo sul prodotto; istruzioni sul suo utilizzo corretto; modo di scelta di elementi sostitutivi del sistema; istruzioni sulla manutenzione; durata del prodotto e avviso che dovrebbe essere sostituito in caso di danni; informazioni sull'influenza di reagenti chimici, temperatura, acqua e ghiaccio, effetto taglio, invecchiamento.