

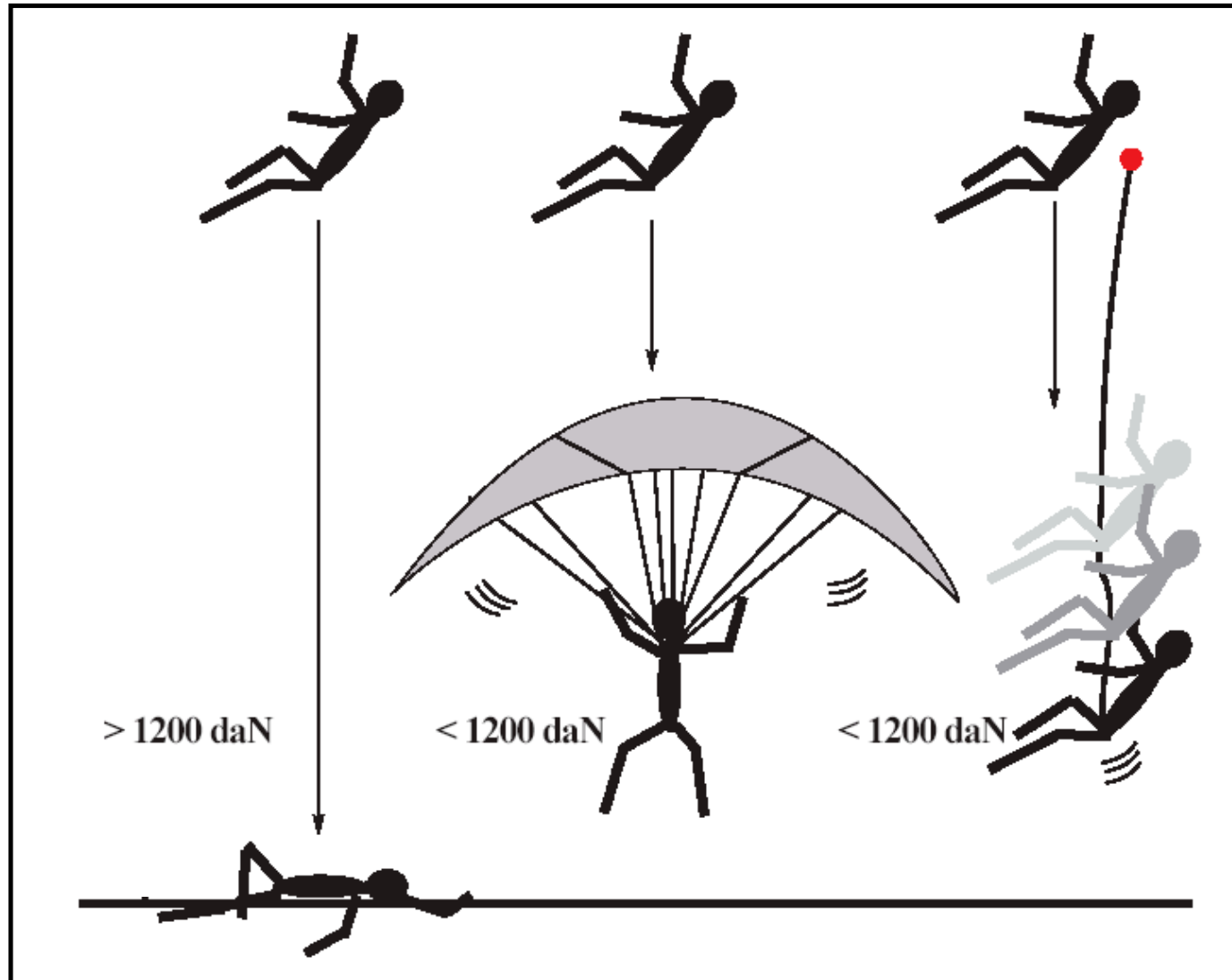


Metodi di assicurazione I
CDR 2007

Metodi di assicurazione I

- Decelerazione in caduta
- Catena di sicurezza
- Componenti della catena di sicurezza
- Forza d'arresto e Fattore di caduta
- Carichi sulla catena
- Cenni sul dimensionamento dei componenti della catena

Decelerazione in caduta



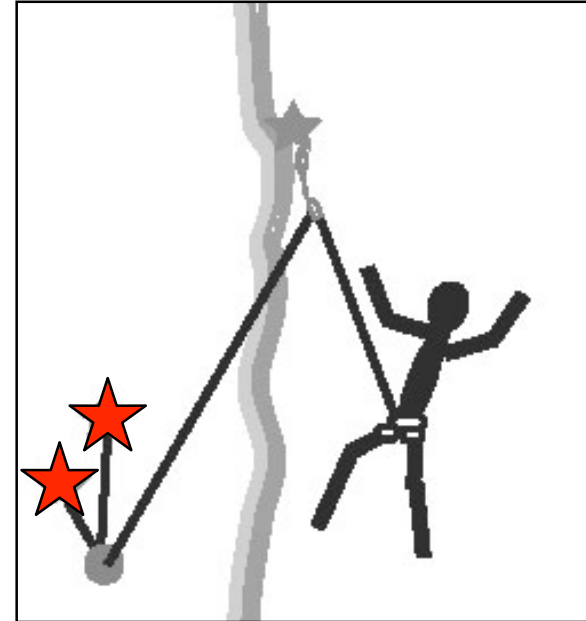
Decelerazione in caduta

- MAX accelerazione per corpo umano senza che si verificano lesioni è 15g in **caduta di piedi**
- MAX accelerazione per corpo umano in **caduta con la testa in giù** è 4-6 g
- Dato che $F = m \times a$
 - se $m=80$ Kg
 - se $a=15g$

$$F=1200 \text{ daN}$$

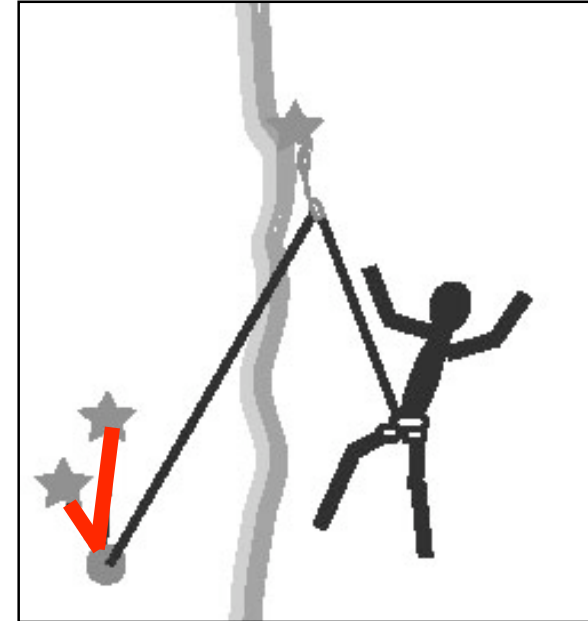
Catena di sicurezza

- La sosta



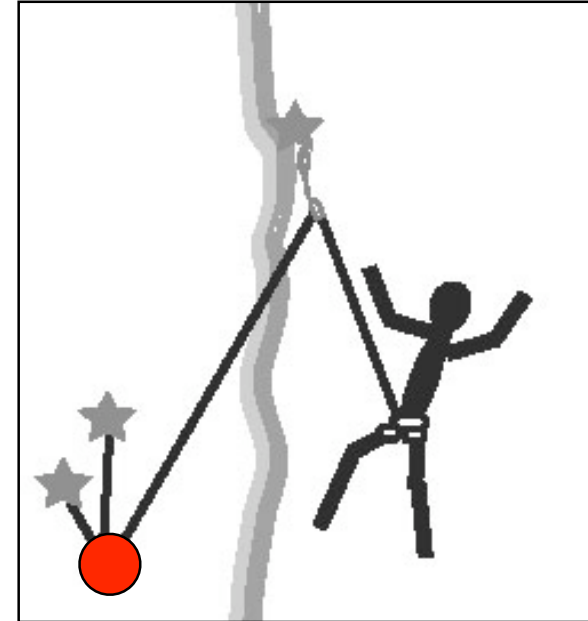
Catena di sicurezza

- La sosta
- Cordino e moschettoni di sosta



Catena di sicurezza

- La sosta
- Cordino e moschettoni di sosta
- Il freno



Il freno

- E' il dissipatore dell'energia sviluppata durante la caduta

Il freno

mezzo barcaiolo



otto

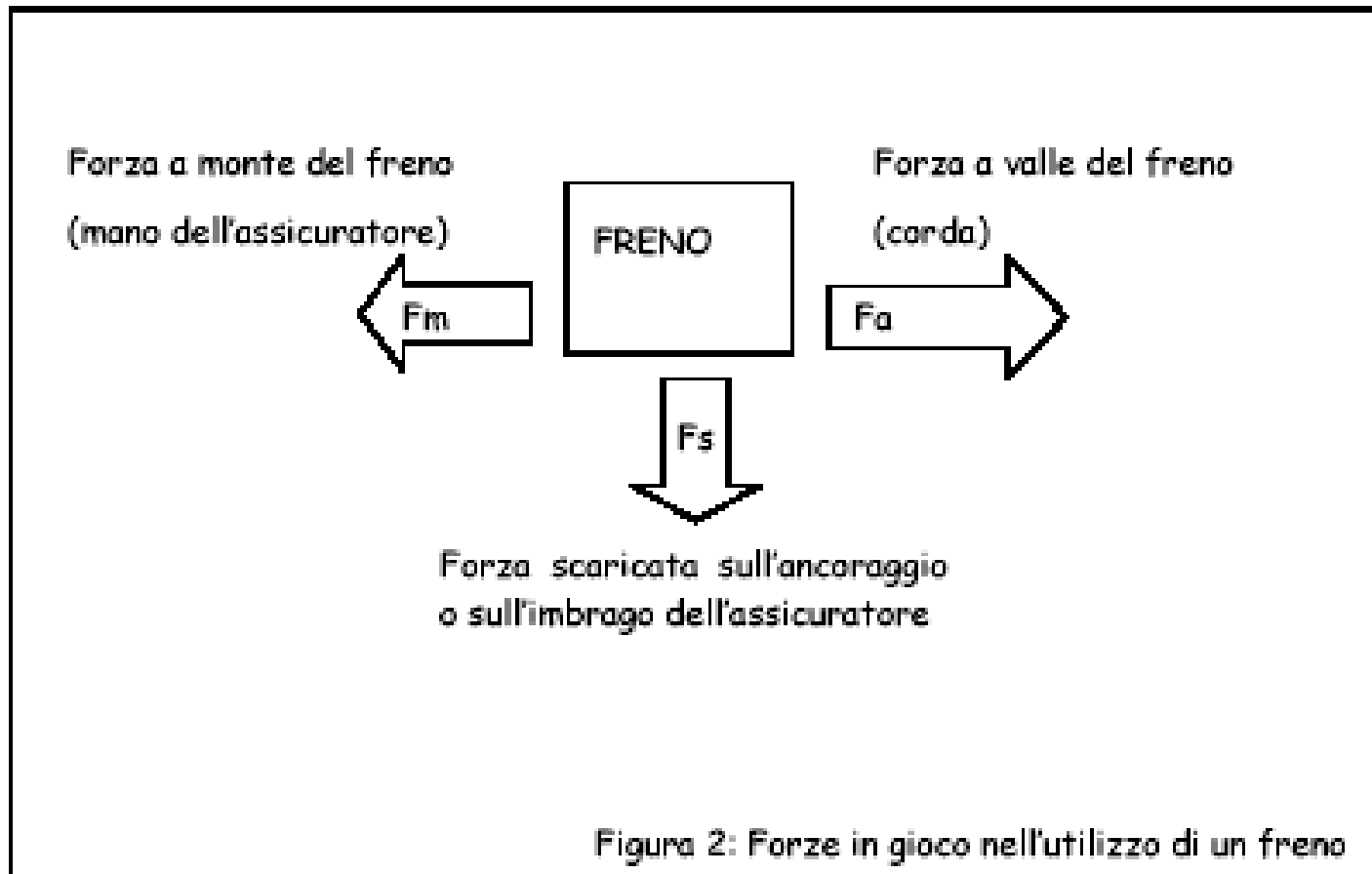


tuber (secchiello)

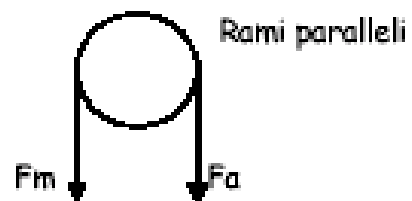


reverso

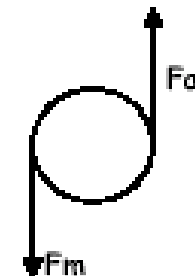
Il freno



Il freno



Rami a 180°



Tipo di freno	Fattore di moltiplicazione rami paralleli	Fattore di moltiplicazione rami a 180°
Mezzo barcaiolo	8 - 12	6 - 8
Otto	2 - 3	4 - 6
Tuber	1,5 - 2	3 - 5
Piastrina Sticht	1,5 - 2	3 - 5

Il freno mezzo barcaiolo

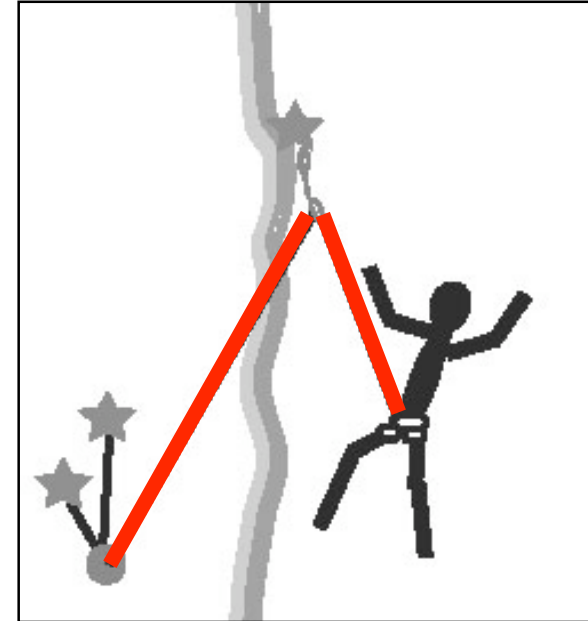
- Per il mezzo barcaiolo il fattore di moltiplicazione è fra **8 – 12**
- La forza della mano è **15 – 30 daN**
- La forza applicata a valle del freno è **120 – 360 daN**
- Il mezzo barcaiolo ha max capacità frenante se i rami di corda sono paralleli
- Capacità frenante si riduce in presenza di rinvii
- Attrito corda su corda

Gli altri freni

- Gli altri freni hanno max capacità frenante se lavorano con **rami a 180°** (primo di cordata che ha messo almeno un rinvio)
- Lavorano solo in presenza di rinvii
- Attrito solo corda metallo

Catena di sicurezza

- La sosta
- Cordino e moschettoni di sosta
- Il freno
- La corda



La corda

- Durante la caduta l' Energia Potenziale si trasforma in Energia Cinetica
- Alla fine della caduta l'Energia Cinetica è stata assorbita dalla catena di sicurezza (effetto Joule + energia elastica)
- A corda bloccata è la corda ad assorbire la maggior parte di energia

La corda

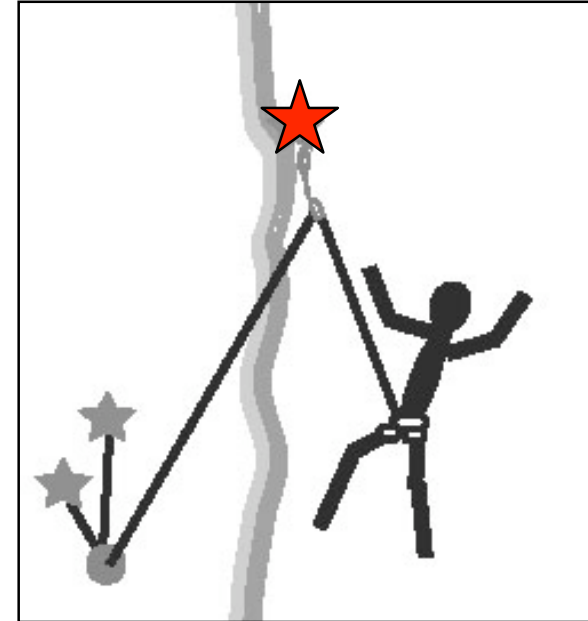
- La corda si comporta come un mezzo elastico, applicando una forza subisce un allungamento
- L'allungamento è proporzionale alla forza
- Fissata la forza,

Allungamento rel. = Allungamento / Lunghezza corda interessata

è COSTANTE !!!!!

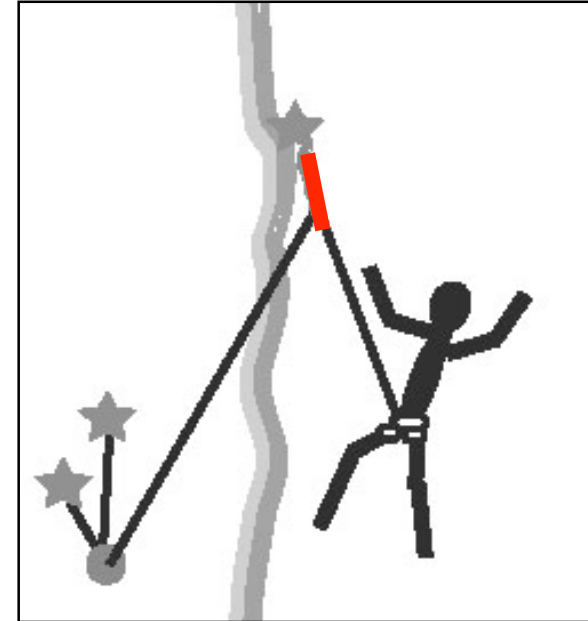
Catena di sicurezza

- La sosta
- Cordino e moschettoni di sosta
- Il freno
- La corda
- L'ultimo ancoraggio



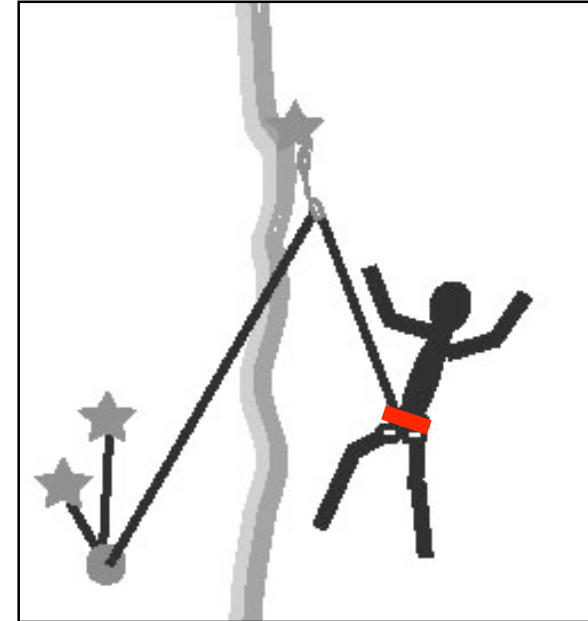
Catena di sicurezza

- La sosta
- Cordino e moschettoni di sosta
- Il freno
- La corda
- L'ultimo ancoraggio
- Il rinvio
 - Moschettone -> fettuccia -> moschettone



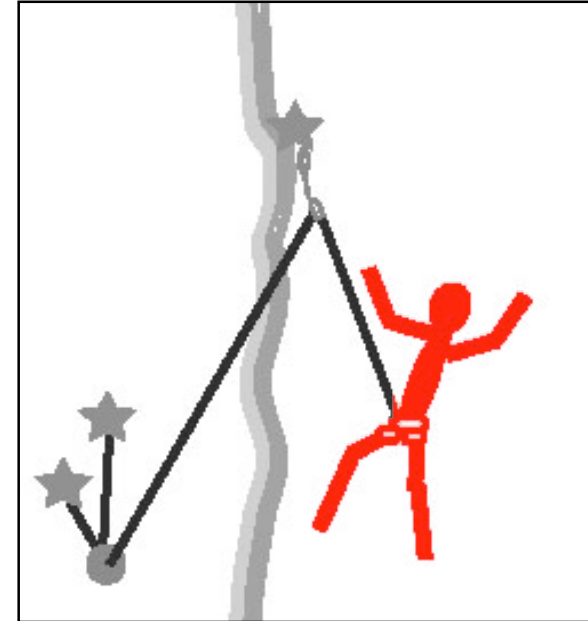
Catena di sicurezza

- La sosta
- Cordino e moschettoni di sosta
- Il freno
- La corda
- L'ultimo ancoraggio
- Il rinvio
 - Moschettone -> fettuccia -> moschettone
- Imbrago



Catena di sicurezza

- La sosta
- Cordino e moschettoni di sosta
- Il freno
- La corda
- L'ultimo ancoraggio
- Il rinvio
 - Moschettone -> fettuccia -> moschettone
- Imbrago
- Alpinista



Forza d'arresto

- Due tipi di caduta
- Caduta con assicurazione dinamica (es. freno)
- Caduta a corda bloccata (es. corda incastrata o nodo bloccante in sosta)

Caduta con assicurazione dinamica

- A dissipare l'energia potenziale concorrono:
 1. Scorrimento corda nel freno
 2. Attrito ultimo rinvio
 3. Allungamento corda
 4. Energia cinetica mano

Caduta a corda bloccata

- E' il caso peggiore per le sollecitazioni alla catena e all'alpinista
- E' la situazione di riferimento per dimensionare e omologare i materiali
- Lo scorrimento della corda è nullo
- L'energia della caduta viene dissipata per la deformazione elastica della corda

Forza d'arresto e fattore di caduta

- $E \text{ potenziale} = m \times g \times H$

m = massa alpinista

g = accelerazione gravità

H = altezza volo

E da assorbire x unità lunghezza = $m \times g \times H / L$

- $H / L = \text{FATTORE DI CADUTA !!!}$

Forza d'arresto e fattore di caduta

$$Fa = \left(1 + \sqrt{\frac{1 + 20 f_c k}{Mg}} \right) \frac{Mg}{10}$$

dove:

Fa forza di arresto (daN)

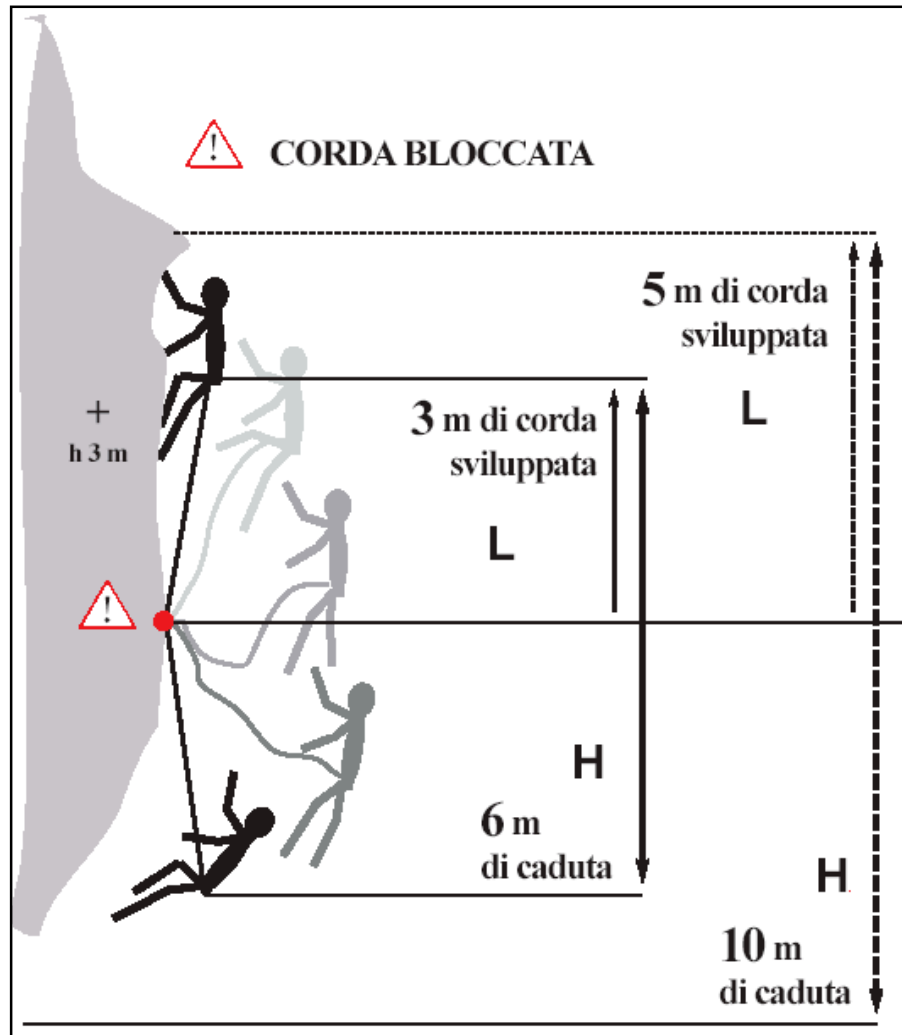
M massa dell'alpinista (kg)

f_c fattore di caduta (numero puro)

k costante della corda = sforzo applicato/allungamento relativo (daN)

g accelerazione di gravità (m/s^2)

Fattore di caduta



Caduta **senza collocazione di rinvii** lungo la via.

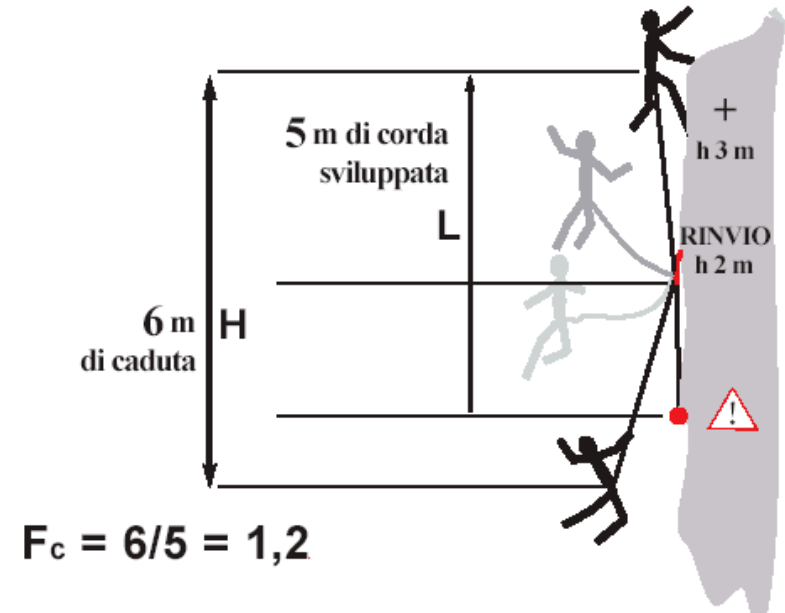
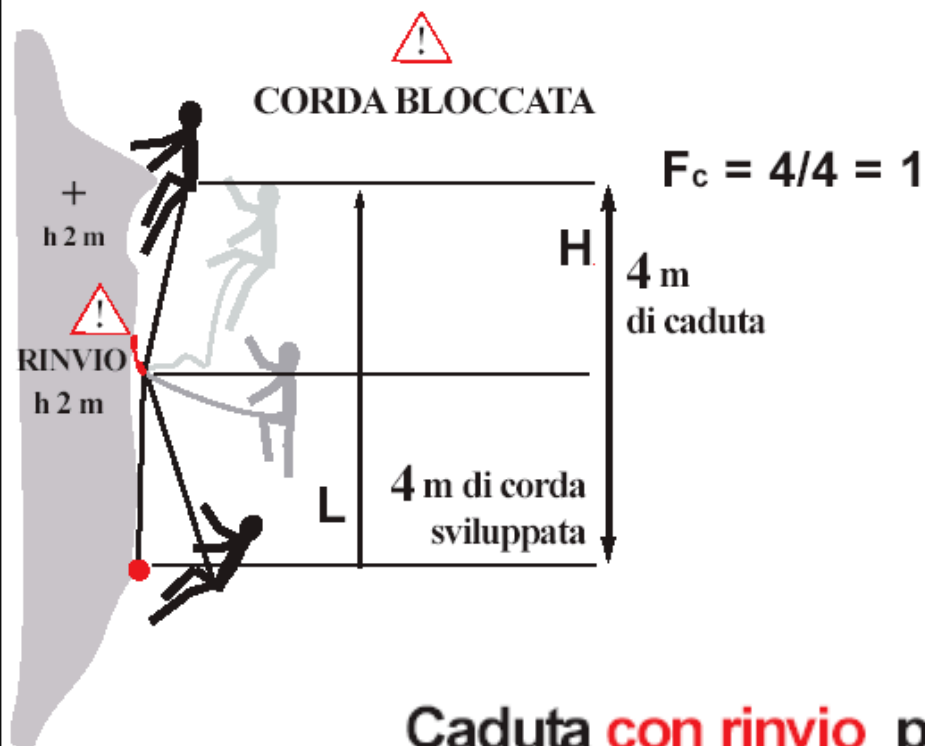
6 m di caduta sono "assorbiti" da 3 m di corda ($6/3 = 2$)

10 m di caduta sono "assorbiti" da 5 m di corda ($10/5 = 2$)

100 m di caduta sono "assorbiti" da 50 m di corda ($100/50 = 2$)

$F_c = 2$ è il massimo valore che, di norma, si può raggiungere nella normale pratica alpinistica.

Fattore di caduta



Caduta con rinvio posto a 2 m dalla sosta.

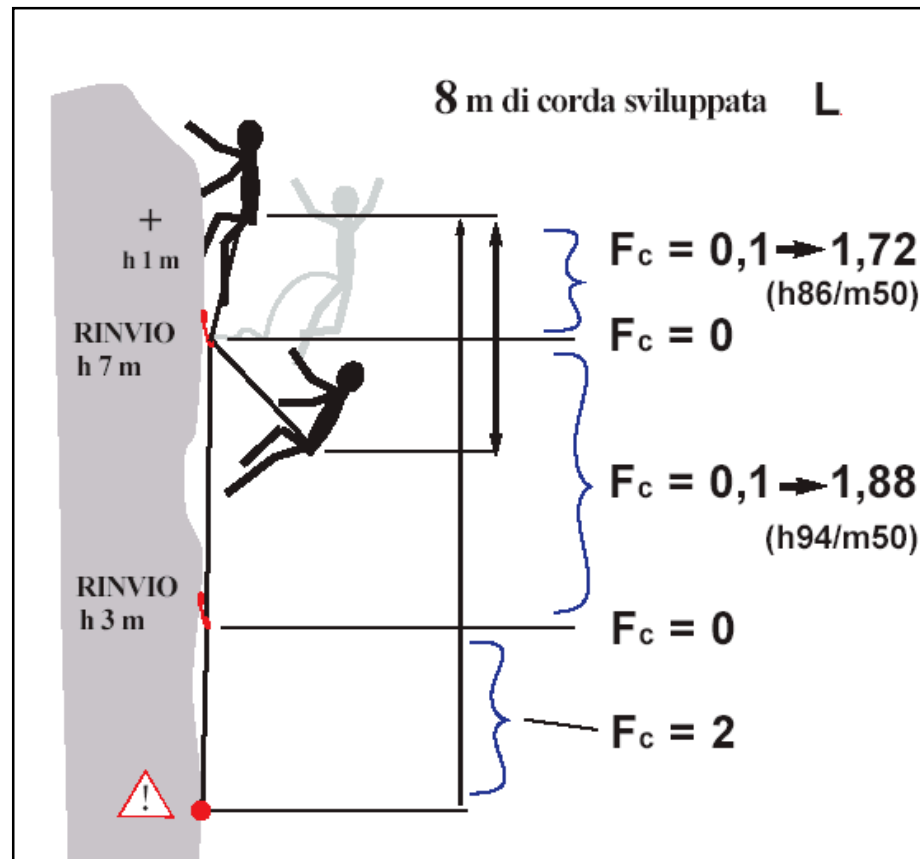
4 m di caduta sono "assorbiti" da 4 m di corda ($4/3 = 1$)

6 m di caduta sono "assorbiti" da 5 m di corda ($6/5 = 1,2$)

96 m di caduta sono "assorbiti" da 50 m di corda ($96/50 = 1,92$)

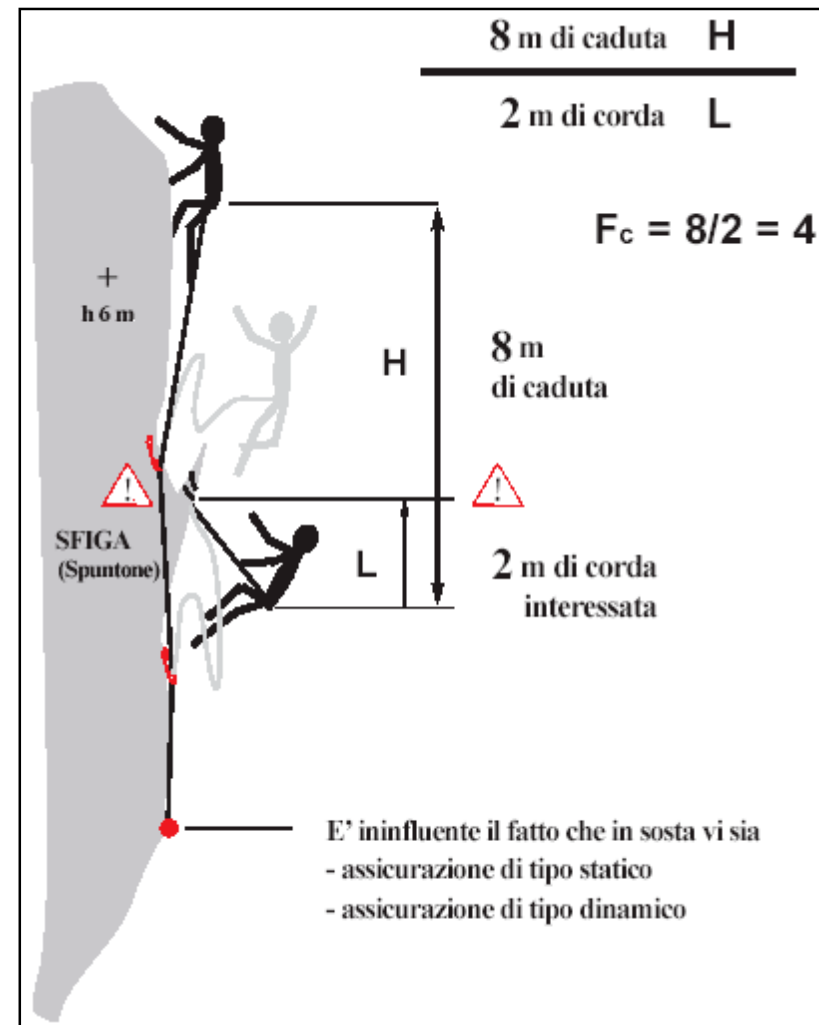
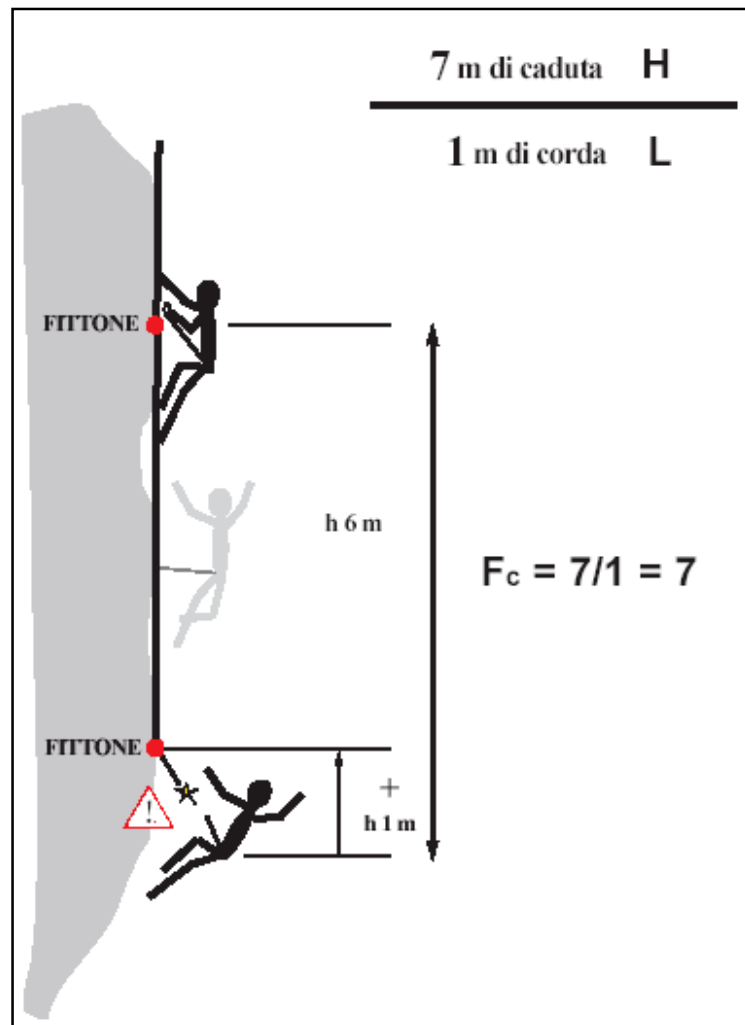
Fattore di caduta

- Nella progressione maggiore è la lunghezza della corda interessata al volo minore è l'importanza di rinviare frequentemente.



Fattore di Caduta

- Due es. di fattore di caduta > 2

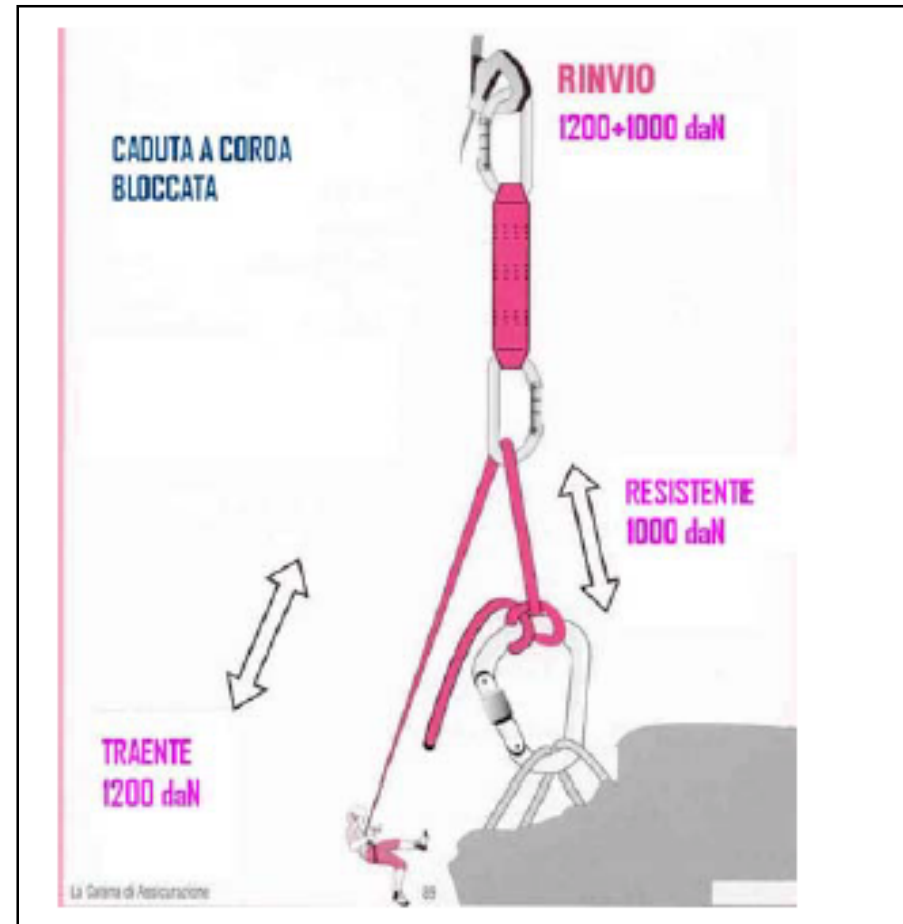


Caduta a corda frenata

- La maggior parte di energia viene dissipata per attrito causato dallo scorrimento della corda
- I rinvii limitano l'entità della caduta (limitano probabilità di impatto contro asperità)
- Attriti sui rinvii fungono da piccoli freni e se eccessivi sono controproducenti perché si avvicinano alla situazione di corda bloccata

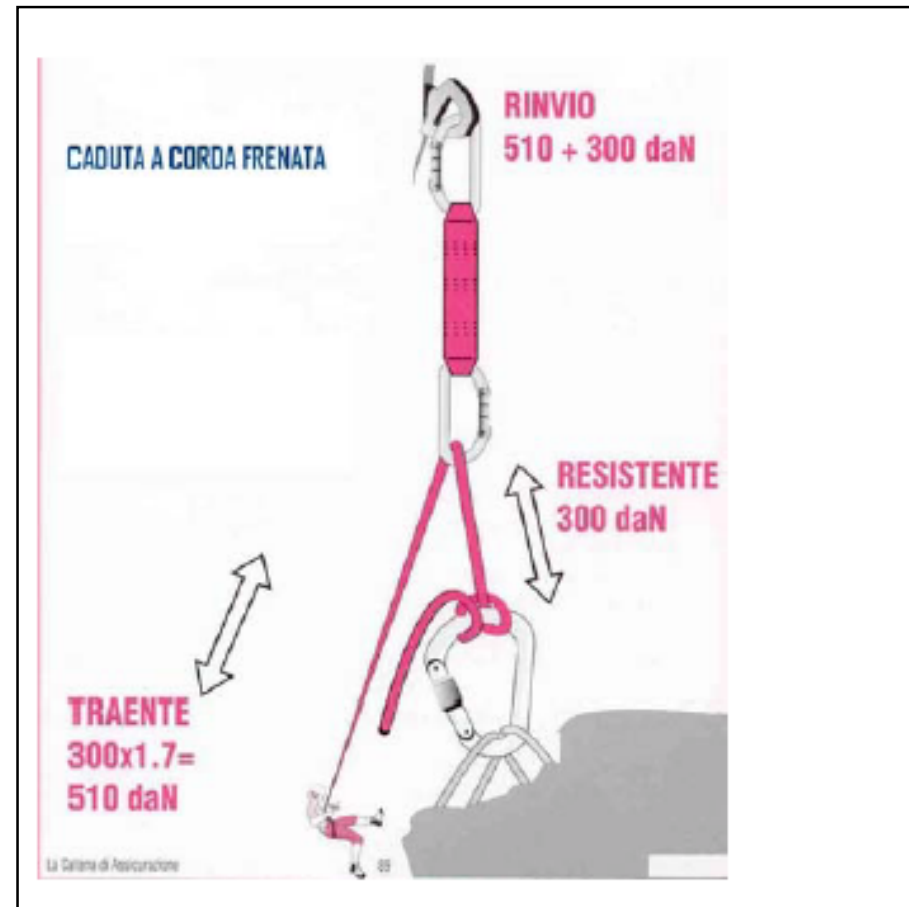
Ultimo Rinvio

- In caso di caduta di alpinista da 80 kg con corda bloccata, la F max d'arresto esercitata dalla corda è 1200 daN.
- L'ultimo rinvio causa attrito sulla corda che riduce la F applicata di un fattore 1,5 – 1,7.
- La F della corda che va verso la sosta è 1000 daN
- Sull'ultimo rinvio le forze pressochè parallele si sommano 2200 daN



Ultimo Rinvio

- In caso di caduta di alpinista da 80 kg con corda frenata, la forza frenante a valle del freno è dell'ordine dei 300 daN.
- La F della corda che va verso l'alpinista a causa è di circa 510 daN
- Sull'ultimo rinvio si sviluppa una forza di circa 810 daN.
- Utilizzando freni meno efficienti gli sforzi sull'ultimo rinvio sono ridotti.



Dimensionamento delle fettucce

- Non contribuiscono all'assorbimento di energia, ma fanno parte della catena di sicurezza
- La tipologia larga di vecchio tipo ha una tenuta di 500 daN per ogni linea riportata
- La tipologia di nuova concezione è cucita e ha una tenuta di 2200 daN

Dimensionamento dei cordini in nylon

- Per valutare la resistenza dei cordini in nylon si applica la formula:

$$F = d^2 \times f$$

Dove

F = resistenza del cordino (daN)

d = diametro del cordino (mm)

f = fattore di proporzionalità (20 daN/mm²)

Dimensionamento dei cordini in nylon

- Il nodo riduce del 50% la resistenza del materiale
- Un cordino da 8 mm resiste 1280 daN
- La resistenza si dimezza per la presenza del nodo (640 daN)
- In sosta se ne utilizzano 4 rami
- La tenuta è di 2560 daN
- **La sezione minima per utilizzare un cordino in nylon per le soste è 8 mm**

Dimensionamento Dynema e Kevlar

- A parità di sezione i cordini in dynema e kevlar hanno resistenza molto maggiore
- Queste tipologie di cordini hanno grande scorrevolezza
- E' fondamentale chiuderli con nodo inglese triplo