



# La fisica dell'alpinista



Centro Studi Materiali e Tecniche



# La forza

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010

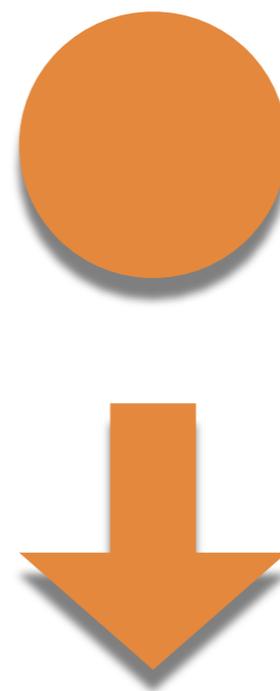


# La forza



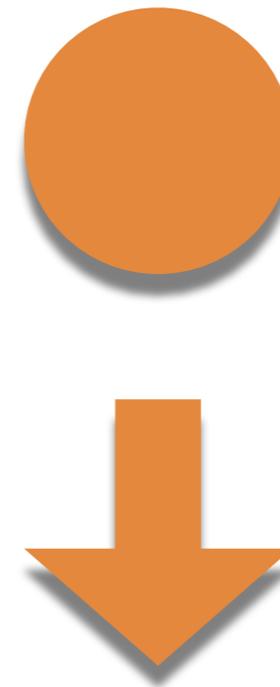


# La forza





# La forza



$$F = m \times a$$



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Energia

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Energia





# Energia



L'energia è definita come la capacità di un sistema a compiere un lavoro.

compiere un lavoro



# Energia



L'energia è definita come la capacità di un sistema a compiere un lavoro.

COMBIELE NU ISALOLO

Tra le varie forme di energia, quelle importanti per un alpinista sono l'energia posizionale (gravitazionale) e quella cinetica

CINETICS



Centro Studi Materiali e Tecniche



Energia = Lavoro

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Energia = Lavoro



Il lavoro di strofinamento di una mano contro l'altra, si trasforma in calore



# Energia = Lavoro

-  Il lavoro di strofinamento di una mano contro l'altra, si trasforma in calore
-  il lavoro fatto dall'acqua nelle centrali idroelettriche si trasforma in corrente elettrica



# Energia = Lavoro

-  Il lavoro di strofinamento di una mano contro l'altra, si trasforma in calore
-  il lavoro fatto dall'acqua nelle centrali idroelettriche si trasforma in corrente elettrica
-  In pratica ogni lavoro si trasforma in energia e viceversa



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Energia di posizione

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Energia di posizione

$$E = m \times g \times h$$



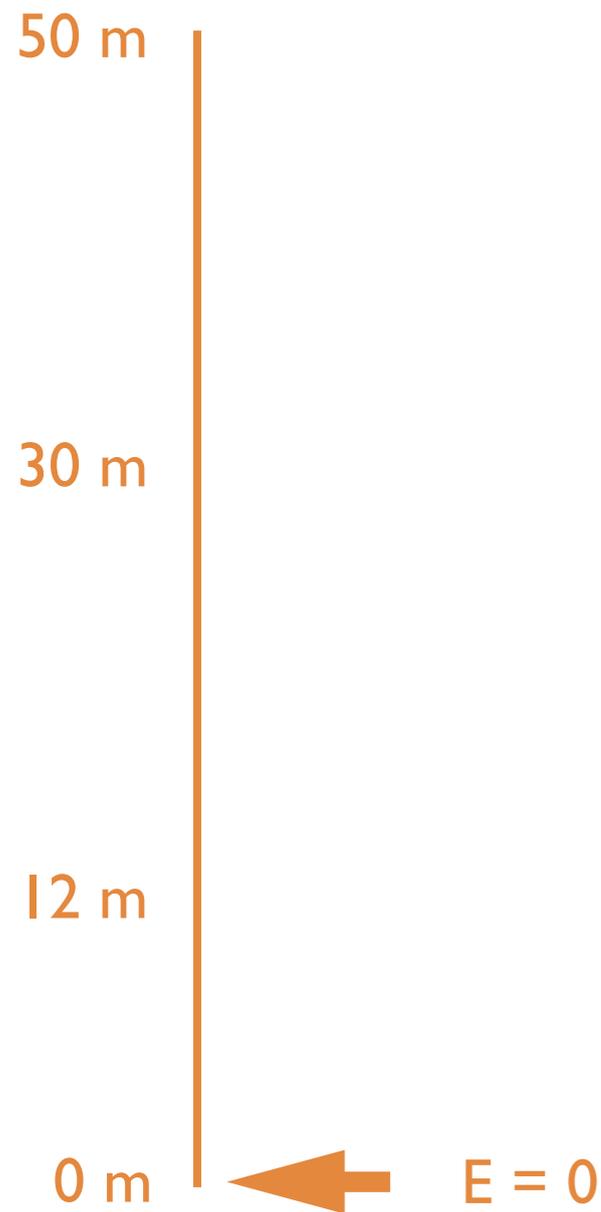
# Energia di posizione

50 m  
30 m  
12 m  
0 m

$$E = m \times g \times h$$



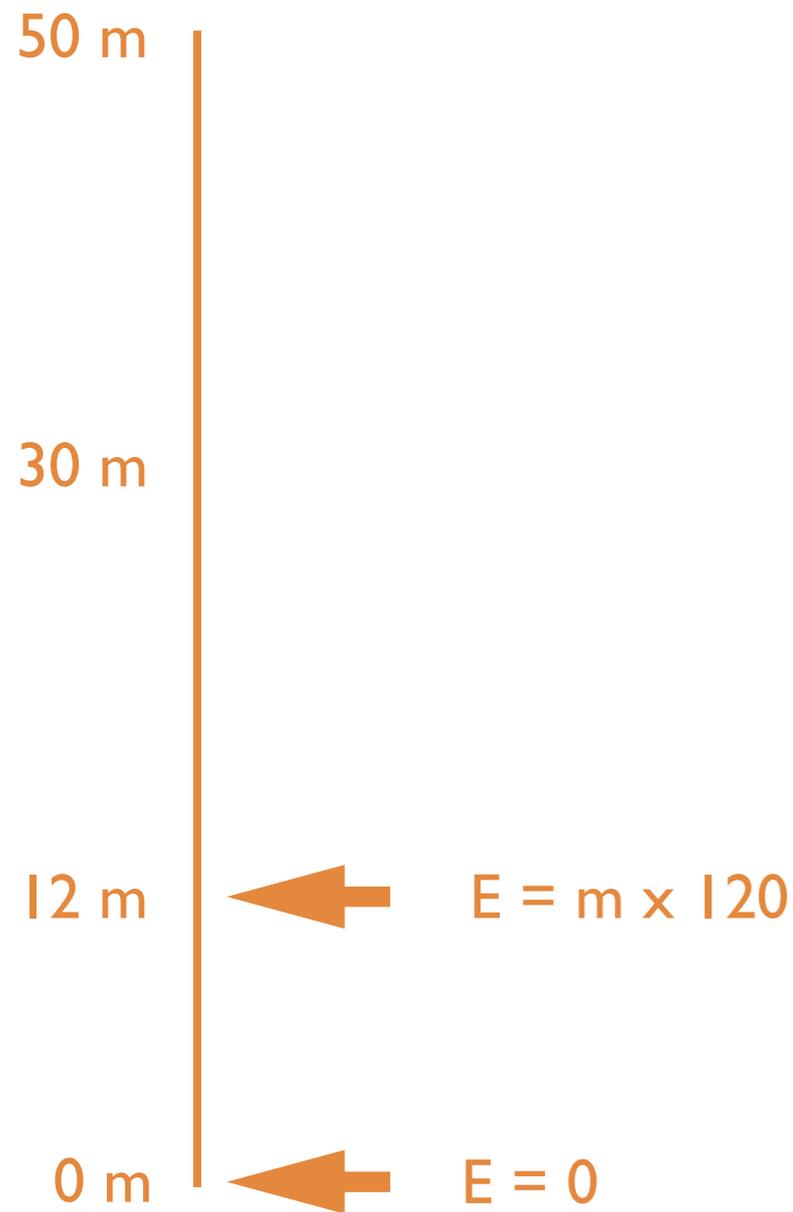
# Energia di posizione



$$E = m \times g \times h$$



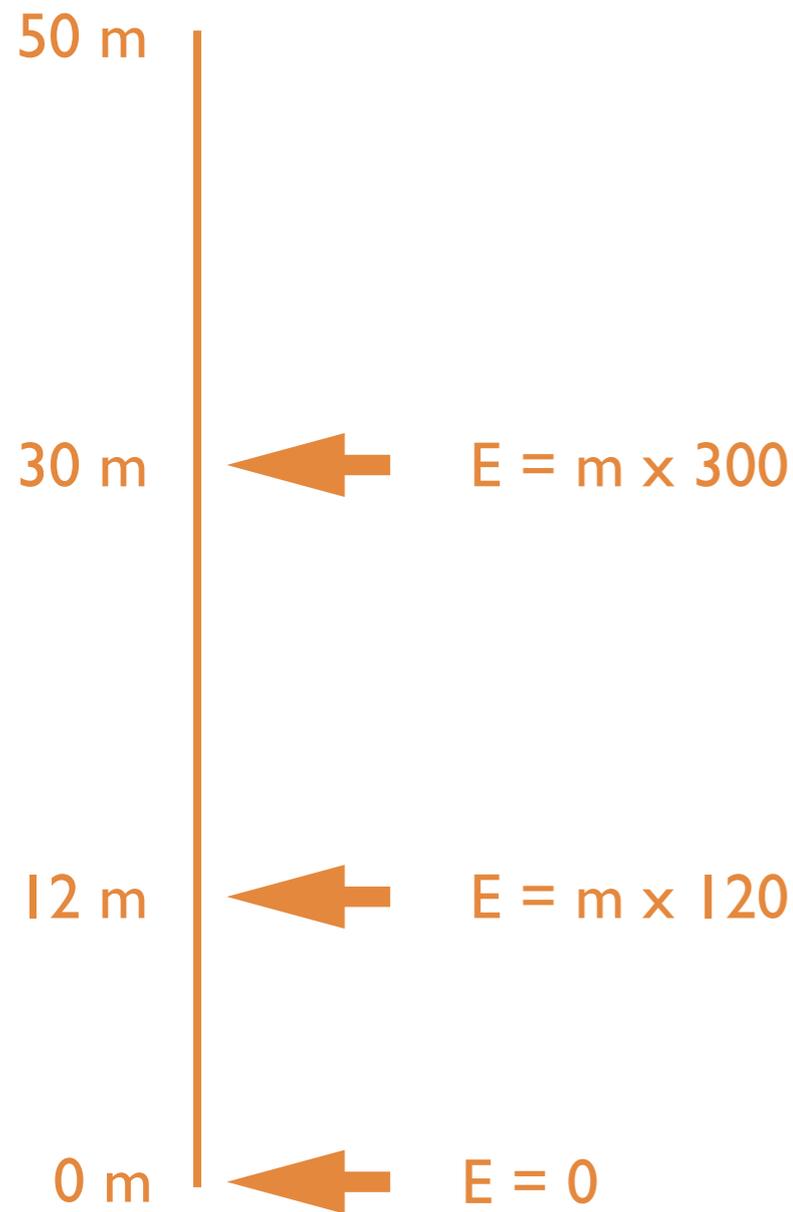
# Energia di posizione



$$E = m \times g \times h$$



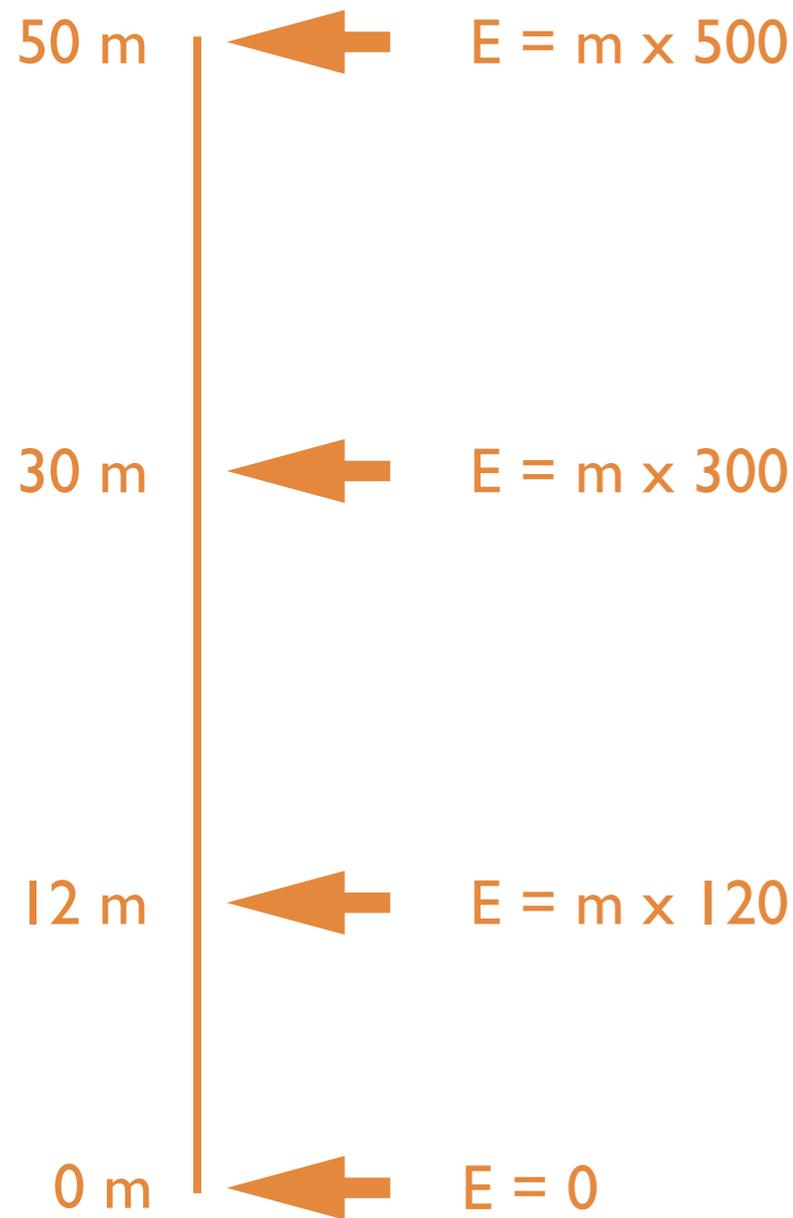
# Energia di posizione



$$E = m \times g \times h$$



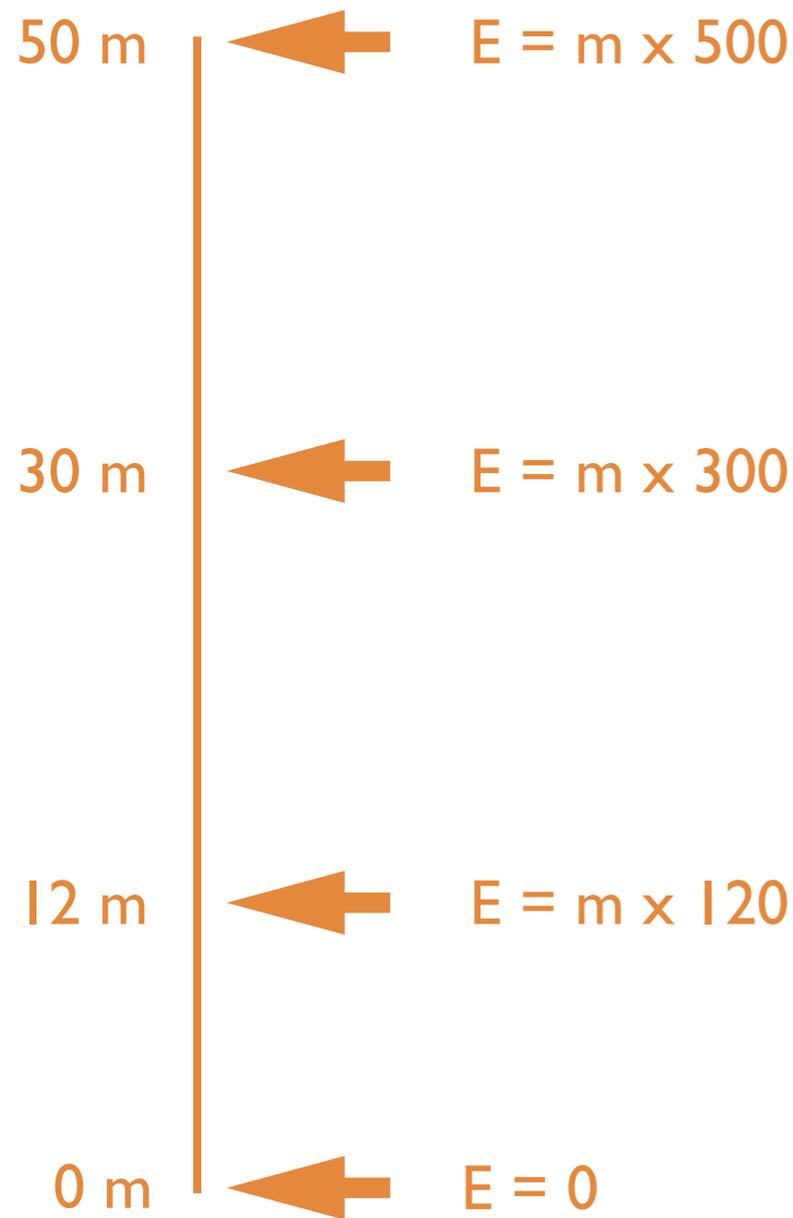
# Energia di posizione



$$E = m \times g \times h$$



# Energia di posizione



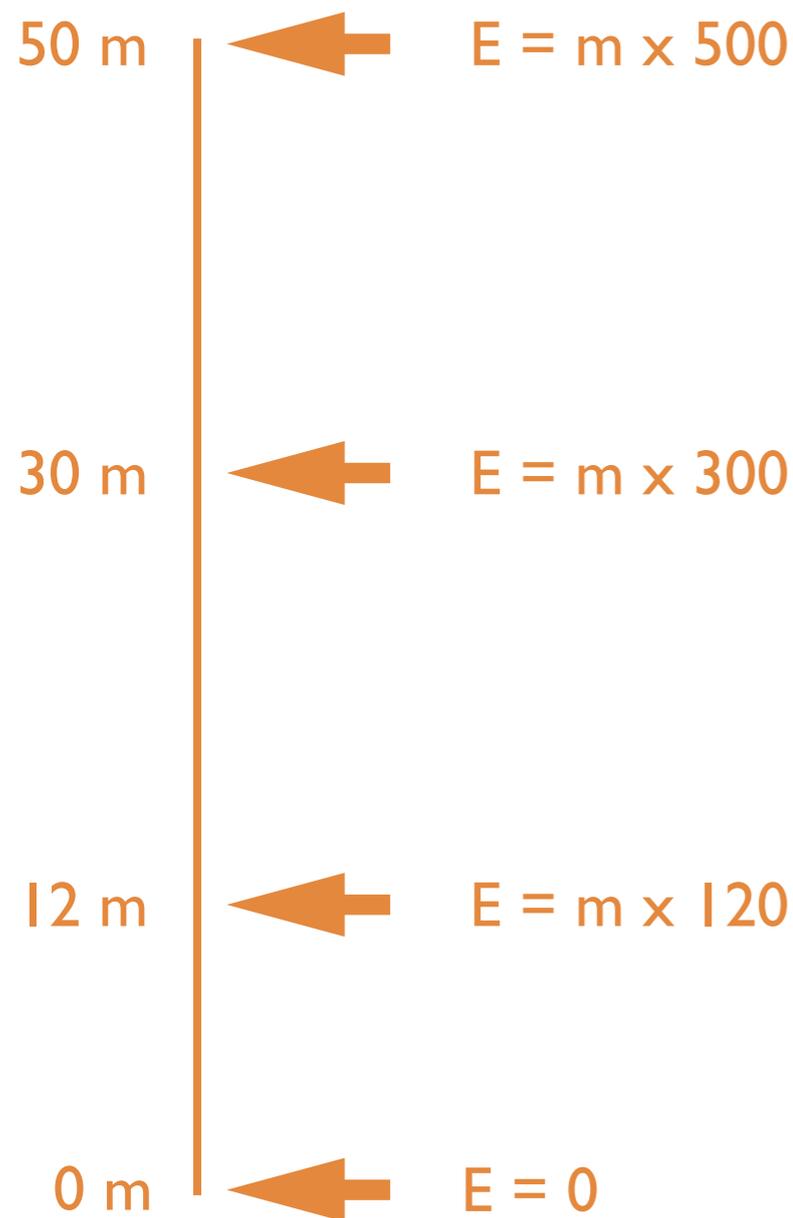
più aumenta l'altezza più  
aumenta l'energia associata con  
l'oggetto che viene alzato

l'oggetto che viene alzato

$$E = m \times g \times h$$



# Energia di posizione



più aumenta l'altezza più aumenta l'energia associata con l'oggetto che viene alzato

l'oggetto che viene alzato

$$E = m \times g \times h$$

L'energia è il lavoro fatto per alzare l'oggetto contro la forza di gravità



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Energia cinetica

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

v=2m/s



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$E = m \times 2$$

$v=2\text{m/s}$



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$E = m \times 2$$

v=2m/s

v=4m/s



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$E = m \times 2$$

$v=2\text{m/s}$

$$E = m \times 8$$

$v=4\text{m/s}$



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$E = m \times 2$$

v=2m/s

$$E = m \times 8$$

v=4m/s

v=10m/s



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$E = m \times 2$$

v=2m/s

$$E = m \times 8$$

v=4m/s

$$E = m \times 50$$

v=10m/s



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$E = m \times 2$$

v=2m/s

$$E = m \times 8$$

v=4m/s

$$E = m \times 50$$

v=10m/s

v=20m/s



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$E = m \times 2$$

v=2m/s

$$E = m \times 8$$

v=4m/s

$$E = m \times 50$$

v=10m/s

$$E = m \times 200$$

v=20m/s



# Energia cinetica

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$E = m \times 2$$

$$v=2\text{m/s}$$

$$E = m \times 8$$

$$v=4\text{m/s}$$

$$E = m \times 50$$

$$v=10\text{m/s}$$

$$E = m \times 200$$

$$v=20\text{m/s}$$

più aumenta la velocità più  
aumenta l'energia associata al  
movimento

WOLIWENFO



# Attrito



# Attrito





# Attrito





# Attrito



Tramite la forza di attrito  
l'energia indipendentemente  
dalla sua forma viene  
trasformata in calore e  
deformazione



deformazione



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Situazioni

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Situazioni





# Situazioni





# Situazioni





# Situazioni





Centro Studi Materiali e Tecniche



# Corda bloccata

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Corda bloccata

-  La situazione a corda bloccata può essere causata dalla presenza di un nodo bloccante, oppure dalla corda incastrata in qualche fessura.



# Corda bloccata

-  La situazione a corda bloccata può essere causata dalla presenza di un nodo bloccante, oppure dalla corda incastrata in qualche fessura.
-  In queste situazioni quasi tutta l'energia va a dissiparsi sulla corda



# Corda bloccata

-  La situazione a corda bloccata può essere causata dalla presenza di un nodo bloccante, oppure dalla corda incastrata in qualche fessura.
-  In queste situazioni quasi tutta l'energia va a dissiparsi sulla corda



Centro Studi Materiali e Tecniche



# L'energia si trasforma

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

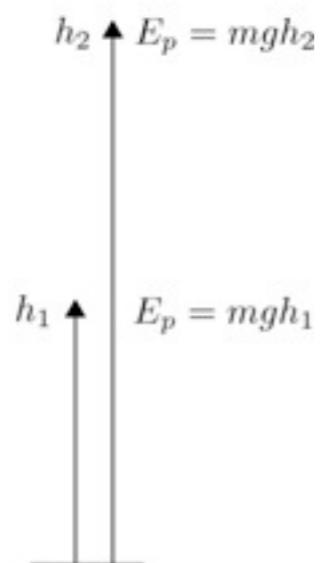
Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010

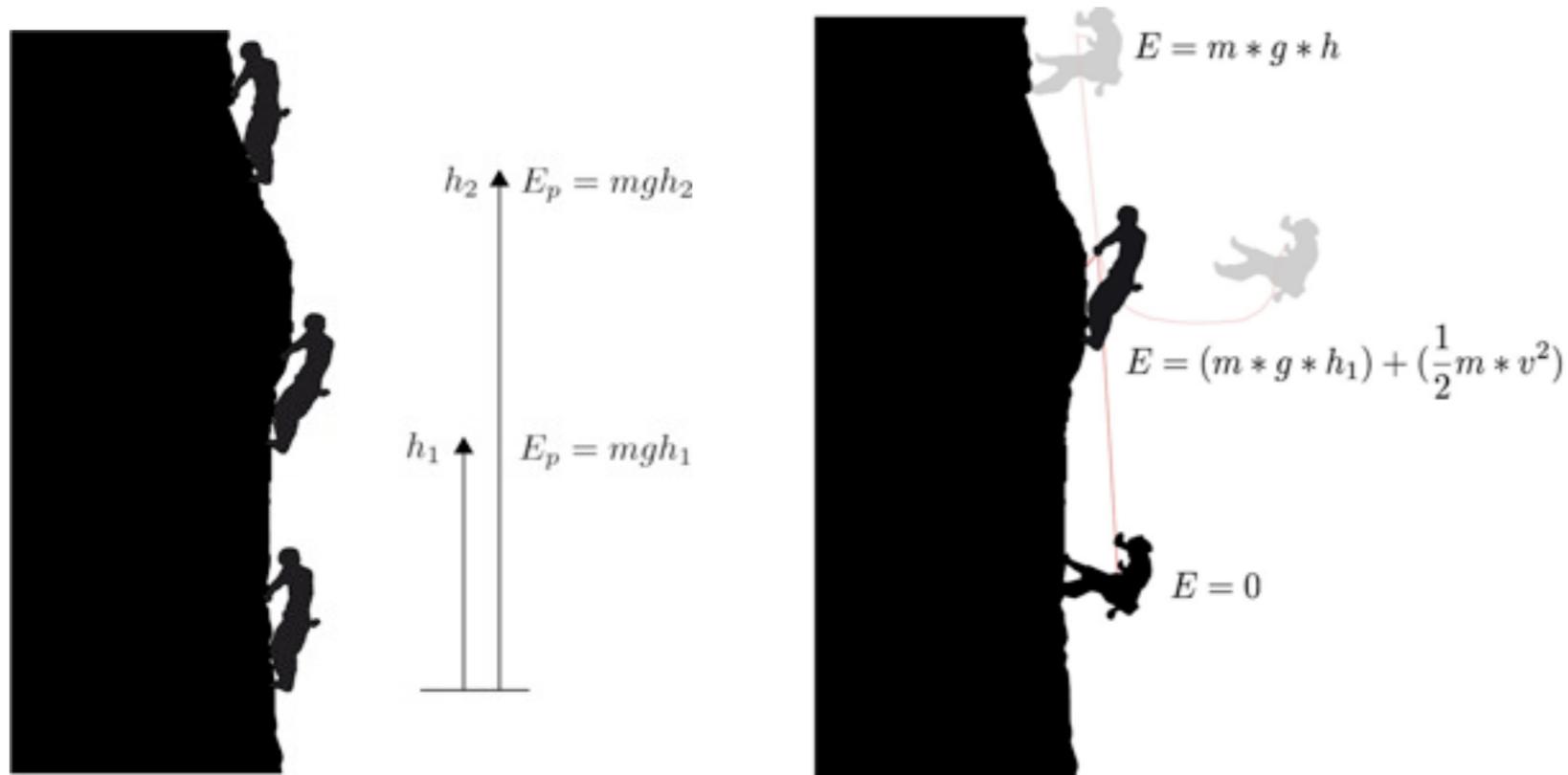


# L'energia si trasforma





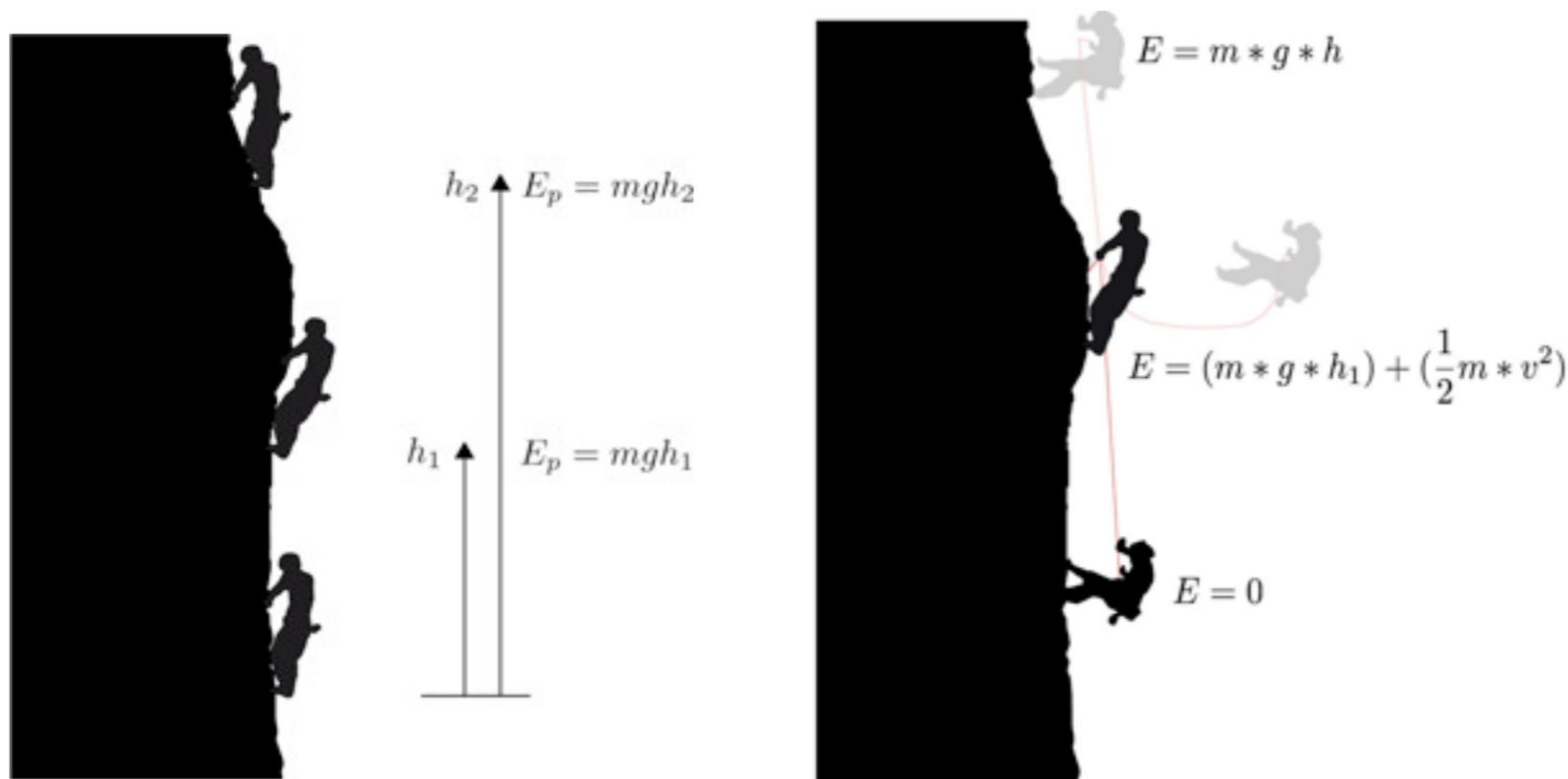
# L'energia si trasforma





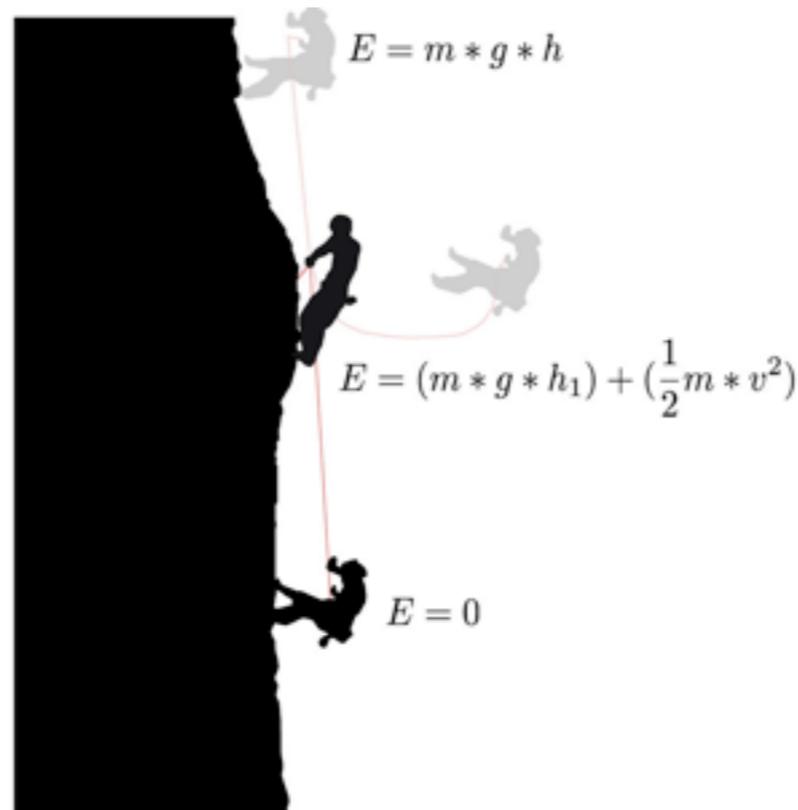
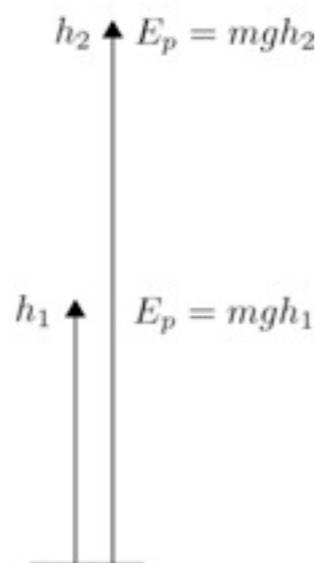
# L'energia si trasforma

Energia di posizione

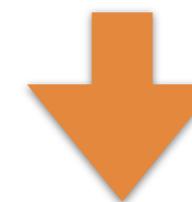




# L'energia si trasforma



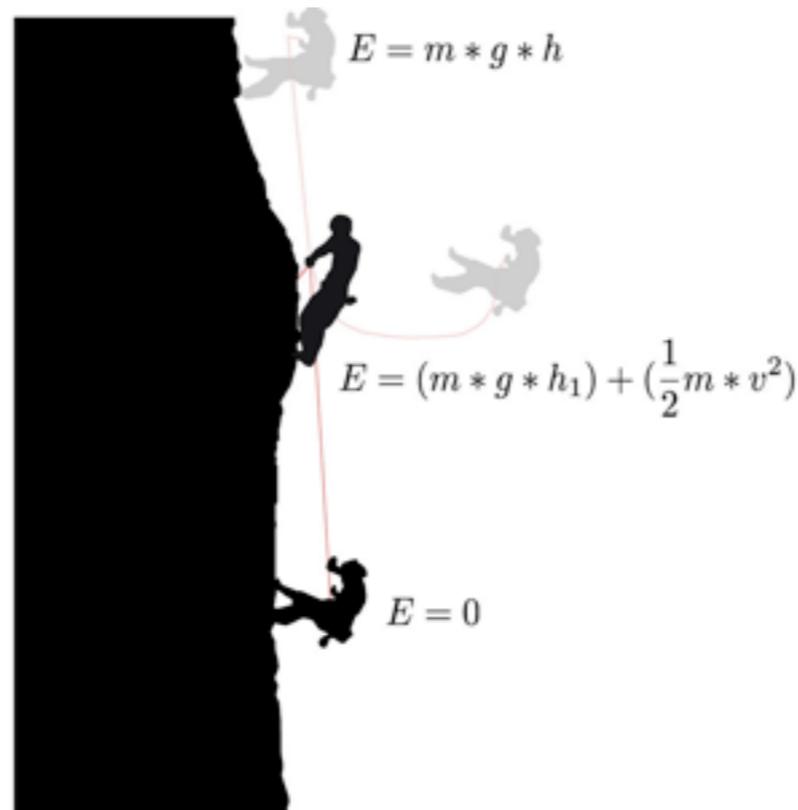
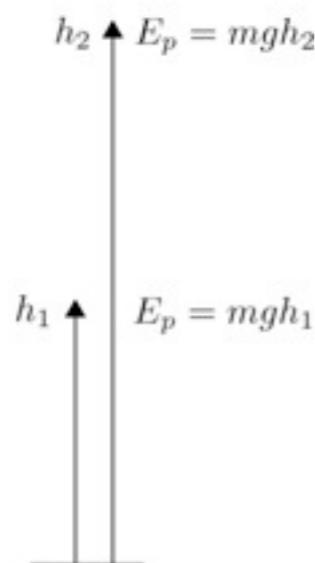
Energia di posizione



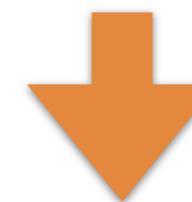
Energia Cinetica



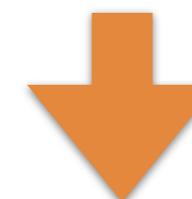
# L'energia si trasforma



Energia di posizione



Energia Cinetica



Deformazione corda



Centro Studi Materiali e Tecniche



# forza di arresto

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# forza di arresto

 La forza di arresto è la forza con cui la corda ci frena.



# forza di arresto

-  La forza di arresto è la forza con cui la corda ci frena.
-  Più elevata è la forza di arresto più alta è la decelerazione che l'alpinista subisce di conseguenza più gravi sono i danni al suo corpo.



Centro Studi Materiali e Tecniche



# fattore di caduta

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# fattore di caduta

Energia di posizione



# fattore di caduta

Energia di posizione

$\propto$

Altezza di caduta  
(lunghezza del volo)



# fattore di caduta

Energia di posizione

$\propto$

Altezza di caduta  
(lunghezza del volo)

Capacità di assorbire energia



# fattore di caduta

Energia di posizione

$\propto$

Altezza di caduta  
(lunghezza del volo)

Capacità di assorbire energia

$\propto$

lunghezza della  
corda



# fattore di caduta

Energia di posizione

$\propto$

Altezza di caduta  
(lunghezza del volo)

Capacità di assorbire energia

$\propto$

lunghezza della  
corda

$F_c = \frac{\text{Energia di posizione}}{\text{Capacità di assorbire energia}}$



# fattore di caduta

Energia di posizione

$\propto$

Altezza di caduta  
(lunghezza del volo)

Capacità di assorbire energia

$\propto$

lunghezza della  
corda

$$F_c = \frac{\text{lunghezza del volo}}{\text{lunghezza della corda}}$$



# fattore di caduta

Energia di posizione

$\propto$

Altezza di caduta  
(lunghezza del volo)

Capacità di assorbire energia

$\propto$

lunghezza della  
corda

$$F_c = \frac{\text{lunghezza del volo}}{\text{lunghezza della corda interessata nel volo}}$$



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Corda frenata

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Corda frenata





# Corda frenata



L'energia va quasi tutta sul freno e si dissipa per attrito in calore

CS|OIG



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Il freno è meglio

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Il freno è meglio

-  Il freno permette di ridurre enormemente la forza di arresto.



# Il freno è meglio

-  Il freno permette di ridurre enormemente la forza di arresto.
-  Il freno permette di applicare una piccola forza in ingresso e di ottenere una forza  $n$  volte più grande in uscita (moltiplicatore).



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Catena di frenata

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Catena di frenata

L'alpinista cade e la  
corda si tende



# Catena di frenata

L'alpinista cade e la  
corda si tende



il freno entra in  
funzione



# Catena di frenata

L'alpinista cade e la corda si tende



il freno entra in funzione



il nostro braccio trattiene con una certa forza



# Catena di frenata

L'alpinista cade e la corda si tende



il freno entra in funzione



il nostro braccio trattiene con una certa forza



l'energia viene dissipata nel freno



# Catena di frenata

L'alpinista cade e la corda si tende



il freno entra in funzione



il nostro braccio trattiene con una certa forza



l'alpinista viene frenato in maniera non traumatica



l'energia viene dissipata nel freno



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Con o senza rinvio

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Con o senza rinvio



Ciò che varia in una caduta frenata è la quantità di energia da dissipare.



# Con o senza rinvio

-  Ciò che varia in una caduta frenata è la quantità di energia da dissipare.
-  Senza rinvio tutta l'energia si dissipa sul freno.



# Con o senza rinvio

-  Ciò che varia in una caduta frenata è la quantità di energia da dissipare.
-  Senza rinvio tutta l'energia si dissipa sul freno.
-  Con rinvio, invece, si introduce un secondo punto di attrito e quindi di dissipazione di energia.



# Dissipazione di energia

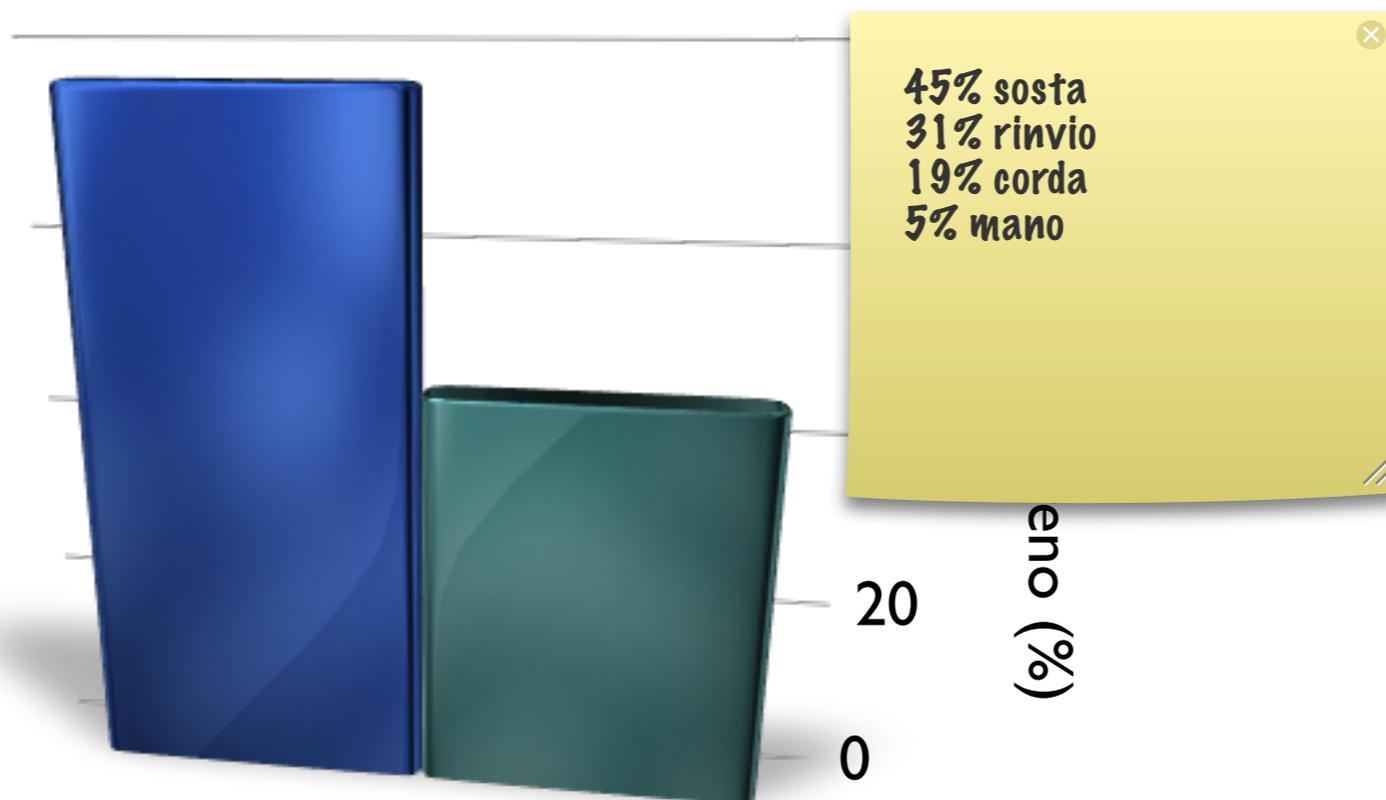


45% sosta  
31% rinvio  
19% corda  
5% mano



# Dissipazione di energia

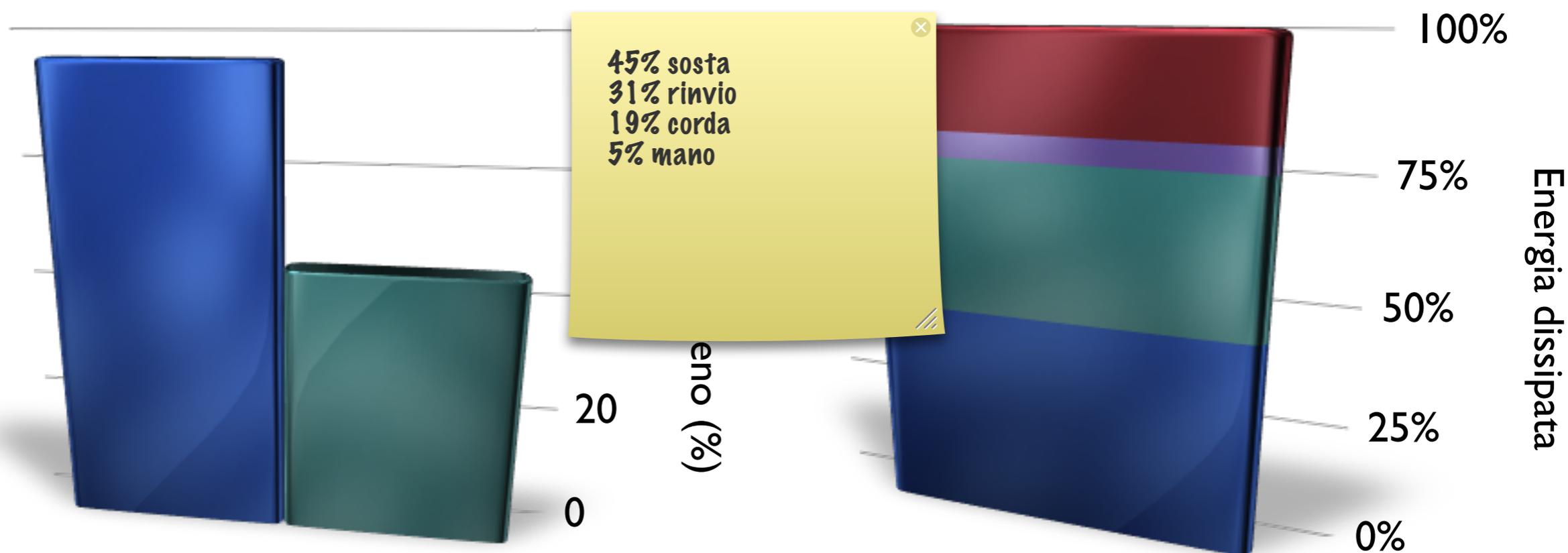
■ Senza rinvio   ■ Con rinvio





# Dissipazione di energia

- Senza rinvio
- Con rinvio
- Freno mano
- Rinvio corda





# Perchè mettere il rinvio



# Perchè mettere il rinvio

-  Riducendo l'energia da dissipare in sosta, meno corda dovrà scorrere nel freno, l'alpinista sarà in grado di trattenere più facilmente la caduta.



# Perchè mettere il rinvio

-  Riducendo l'energia da dissipare in sosta, meno corda dovrà scorrere nel freno, l'alpinista sarà in grado di trattenere più facilmente la caduta.
-  In torre con una caduta superiore ai 3m senza rinvio con mezzo barcaiolo non si riesce a trattenere.



Centro Studi Materiali e Tecniche



# Riassunto

La fisica dell'alpinista

*Federico Bernardin*

Centro Studi Materiali e Tecniche

Club Alpino Italiano

sabato 4 dicembre 2010



# Riassunto

Cerchiamo di evitare il  
caso corda bloccata

CS20 COLDS BLOCCATA



# Riassunto

Cerchiamo di evitare il  
caso corda bloccata

Il freno salva la vita,  
usiamolo correttamente



# Riassunto

Cerchiamo di evitare il  
caso corda bloccata

Il freno salva la vita,  
usiamolo correttamente

Mettiamo il rinvio il  
prima possibile



# Grazie!