

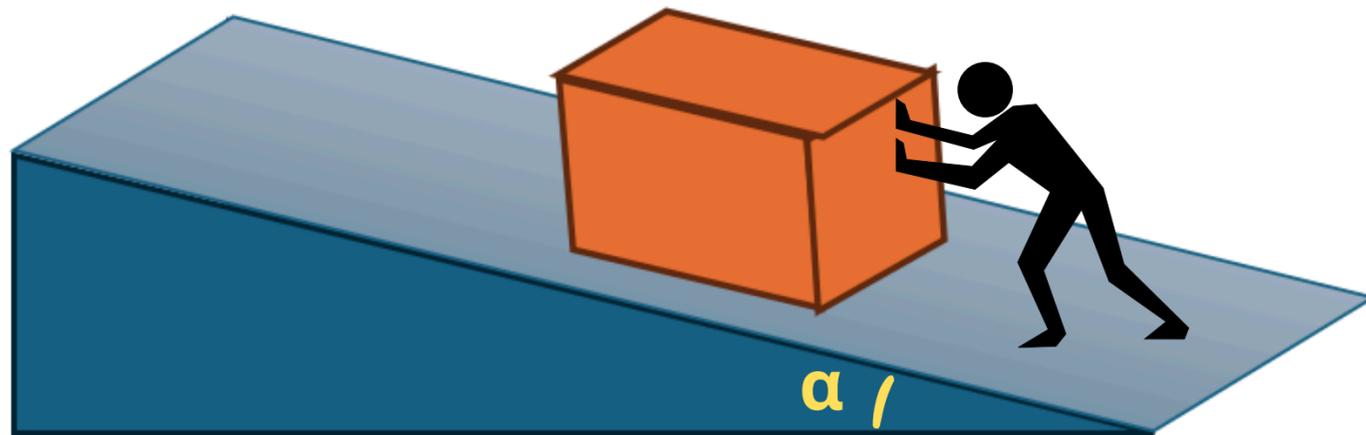
Piano inclinato:

l'alternativa che sfida la gravità!

PIANO INCLINATO

Definizione

Il **piano inclinato** è una macchina semplice (vantaggiosa) costituita da una superficie piana inclinata (di un certo angolo α) rispetto al suolo, usata per facilitare lo spostamento di carichi.



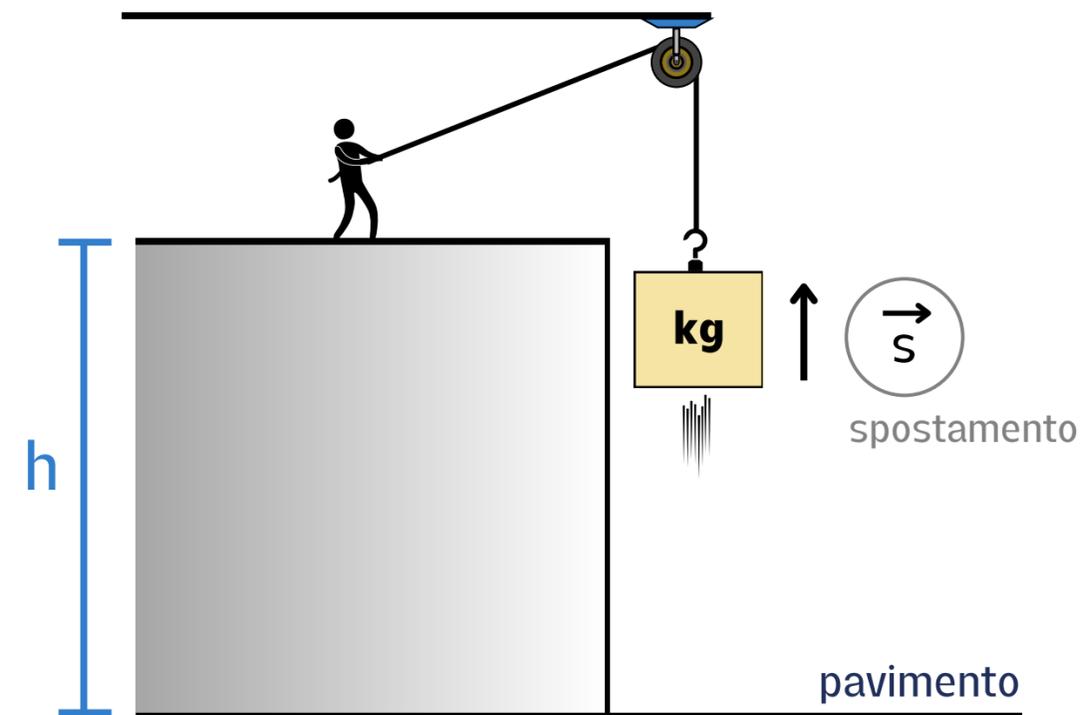
Si tratta di una macchina vantaggiosa in quanto, come vedremo, riduce la forza necessaria per movimentare un carico.



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Per capire come funziona il piano inclinato, partiamo da questo semplice problema: abbiamo un oggetto (di peso $\mathbf{P} = 300 \text{ N}$) che vogliamo sollevare ad una certa altezza ($\mathbf{h} = 10 \text{ m}$) dal suolo.



Per farlo, utilizziamo una carrucola fissa!

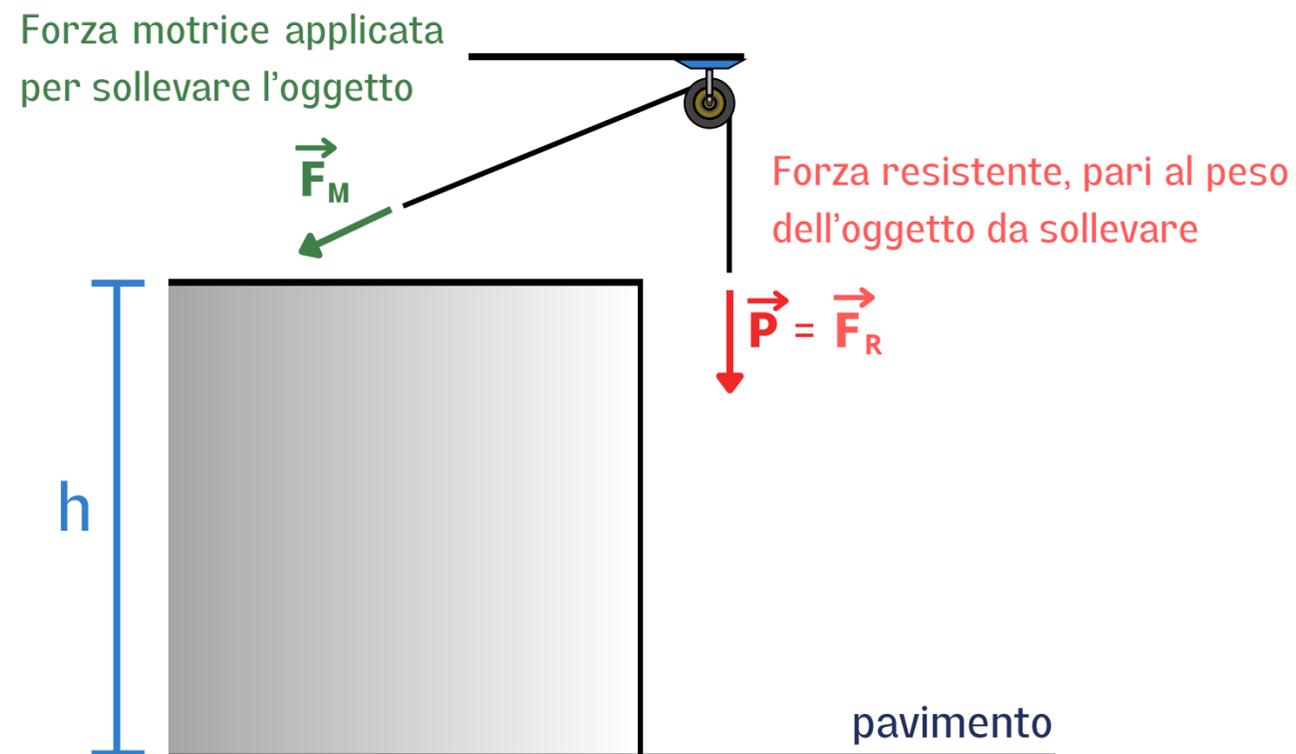
Rispondiamo alle seguenti domande:

- Qual è la forza che applichiamo?
- Qual è il lavoro che compiamo?
- Qual è l'energia potenziale gravitazionale posseduta dall'oggetto alla fine del sollevamento?

PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Per rispondere alle domande, disegniamo le forze in gioco.



- Qual è la forza che applichiamo?

$$F_M = F_R = P = 300 \text{ N}$$

Per sollevare il carico, infatti, saremo costretti ad applicare una forza pari proprio al peso dell'oggetto (si veda lezione sulle carrucole).

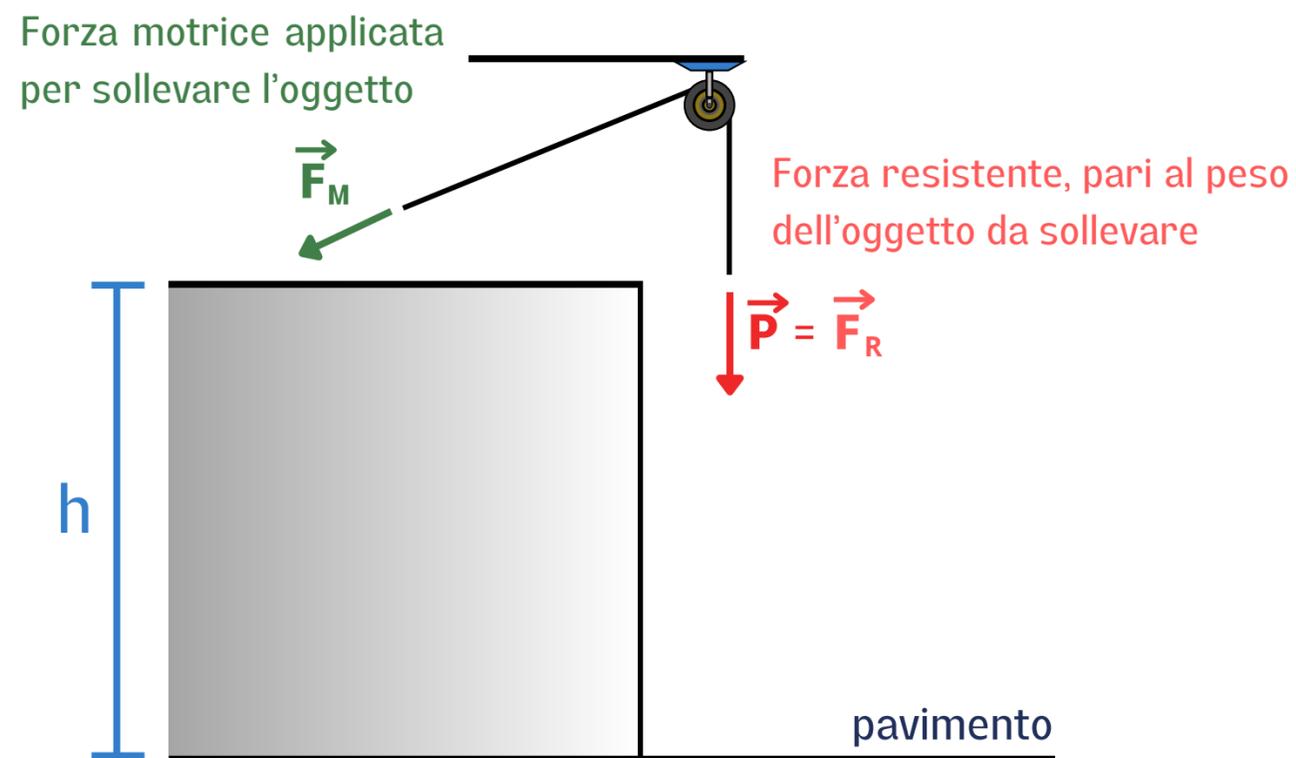
Immagazzinate questa informazione, ci tornerà utile tra qualche pagina!



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Per rispondere alle domande, disegniamo le forze in gioco.



- Qual è il lavoro che compiamo?

$$L = F_M \cdot h = 300 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 3000 \text{ J}$$

Il lavoro è pari a:

$$L = F \cdot s$$

Per far salire il carico di 10 metri, dobbiamo tirare la fune di 10 metri!

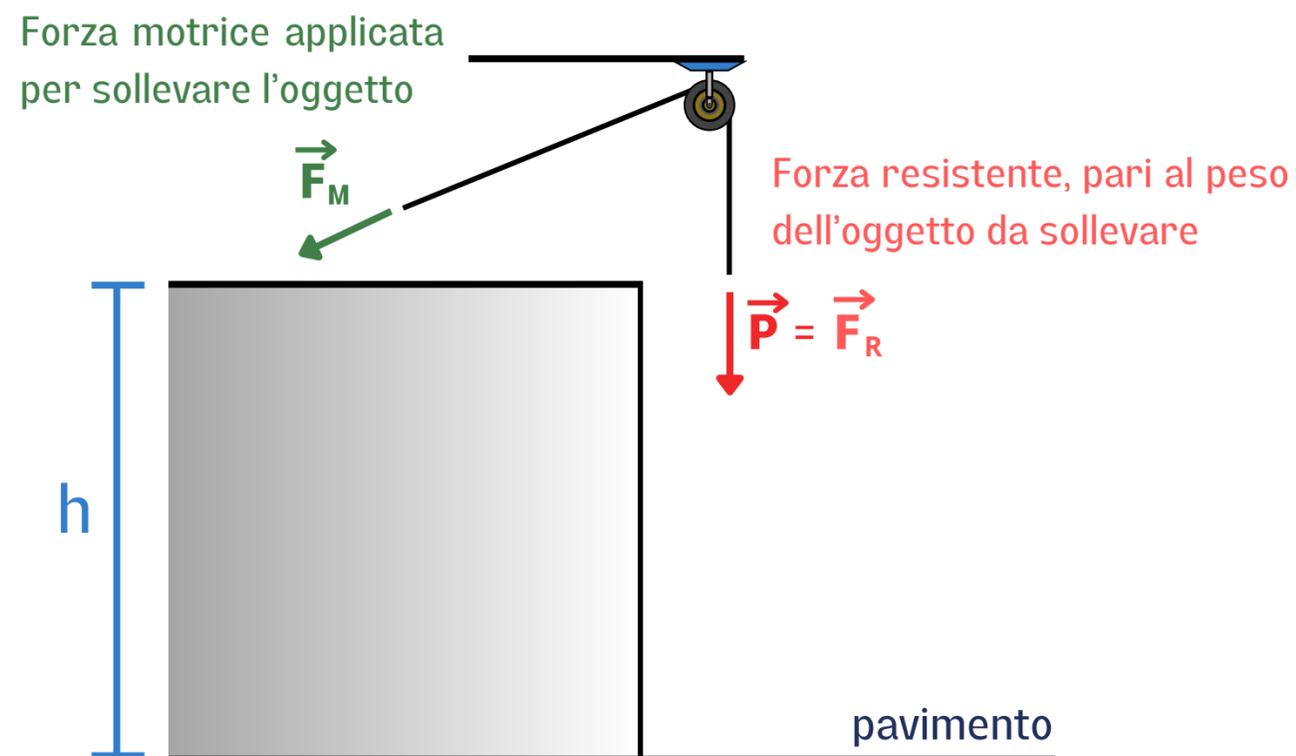
Si veda lezione sul lavoro!



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Per rispondere alle domande, disegniamo le forze in gioco.



- Qual è l'energia potenziale gravitazionale posseduta dall'oggetto alla fine del sollevamento?

$$U_g = P \cdot h = 300 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 3000 \text{ J}$$

L'energia potenziale gravitazionale è pari a:

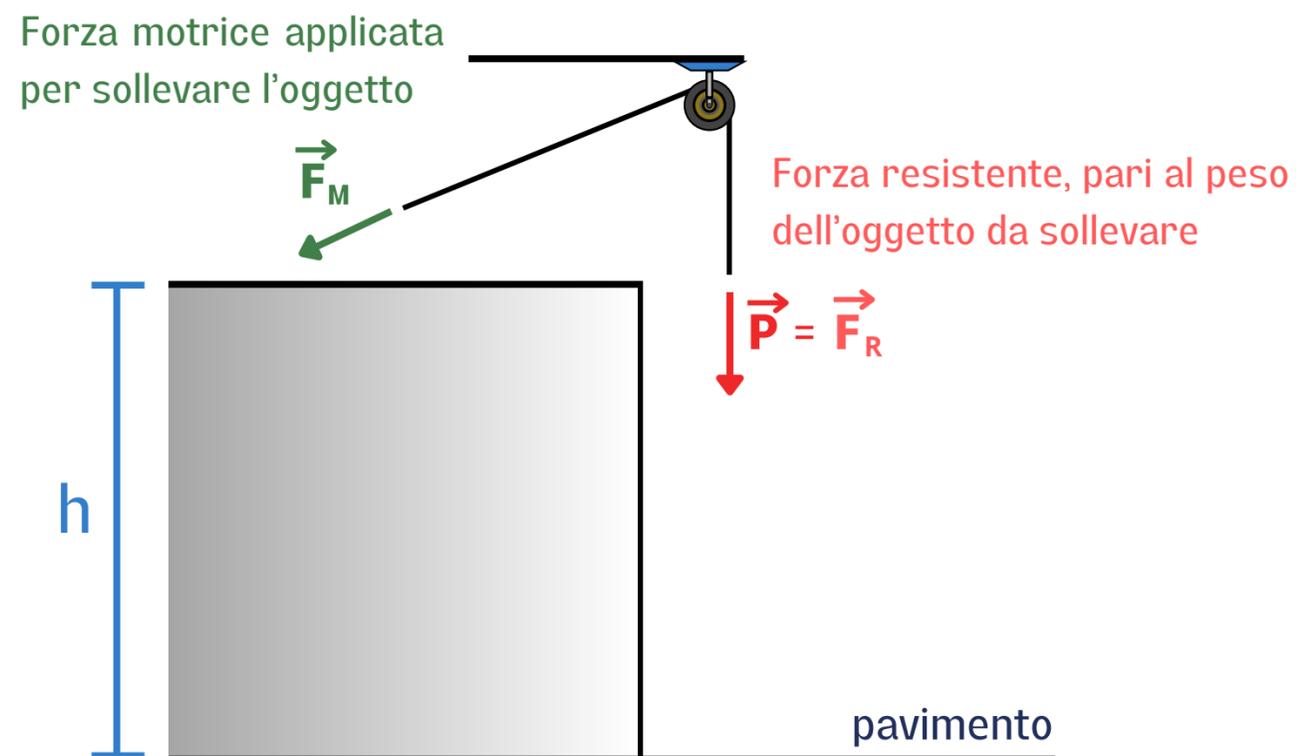
$$U_g = \underbrace{m \cdot g}_{P} \cdot h$$



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

In sintesi abbiamo:



- Qual è la forza che applichiamo?

$$F_M = F_R = P = 300 \text{ N}$$

- Qual è il lavoro che compiamo?

$$L = F_M \cdot h = 300 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 3000 \text{ J}$$

- Qual è l'energia potenziale gravitazionale posseduta dall'oggetto alla fine del sollevamento?

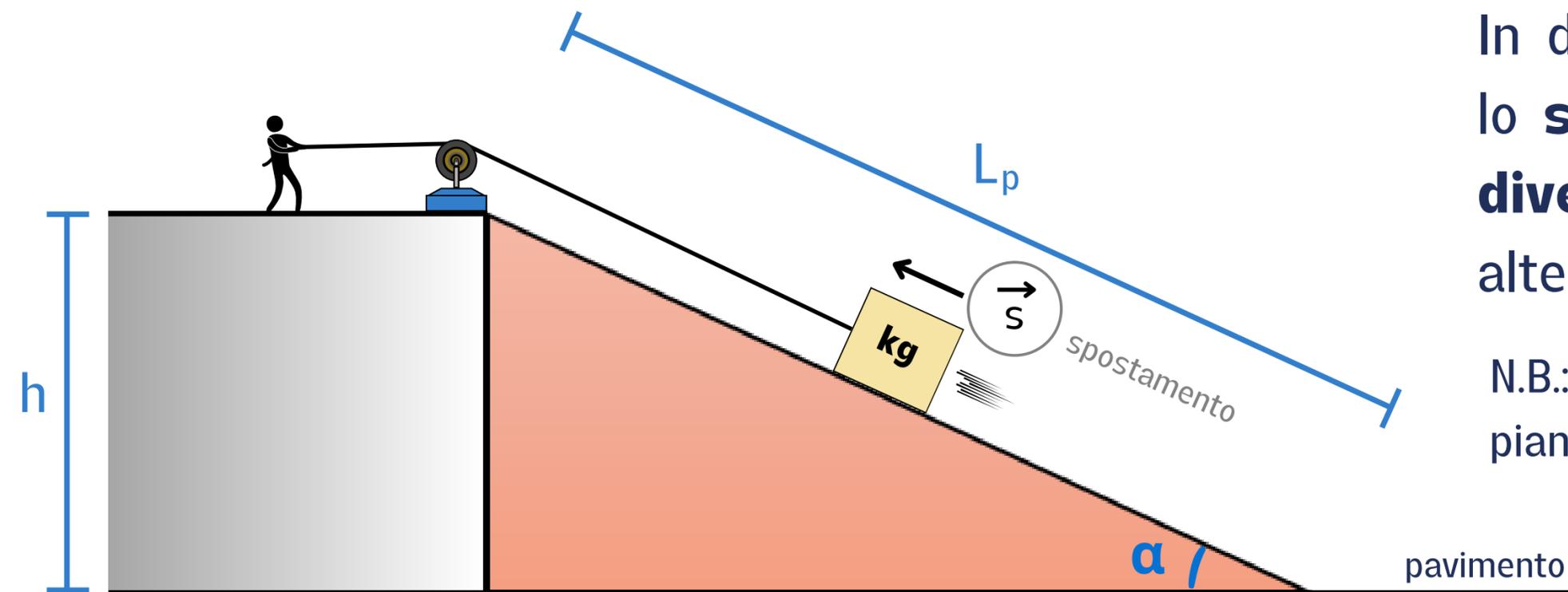
$$U_g = P \cdot h = 300 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 3000 \text{ J}$$



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Ripetiamo l'esperimento utilizzando un piano inclinato: il dislivello è sempre di 10 metri, ma questa volta il carico sarà trascinato sul piano inclinato di lunghezza $L_p = 20$ metri.



In definitiva, vogliamo compiere lo **stesso lavoro**, ma **in modo diverso** (seguendo un percorso alternativo)!

N.B.: per semplicità immaginiamo che il piano sia liscio, ossia privo di attrito!

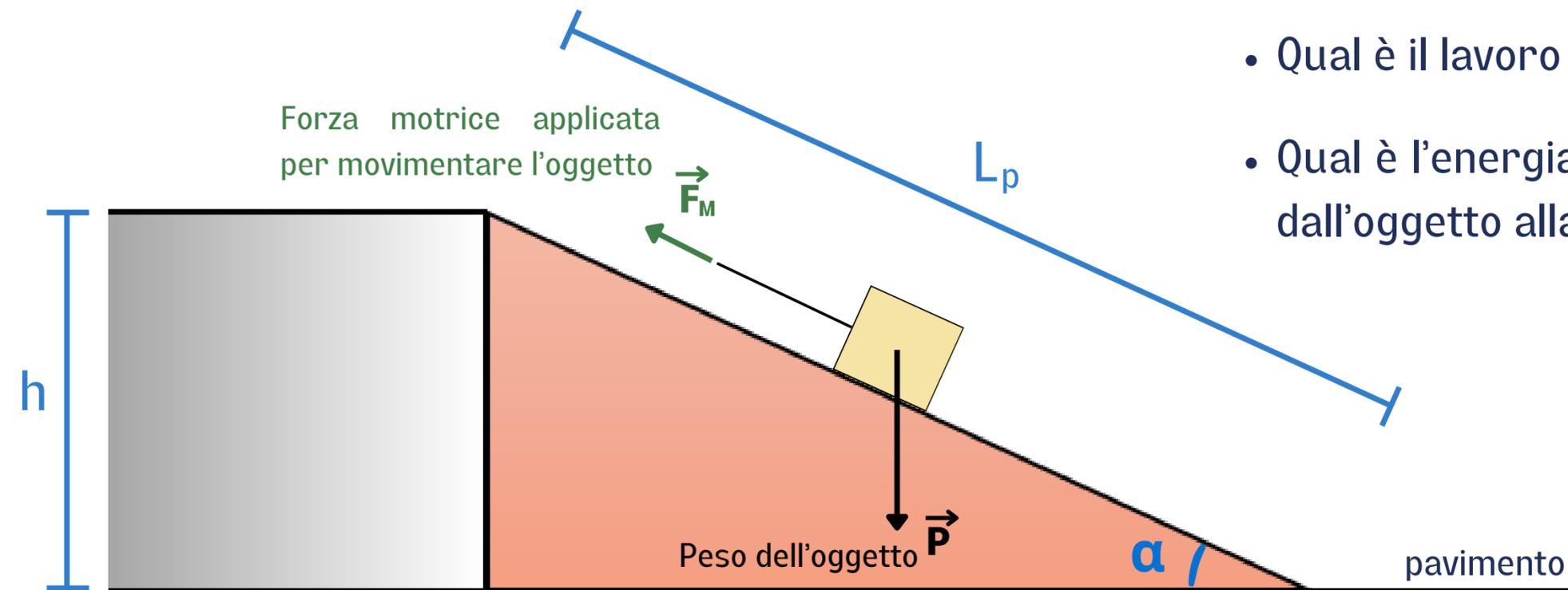


PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Per capire quello che succede, disegniamo le forze in gioco e proviamo a rispondere alle stesse domande di prima:

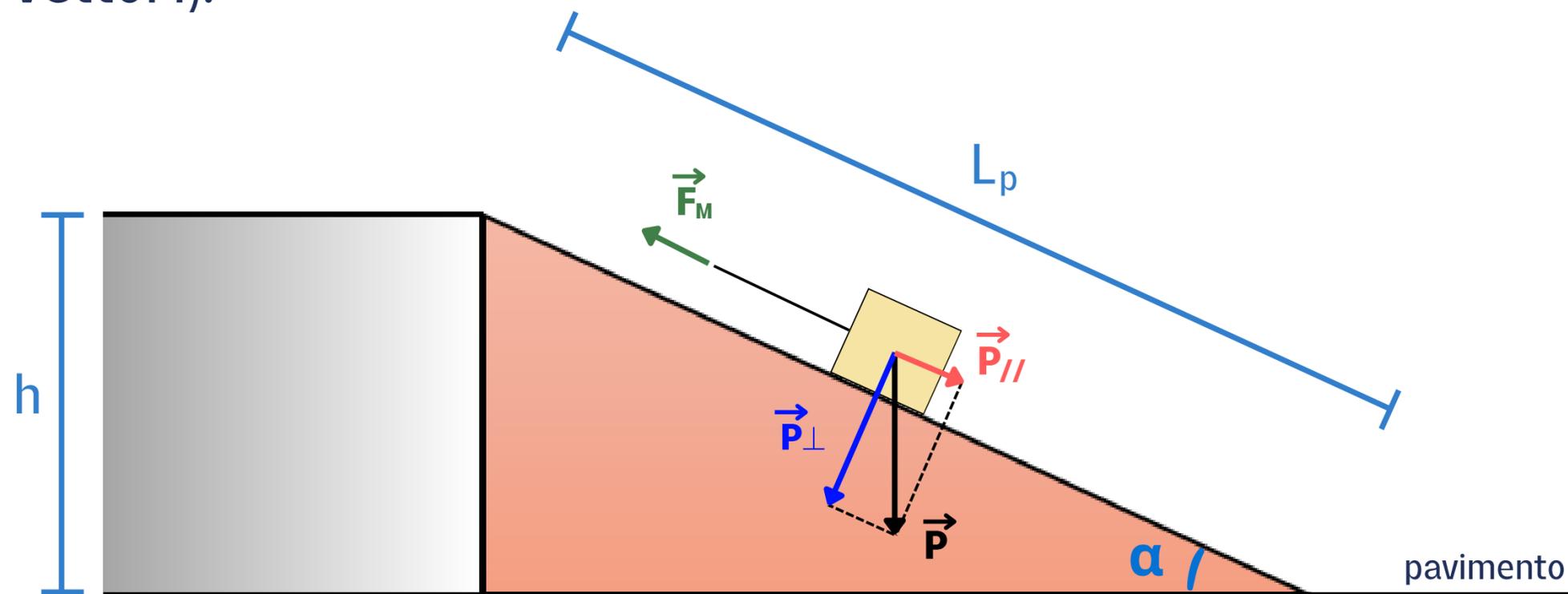
- Qual è la forza che applichiamo?
- Qual è il lavoro che compiamo?
- Qual è l'energia potenziale gravitazionale posseduta dall'oggetto alla fine del percorso?



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

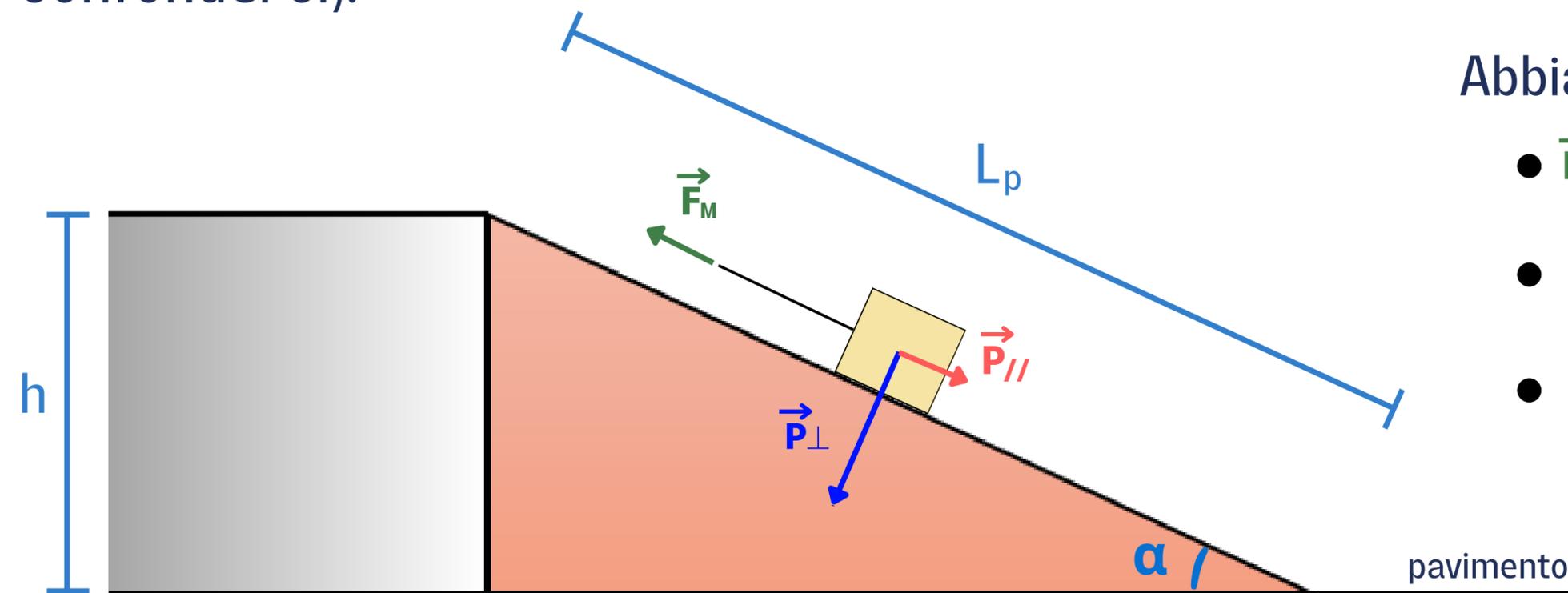
Per rispondere alla prima domanda, scomponiamo la forza peso nelle sue componenti in direzione parallela e perpendicolare al piano (si veda lezione sulla scomposizione di vettori).



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Scomporre un vettore significa sostituirlo con due componenti la cui somma è proprio pari al vettore di partenza! Pertanto, possiamo togliere di mezzo \vec{P} (giusto per non confonderci).



Abbiamo quindi tre vettori:

- \vec{F}_M forza motrice
- $\vec{P}_{//}$ componente del peso parallela al piano
- \vec{P}_{\perp} componente del peso perpendicolare al piano



PIANO INCLINATO

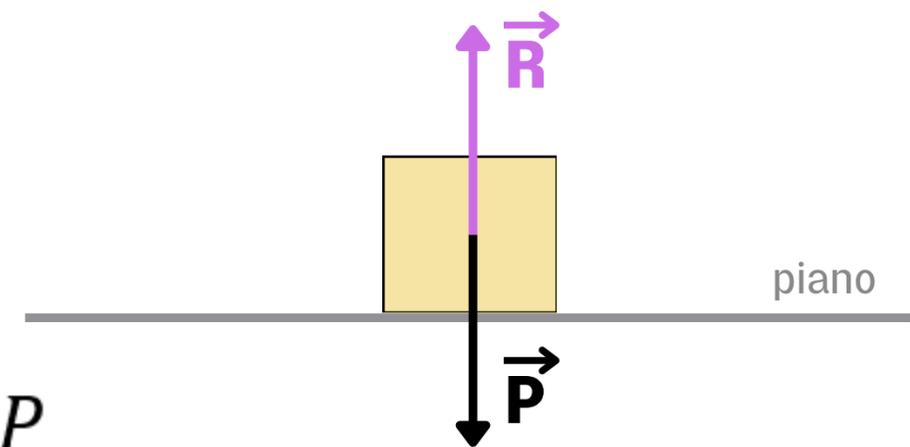
Principio di funzionamento

In realtà c'è un'altra forza che non abbiamo rappresentato ma che è molto importante! Per capire di cosa si tratta seguitemi in questo ragionamento...

Supponiamo di avere un oggetto (di peso \mathbf{P}) poggiato su un piano orizzontale. Tale piano costituisce un **vincolo** per l'oggetto, nel senso che lo sostiene e non lo fa cadere!

Affinché ciò accada, il vincolo (il piano) reagisce con una **forza perpendicolare** (al vincolo), detta **reazione vincolare!**

In questo caso, per l'equilibrio, avremo (in modulo): $R = P$



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

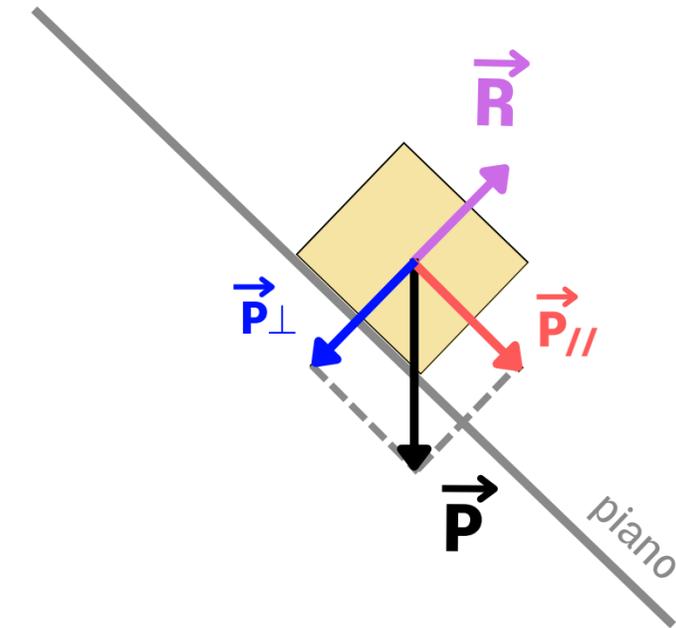
Consideriamo adesso lo stesso oggetto, questa volta posizionato su un piano inclinato:

ATTENZIONE:

- la forza peso **P** è sempre verticale;
- la reazione vincolare **R** è sempre perpendicolare al vincolo!

Questa volta, dunque, la reazione vincolare equilibra la componente del peso perpendicolare al piano: $R = P_{\perp}$

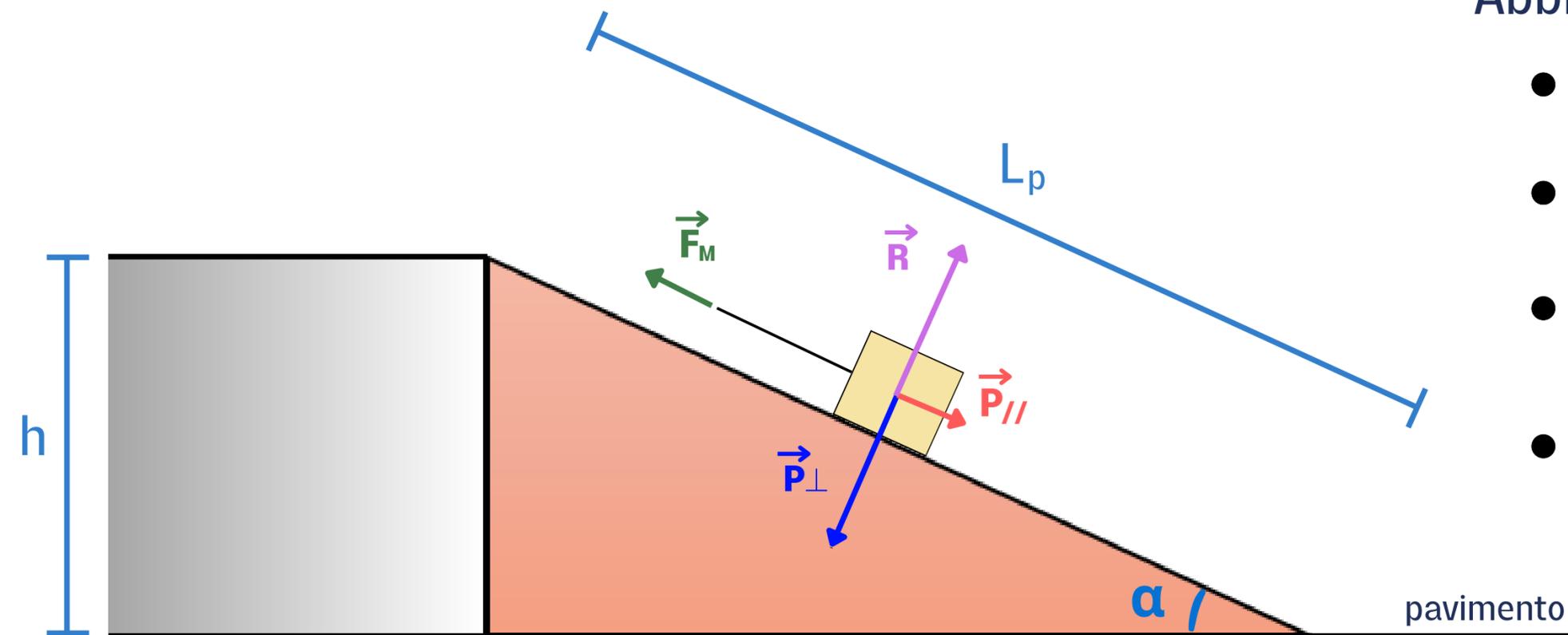
La componente del peso parallela al piano, invece, tende a far scivolare giù l'oggetto!



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Torniamo al nostro esperimento e disegniamo la reazione vincolare del piano inclinato!



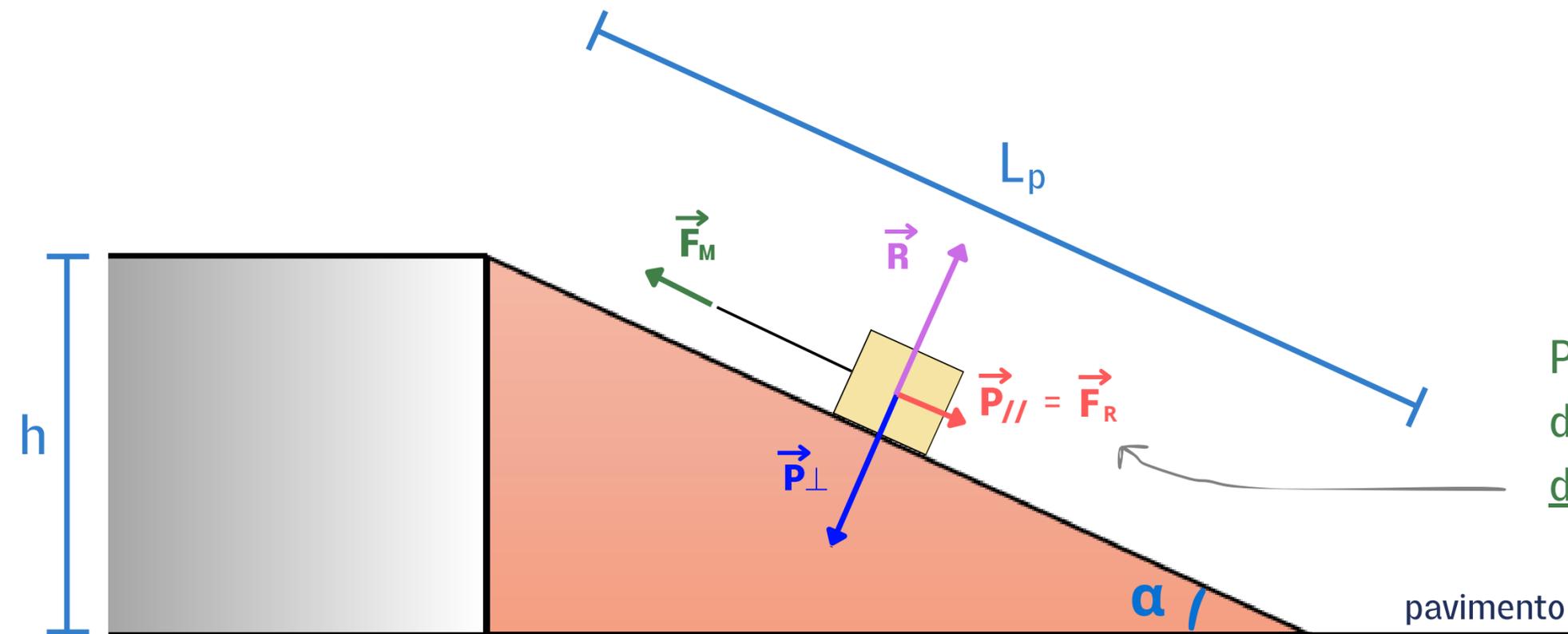
Abbiamo quindi quattro vettori:

- \vec{F}_M forza motrice
- $\vec{P}_{//}$ componente del peso parallela al piano
- \vec{P}_{\perp} componente del peso perpendicolare al piano
- \vec{R} reazione vincolare del piano inclinato

PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Per l'equilibrio, pertanto, possiamo scrivere (in modulo):



$$1) R = P_\perp$$

$$2) F_M = P_{//}$$

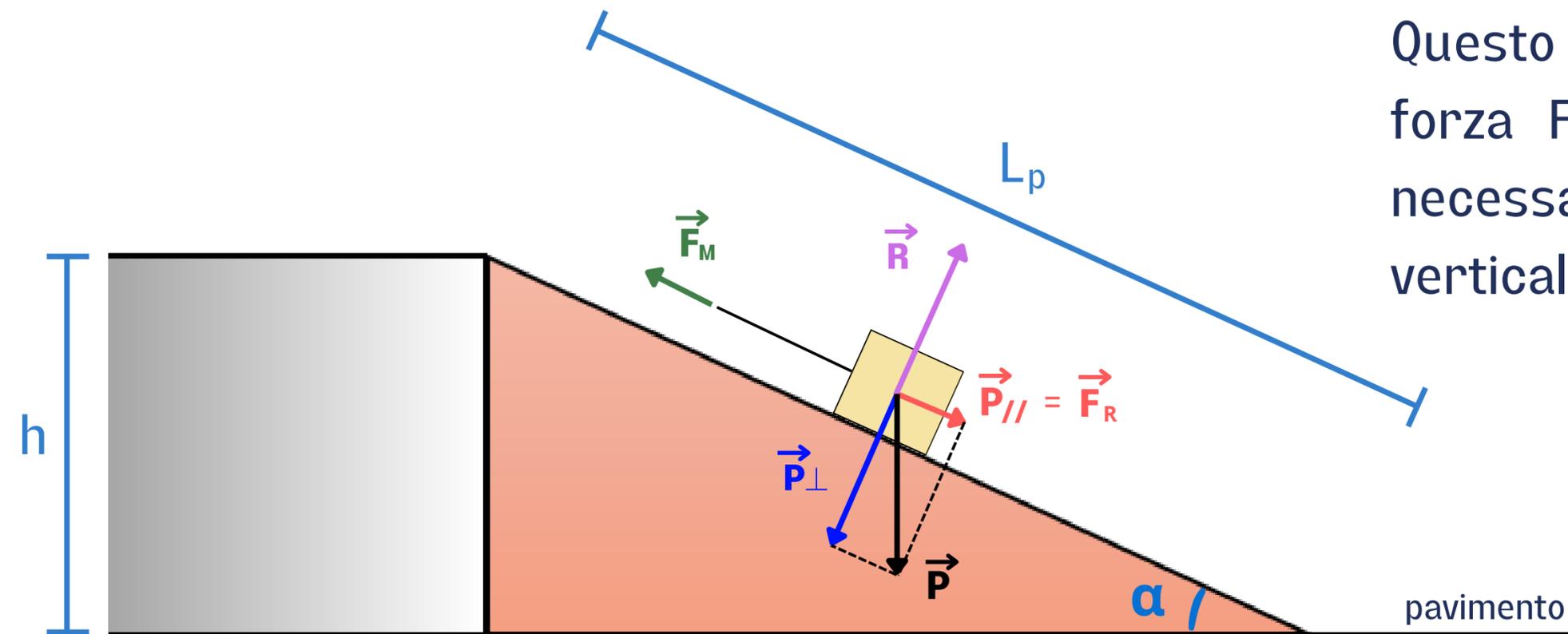
Per trascinare il carico, quindi, dobbiamo vincere la sola componente del peso parallela al piano!



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Se rappresentiamo nuovamente il vettore peso \mathbf{P} , ci accorgiamo immediatamente che la lunghezza di \mathbf{P} è maggiore di quella di $\mathbf{P}_{//}$!



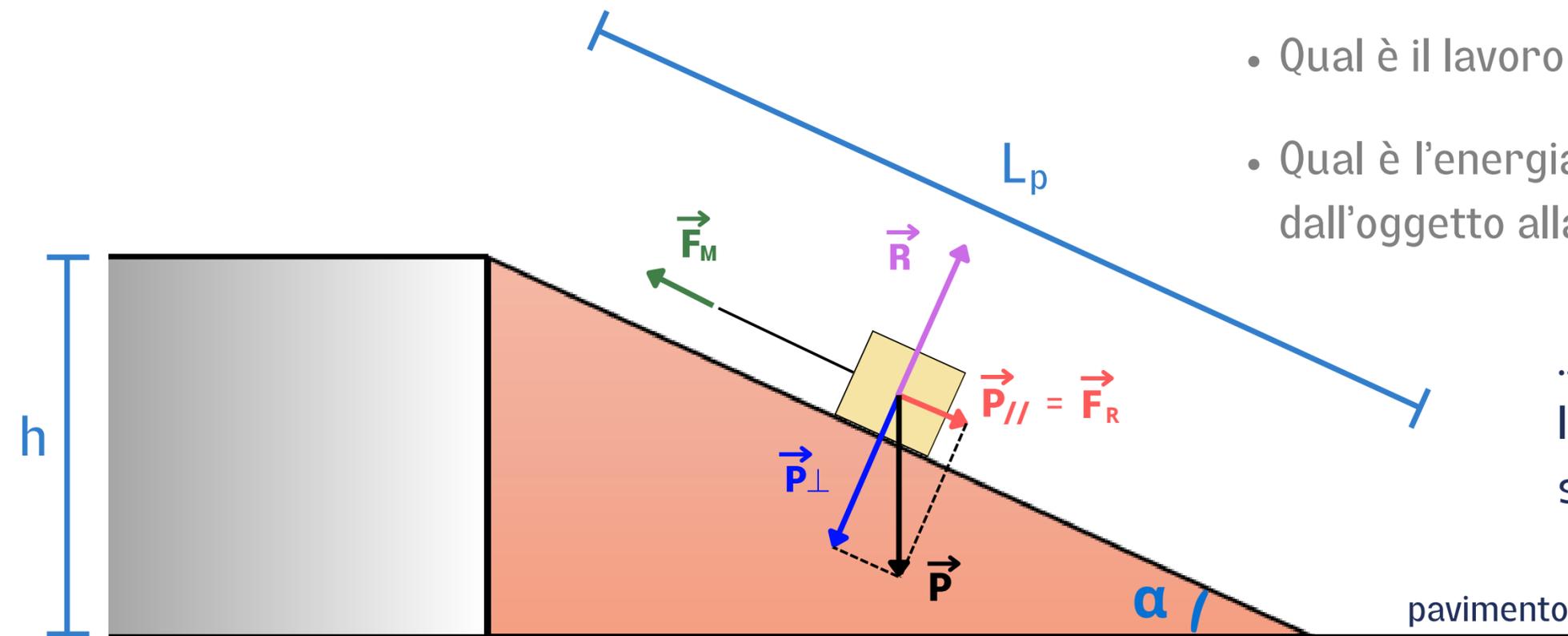
Questo vuol dire che applichiamo una forza F_M minore rispetto a quella necessaria a sollevare il carico in verticale! ➔ VANTAGGIO MECCANICO!



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Non abbiamo, tuttavia, risposto ancora alla prima domanda (“Qual è la forza che applichiamo?”). Per farlo partiamo dalle altre due...



- Qual è il lavoro che compiamo?
- Qual è l'energia potenziale gravitazionale posseduta dall'oggetto alla fine del sollevamento?

... e ricordiamoci che, come al solito, il lavoro sarà uguale a forza per spostamento:

$$L = F_M \cdot L_p$$



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Il lavoro, in realtà, lo conosciamo già...

All'inizio di questo esperimento abbiamo detto che volevamo sollevare un oggetto in due modi diversi: la prima volta tirandolo in verticale, la seconda trascinandolo lungo il piano inclinato...

Come dire: facciamo lo **stesso lavoro in due modi diversi** (seguendo due percorsi alternativi)!



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Quindi il lavoro è il medesimo e lo abbiamo già calcolato per il sollevamento in verticale:

$$L = P \cdot h = 300 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 3000 \text{ J}$$

↖
La forza motrice
era uguale a P!

Quesito 2: qual è il lavoro che compiamo?

E d'altra parte l'energia potenziale gravitazionale dell'oggetto a fine percorso, non può che essere anche in questo caso:

$$U_g = P \cdot h = 300 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 3000 \text{ J}$$

Quesito 3: Qual è l'energia potenziale gravitazionale posseduta dall'oggetto alla fine del percorso?



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Uguagliando i due lavori, pertanto, si ottiene la forza motrice necessaria per movimentare il carico sul piano inclinato:

lavoro per sollevare il
carico in verticale
(forza x spostamento)

$$P \cdot h = F_M \cdot L_p \Rightarrow$$

lavoro per trascinare il
carico lungo il piano
inclinato
(forza x spostamento)

$$F_M = P \cdot \frac{h}{L_p}$$

$$F_M = 300 \text{ N} \cdot \frac{10 \text{ m}}{20 \text{ m}} = 150 \text{ N}$$



PIANO INCLINATO

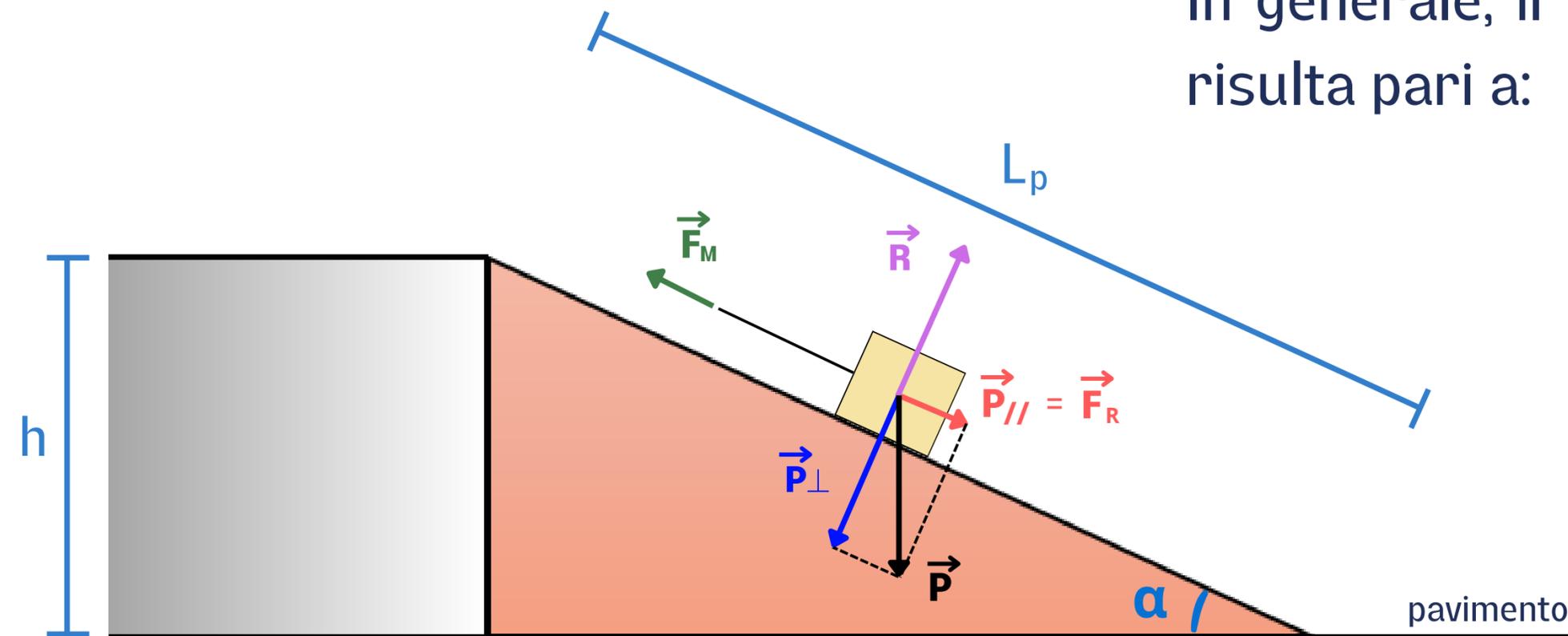
Principio di funzionamento

Rispetto al sollevamento in verticale, dunque, applichiamo uno sforzo minore!!!

In generale, il vantaggio meccanico (V.M.) risulta pari a:

$$V.M. = \frac{L_p}{h}$$

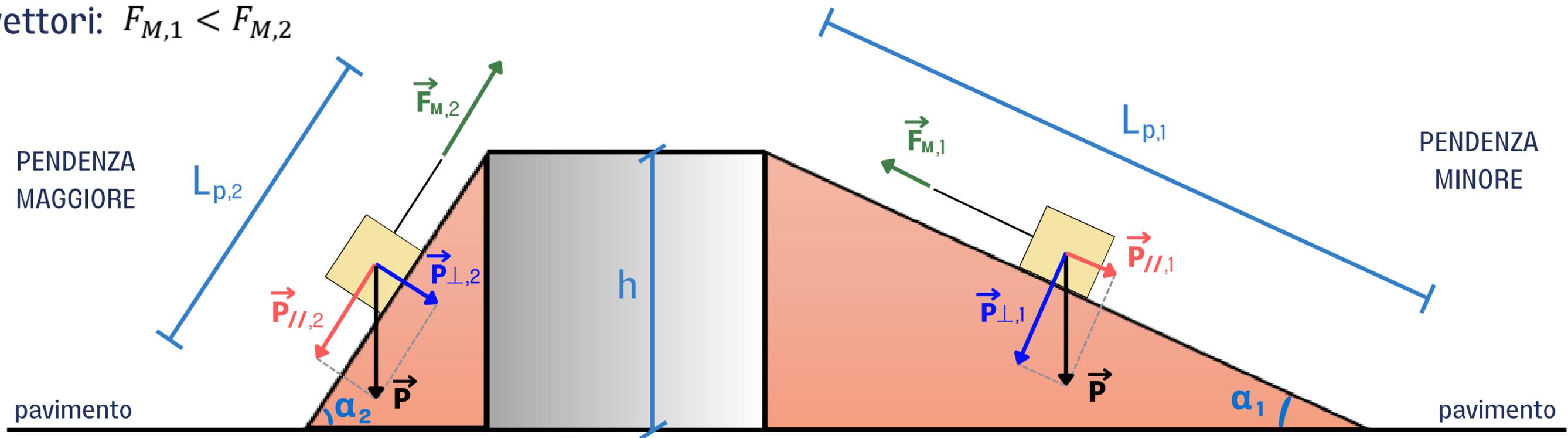
A parità di altezza h , maggiore è la lunghezza del piano (ossia, minore è la sua pendenza), maggiore è il vantaggio meccanico!



PIANO INCLINATO

Principio di funzionamento

Nell'immagine in basso sono riportati due distinti piani inclinati che possono essere usati per superare il dislivello h . Si vede anche graficamente che minore è la pendenza, maggiore è il percorso da compiere, ma allo stesso tempo maggiore è il V.M.! Basta confrontare la lunghezza dei vettori: $F_{M,1} < F_{M,2}$



IL CUNEO E LA VITE

(APPLICAZIONI DEL PIANO INCLINATO)

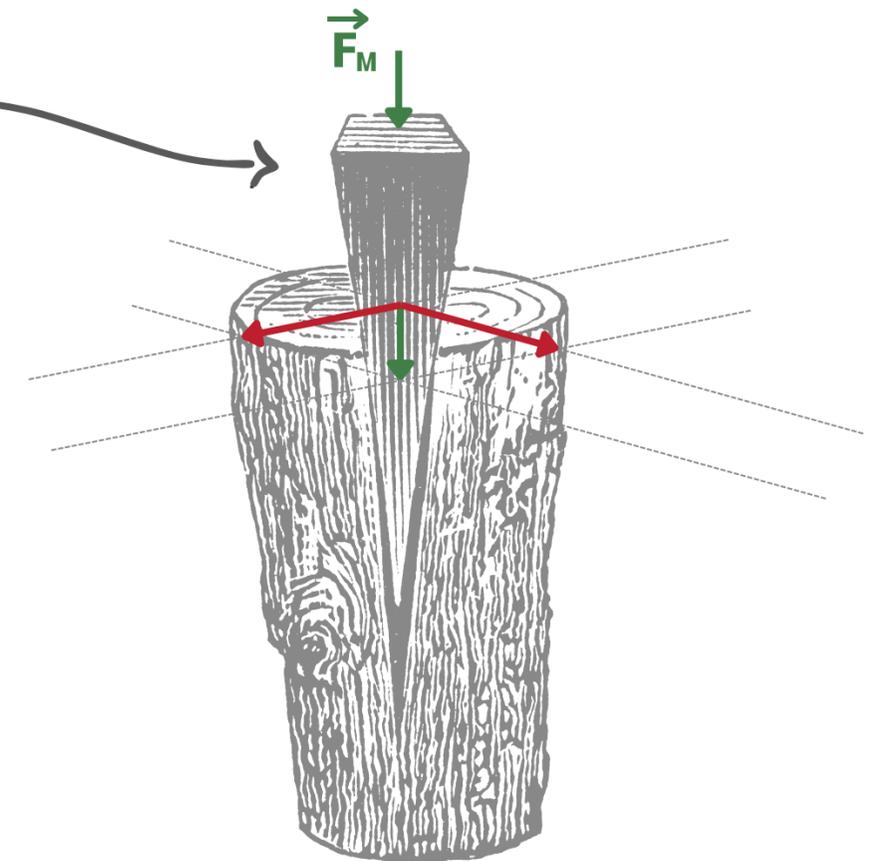
IL CUNEO

Descrizione

Il cuneo è una macchina semplice vantaggiosa formata da un prisma di materiale duro a sezione triangolare (geometricamente, è ottenuto dall'unione di due piani inclinati). Lo ritroviamo, ad esempio, nella testa di un'accetta.

Il V.M. deriva dal fatto che la forza motrice \vec{F}_M si scompone in due forze, perpendicolari ai piani del cuneo, di intensità maggiore (tanto maggiore quanto minore è l'inclinazione dei piani, ossia quanto più affilato è il cuneo).

Tale macchina si utilizza normalmente per causare la separazione di due parti di un corpo: avanzando, il cuneo spinge lateralmente! Sfruttano il principio del cuneo, infatti, tutti gli oggetti che servono per tagliare o penetrare (le lame dei coltelli, le asce, i chiodi, ecc.).



LA VITE

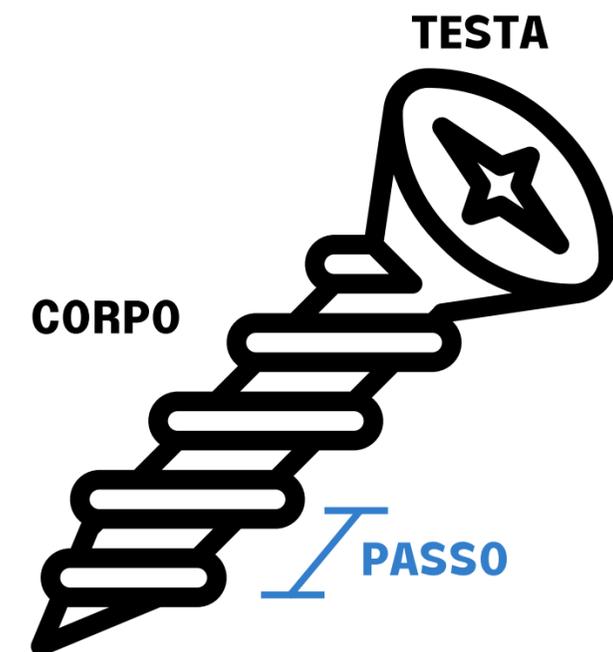
Descrizione

La vite è un'applicazione del piano inclinato: possiamo rivederla, infatti, come un piano inclinato avvolto a spirale attorno ad un cilindro!

Funzione: **trasforma un movimento rotatorio** (girare la vite) **in un movimento lineare** o in una pressione bloccante, che è una caratteristica fondamentale delle viti.

Sulla **testa** della vite viene praticata un'incisione che serve per applicare, mediante il cacciavite, l'azione torcente che fa penetrare la vite.

Sul **corpo**, invece, è inciso il **filetto** (il piano inclinato avvolto a spirale). La distanza tra due filetti consecutivi costituisce il **passo** della vite, che determina di quanto essa penetra ad ogni giro di cacciavite,



LA VITE

Descrizione

La particolare conformazione geometrica, rende la vite una macchina vantaggiosa: essa, infatti, consente di vincere la forza resistente dell'oggetto da penetrare, applicando una forza motrice più piccola!

Le viti sono spesso impiegate come organi di collegamento! Tuttavia, possono essere utilizzate anche come organi di manovra o di registrazione (pensate, ad esempio, alla vite micrometrica del vostro balaustone).

L'eventuale accoppiamento vite-madrevite è paragonabile a quello di due piani inclinati che scorrono l'uno sull'altro determinando una notevole forza di serraggio!



VITE: si ottiene ricavando su un pezzo cilindrico (o conico) un rilievo a elica (detto "filetto").

MADREVITA: si ottiene ricavando in una cavità cilindrica un solco elicoidale con lo stesso profilo della vite.

Fine lezione