

# ONLINE - Volume 1

## Esercizi

### Indice

<b>L'equilibrio del punto materiale</b> . . . . .	3
Esercizio 1 . . . . .	3
Esercizio 2 . . . . .	3
Esercizio 3 . . . . .	3
Esercizio 4 . . . . .	4
Esercizio 5 . . . . .	5
<b>L'equilibrio dei corpi estesi</b> . . . . .	5
Esercizio 1 . . . . .	6
Esercizio 2 . . . . .	6
Esercizio 3 . . . . .	7
Esercizio 4 . . . . .	7
<b>La statica dei corpi rigidi</b> . . . . .	8
Esercizio 1 . . . . .	8
Esercizio 2 . . . . .	9
Esercizio 3 . . . . .	10
Esercizio 4 . . . . .	10
Esercizio 5 . . . . .	11
Esercizio 6 . . . . .	12
<b>Analisi Strutturale</b> . . . . .	13
Esercizio 1 . . . . .	13
Esercizio 2 . . . . .	13
Esercizio 3 . . . . .	14
Esercizio 4 . . . . .	15
Esercizio 5 . . . . .	15
Esercizio 6 . . . . .	16
Esercizio 7 . . . . .	17
Esercizio 8 . . . . .	18
Esercizio 9 . . . . .	19

Esercizio 10 . . . . .	19
Esercizio 11 . . . . .	20
Esercizio 12 . . . . .	21
<b>Proprietà geometriche delle aree . . . . .</b>	<b>21</b>
Esercizio 1 . . . . .	22
Esercizio 2 . . . . .	22
Esercizio 3 . . . . .	22
Esercizio 4 . . . . .	23
Esercizio 5 . . . . .	23
<b>Principali risultati . . . . .</b>	<b>24</b>
L'equilibrio del punto materiale . . . . .	25
L'equilibrio dei corpi estesi . . . . .	27
La statica dei corpi rigidi . . . . .	28
Analisi strutturale . . . . .	33
Proprietà geometriche delle aree . . . . .	41

## L'equilibrio del punto materiale

### Esercizio 1

Una lampada di massa  $m$  è appesa al soffitto da due funi inestensibili di lunghezza  $L_1$  e  $L_2$ . Calcolare la tensione nelle funi nella configurazione di equilibrio.

$$m = 6 \text{ kg} \quad L_1 = 1500 \text{ mm} \quad L_2 = 1000 \text{ mm} \quad L_3 = 2000 \text{ mm}$$

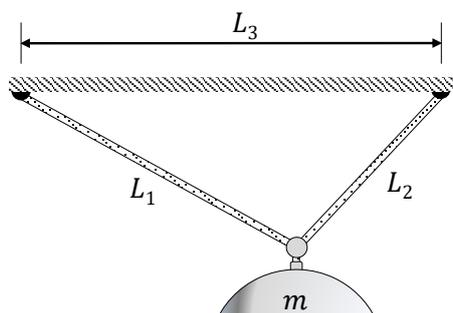


Figura 1

### Esercizio 2

Le due aste sostengono la puleggia di rinvio e sono assemblate in modo da esprimere azione lungo il proprio asse. Sulla puleggia di rinvio si avvolge la fune inestensibile e di massa trascurabile che sostiene l'oggetto di massa  $m$ .

$$m = 60 \text{ kg} \quad \alpha = 70^\circ \quad \beta = 40^\circ \quad \gamma = 30^\circ$$

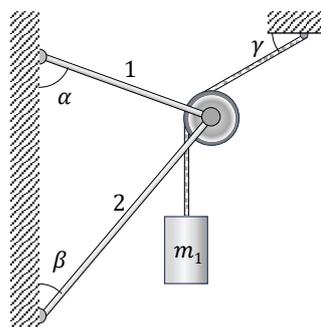


Figura 2

1. Calcolare le azioni nelle aste nella configurazione rappresentata in figura;
2. determinare per quale inclinazione della barra 1 la barra 2 risulta scarica.

**Esercizio 3**

Una massa  $m$  è appesa a una carrucola che può scorrere su una fune inestensibile di lunghezza  $L$  fino a raggiungere la configurazione di equilibrio.

La fune è vincolata a un'estremità nel punto fisso  $A$  e all'altra estremità nel punto  $B$  solidale a una piattaforma che può variare la propria altezza.

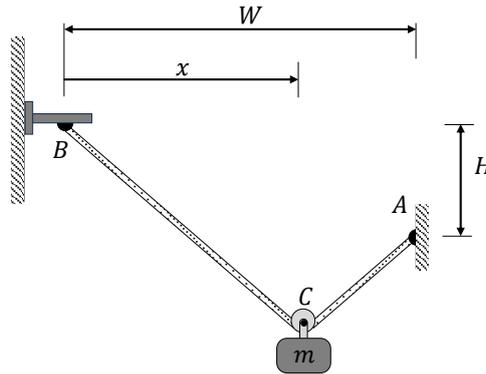


Figura 3

$$m = 25 \text{ kg} \quad L = 6000 \text{ mm} \quad W = 4530 \text{ mm} \quad H = 1454 \text{ mm}$$

1. Determinare la posizione  $x$  raggiunta, in funzione dell'altezza  $H$ ;
2. calcolare la tensione nella fune per la configurazione geometrica rappresentata in figura.

**Esercizio 4**

La massa  $m_3$  è mantenuta in equilibrio dalla tensione nelle due funi a essa agganciate. Le funi si avvolgono intorno a pulegge di rinvio e sono poste in tensione dalle masse  $m_1$  e  $m_2$ .

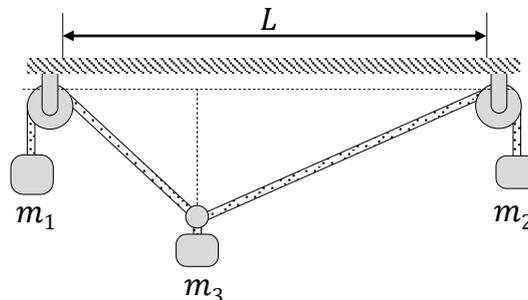


Figura 4

$$m_1 = 25 \text{ kg} \quad m_2 = 20 \text{ kg} \quad m_3 = 35 \text{ kg} \quad L = 2000 \text{ mm}$$

Determinare la lunghezza e l'inclinazione dei due rami all'equilibrio.

### Esercizio 5

Il tripode rappresentato in figura fa da supporto per il sollevamento dell'oggetto di massa  $m_1$ , collegato a una fune inestensibile. Nel punto  $D$  è presente una carrucola che indirizza la fune verso il tamburo del verricello usato per la movimentazione.

Il tripode è assemblato e vincolato al suolo in modo da garantire che la forza trasmessa da ognuna delle gambe sia diretta lungo l'asse della gamba stessa. 1.5cm

$$m_1 = 50 \text{ kg} \quad L = 2000 \text{ mm} \quad H = 1000 \text{ mm}$$

Determinare le forze trasmesse dalle tre gambe per garantire l'equilibrio.

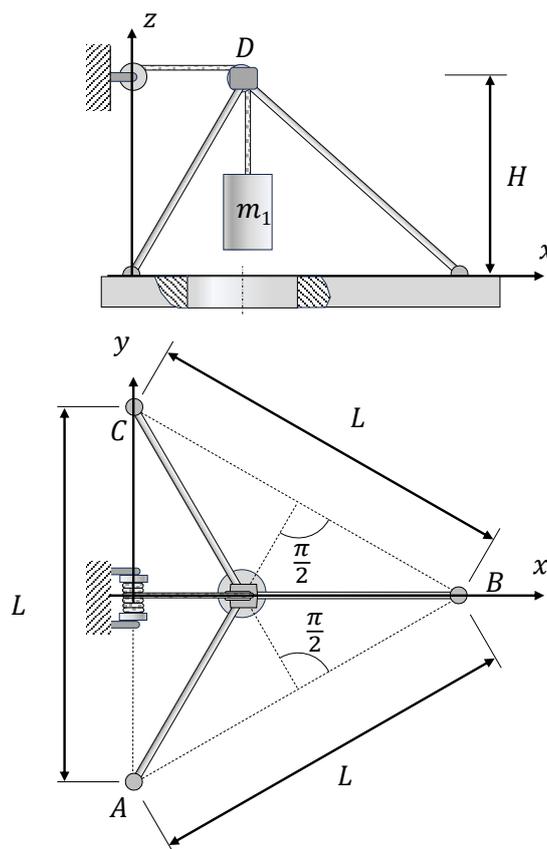


Figura 5

## L'equilibrio dei corpi estesi

### Esercizio 1

L'elemento strutturale è caricato dalle forze rappresentate in figura.

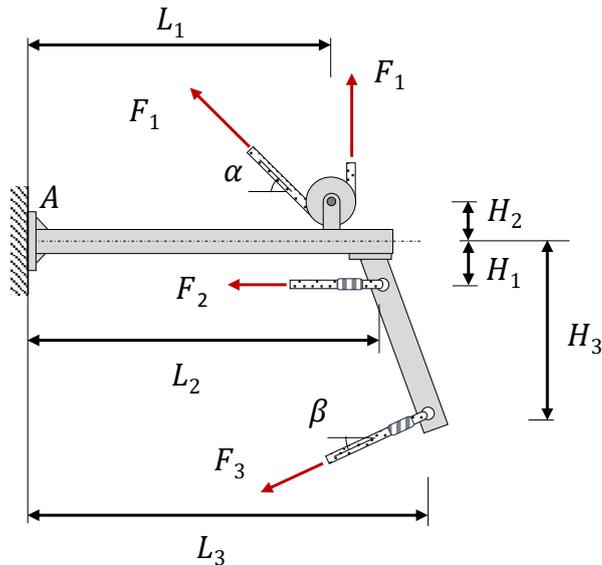


Figura 6

$L_1 = 3000 \text{ mm}$	$L_2 = 3500 \text{ mm}$	$L_3 = 4000 \text{ mm}$
$H_1 = 450 \text{ mm}$	$H_2 = 375 \text{ mm}$	$H_3 = 1750 \text{ mm}$
$\alpha = 45^\circ$	$\beta = 25^\circ$	
$F_1 = 8000 \text{ N}$	$F_2 = 6000 \text{ N}$	$F_3 = 5000 \text{ N}$

1. Sostituire il sistema di forze con una forza risultante;
2. individuare a quale distanza, misurata da A, la retta d'azione interseca l'asse orizzontale della trave;
3. ridurre il sistema anche a una forza e una coppia in A;

### Esercizio 2

Una piastra omogenea di spessore costante è supportata da due cerniere allineate e da un cavo ancorati al muro. Calcolare la forza nel cavo in modo che il momento intorno all'asse definito dalle due cerniere equilibri il momento rispetto all'asse dovuto dal peso della piastra.

$W = 400 \text{ mm}$	$L = 600 \text{ mm}$	$H = 260 \text{ mm}$	$s = 30 \text{ mm}$
$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$			

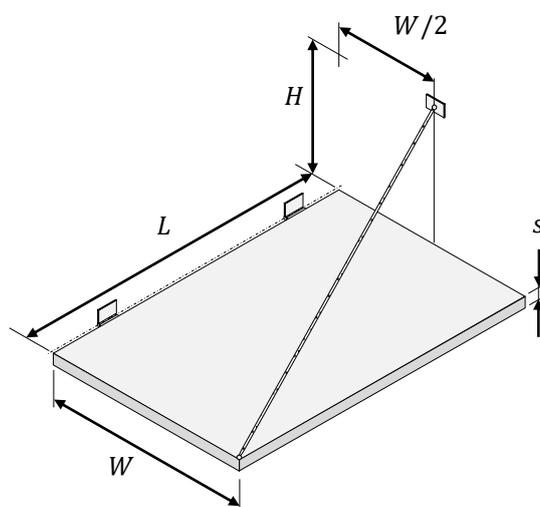


Figura 7

**Esercizio 3**

In figura è rappresentato lo schema di una prova di usura 'block on disc'. Il disco esercita sul blocco la pressione  $p$  e l'azione d'attrito  $\mu \cdot p$ , su un arco di ampiezza angolare  $\alpha$ . Lo spessore del disco è pari a  $s$ .

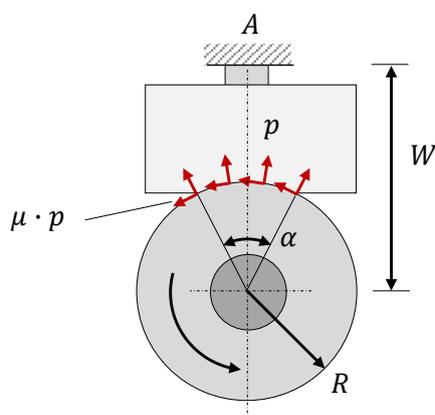


Figura 8

$$\begin{array}{lll}
 W = 80 \text{ mm} & R = 35 \text{ mm} & s = 10 \text{ mm} \\
 p = 10 \text{ MPa} & \mu = 0.5 & \alpha = 45^\circ
 \end{array}$$

Calcolare la forza e il momento da applicare in A per garantire l'equilibrio del blocco.

**Esercizio 4**

Una piastra di pianta rettangolare e spessore non uniforme è mantenuta in equilibrio da quattro funi verticali. Sulla base dei dati di forza misurati per le quattro funi, si vuole determinare la posizione della retta d'azione della forza peso risultante della piastra.

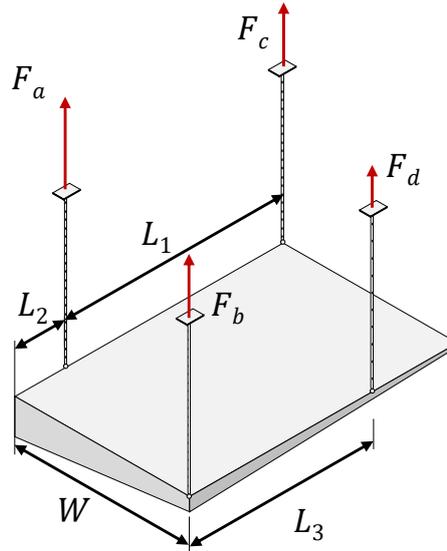


Figura 9

$$\begin{array}{llll} W = 240 \text{ mm} & L_1 = 320 \text{ mm} & L_2 = 80 \text{ mm} & L_3 = 250 \text{ mm} \\ F_a = 1400 \text{ N} & F_b = 600 \text{ N} & F_c = 750 \text{ N} & F_d = 400 \text{ N} \end{array}$$

**La statica dei corpi rigidi****Esercizio 1**

La struttura riportata in figura è costituita da una colonna verticale vincolata a terra mediante incastro, sulla quale sono montate con vincolo cerniera una trave orizzontale e un tirante. La trave, sostenuta dal tirante, funge da supporto a due pulegge di rinvio di una fune, che si avvolge sul tamburo di un argano e solleva un peso rappresentato dalla forza  $F$ .

$$\begin{array}{llll} H_1 = 2000 \text{ mm} & H_2 = 2400 \text{ mm} & L_1 = 2500 \text{ mm} & L_2 = 2800 \text{ mm} \\ R = 200 \text{ mm} & L_3 = 120 \text{ mm} & \alpha = 60^\circ & F = 12500 \text{ N} \end{array}$$

1. Determinare le reazioni vincolari all'incastro;
2. calcolare le azioni scambiate ai vincoli interni della struttura.

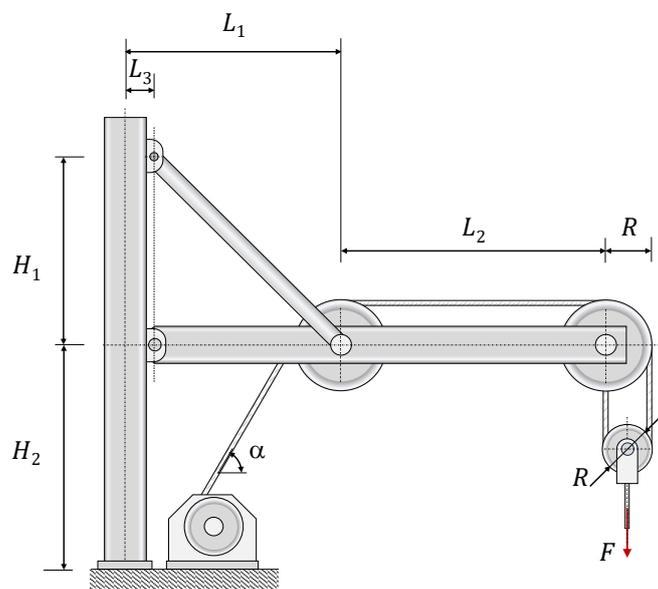


Figura 10

**Esercizio 2**

La struttura tendifune con blocco ad arpionismo riportata in figura è costituita da una elemento tubolare montato su due cuscinetti B e C che fungono rispettivamente da carrello e cerniera. L'arpionismo esercita una forza lungo la retta d'azione indicata. Lo sblocco dell'arpionismo avviene agendo con una leva infilata in uno dei fori.

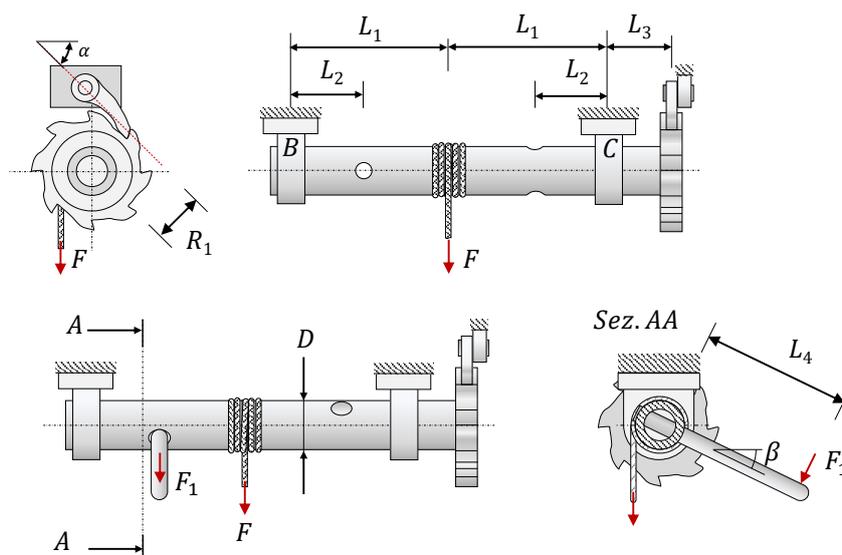


Figura 11

$$\begin{aligned}
 L_1 &= 120 \text{ mm} & L_2 &= 60 \text{ mm} & L_3 &= 60 \text{ mm} & L_4 &= 150 \text{ mm} \\
 D &= 50 \text{ mm} & R_1 &= 100 \text{ mm} & F &= 8000 \text{ N} \\
 \alpha &= 45^\circ & \beta &= 30^\circ
 \end{aligned}$$

1. Riportare il diagramma di corpo libero con l'arpionismo innescato e calcolare le relative reazioni vincolari;
2. descrivere il modello di analisi e calcolare le reazioni vincolari in condizioni di sblocco, considerando, per garantire equilibrio, la forza applicata ortogonale alla leva infilata in uno dei fori (come da schizzo indicato).

### Esercizio 3

Il piano ribaltabile riportato in figura, su cui grava un carico distribuito  $q$ , è vincolato alla struttura di movimentazione da un appoggio senza attrito nel punto  $B$  e da una cerniera  $C$ . La struttura consiste di tre spezzoni di trave rigidamente connessi ed è vincolata a terra dal collegamento con il perno  $D$  e dal martinetto  $E$ . Gli attacchi del martinetto sono cerniere sferiche.

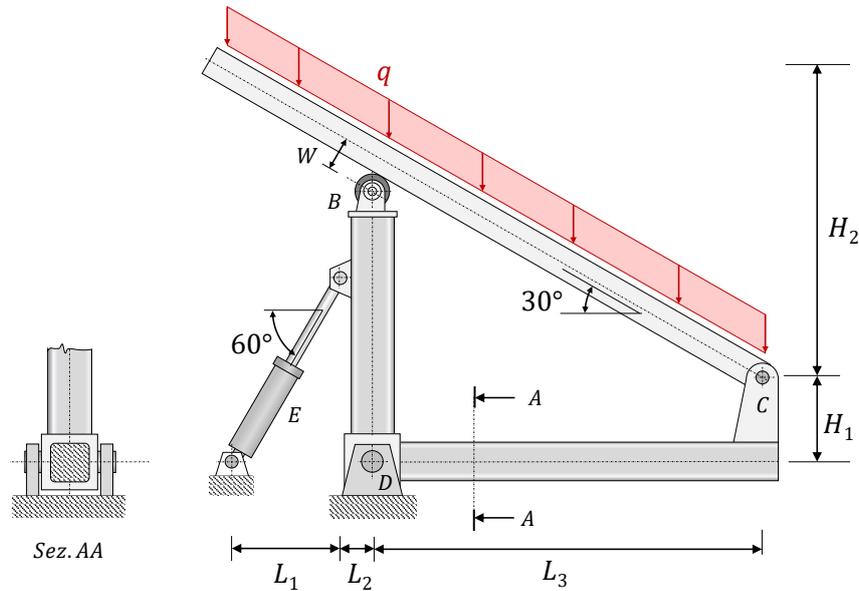


Figura 12

$$\begin{aligned}
 q &= 12 \text{ N/mm} & H_1 &= 700 \text{ mm} & H_2 &= 2800 \text{ mm} & W &= 250 \text{ mm} \\
 L_1 &= 900 \text{ mm} & L_2 &= 140 \text{ mm} & L_3 &= 3400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

1. Determinare le reazioni vincolari;
2. calcolare le azioni scambiate ai vincoli interni della struttura.

**Esercizio 4**

In figura è rappresentata schematicamente una struttura per il sollevamento di una piattaforma, la quale grava sulla trave orizzontale con un carico distribuito, variabile linearmente. La struttura è guidata da due rulli che permettono lo scorrimento verticale rispetto al telaio. Lo spostamento è attuato da un martinetto verticale. Le travi sono incernierate. L'asta è incernierata alle due travi.

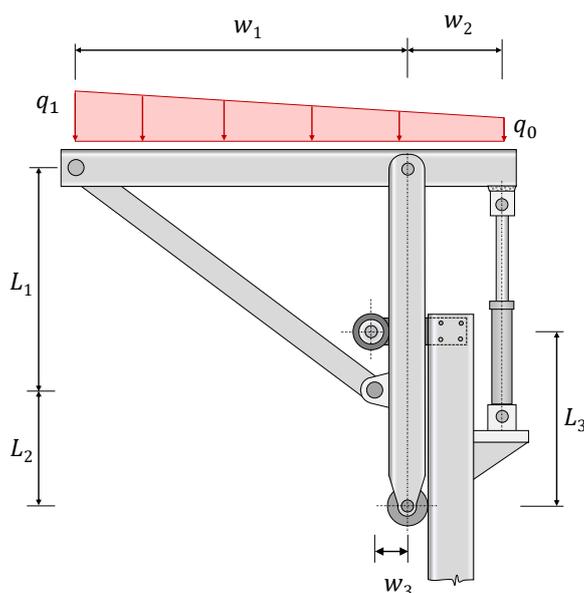


Figura 13

$$\begin{array}{lll}
 q_0 = 6 \text{ N/mm} & q_1 = 10 \text{ N/mm} & \\
 w_1 = 2600 \text{ mm} & w_2 = 1000 \text{ mm} & w_3 = 200 \text{ mm} \\
 L_1 = 1800 \text{ mm} & L_2 = 900 \text{ mm} & L_3 = 1404 \text{ mm}
 \end{array}$$

1. Determinare le reazioni vincolari;
2. calcolare le azioni scambiate ai vincoli interni della struttura.

**Esercizio 5**

La pinza, rappresentata schematicamente in figura, è attivata dalle forze  $F$  applicate alle maniglie. I vincoli interni  $A, B, C, D$  sono cerniere. L'azione di serraggio sul pezzo è allineata con l'asse della vite.

$$\begin{array}{lll}
 F = 150 \text{ N} & L_1 = 25 \text{ mm} & L_2 = 30 \text{ mm} \\
 w_1 = 90 \text{ mm} & w_2 = 54 \text{ mm} & w_3 = 110 \text{ mm} \\
 w_5 = 103 \text{ mm} & w_4 = 28 \text{ mm} &
 \end{array}$$

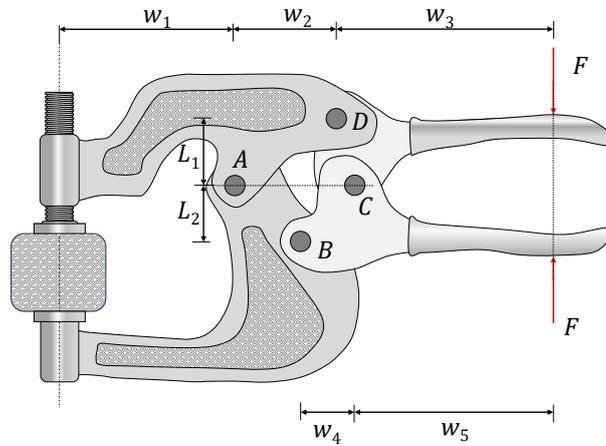


Figura 14

1. Determinare la forza di serraggio applicata dai due piatti al pezzo;
2. rappresentare il diagramma di corpo libero dei singoli elementi;
3. calcolare le azioni scambiate ai vincoli interni.

### Esercizio 6

Il telaio rappresentato in figura, è costituito da due travi collegate mutuamente e a terra da vincoli di tipo cerniera. Il tratto orizzontale della trave è gravato da un carico distribuito  $q_0$ . Alla struttura è vincolata una fune che tramite la puleggia di rinvio sostiene il carico verticale  $F$ .

$$\begin{array}{llll}
 F = 15000 \text{ N} & q_0 = 8 \text{ N/mm} & \alpha = 30^\circ & L_1 = 3000 \text{ mm} \\
 L_2 = 200 \text{ mm} & L_3 = 800 \text{ mm} & w_1 = 3600 \text{ mm} & w_2 = 1200 \text{ mm}
 \end{array}$$

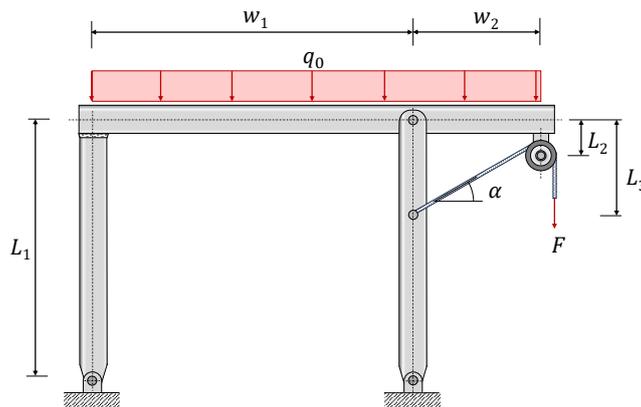


Figura 15

1. Determinare le reazioni vincolari;
2. calcolare le azioni scambiate ai vincoli interni della struttura.

## Analisi strutturale

### Esercizio 1

Si consideri la struttura isostatica rappresentata in figura, caricata dall'azione esterna  $F$  e vincolata a telaio da una cerniera in  $A$  e da un appoggio su ruota all'altra estremità.

$$F = 25000 \text{ N}$$

$$w_1 = 2000 \text{ mm}$$

$$w_2 = 1400 \text{ mm}$$

$$L_1 = 1500 \text{ mm}$$

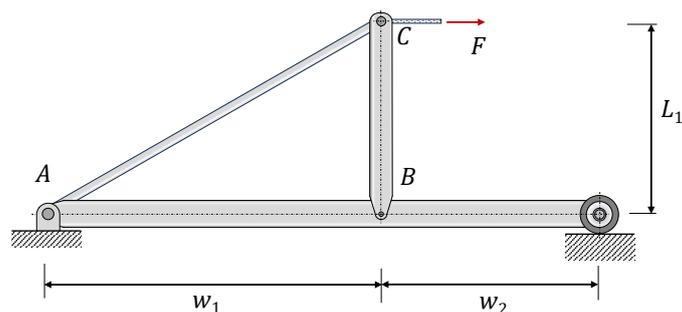


Figura 16

1. Determinare le reazioni vincolari;
2. calcolare le azioni interne e rappresentare relativi diagrammi sulla struttura, specificando la convenzione adottata.

### Esercizio 2

Sulla trave orizzontale vincolata a terra da cerniera e appoggio è saldato un tratto verticale di trave alla cui estremità è agganciata una fune, la quale, tramite una puleggia di rinvio è tesa dal carico verticale  $F$ .

$$F = 10000 \text{ N}$$

$$w_1 = 1800 \text{ mm}$$

$$w_2 = 2000 \text{ mm}$$

$$L_1 = 1400 \text{ mm}$$

$$R = 120 \text{ mm}$$

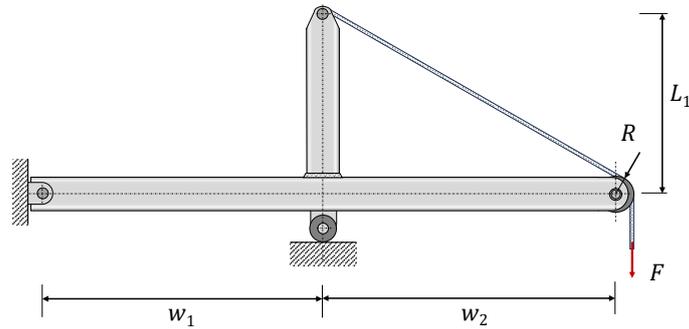


Figura 17

1. Determinare le reazioni vincolari;
2. calcolare le azioni interne e rappresentare relativi diagrammi sulla struttura, specificando la convenzione adottata.

### Esercizio 3

La struttura è costituita da un profilato tubolare cavo e una fune in acciaio, vincolate tra loro e all'albero rotante mediante cerniere. All'estremità del profilato è collegato con una fune di lunghezza  $L$ , un oggetto di massa  $m$ . La configurazione in condizioni stazionarie di rotazione è rappresentata in figura.

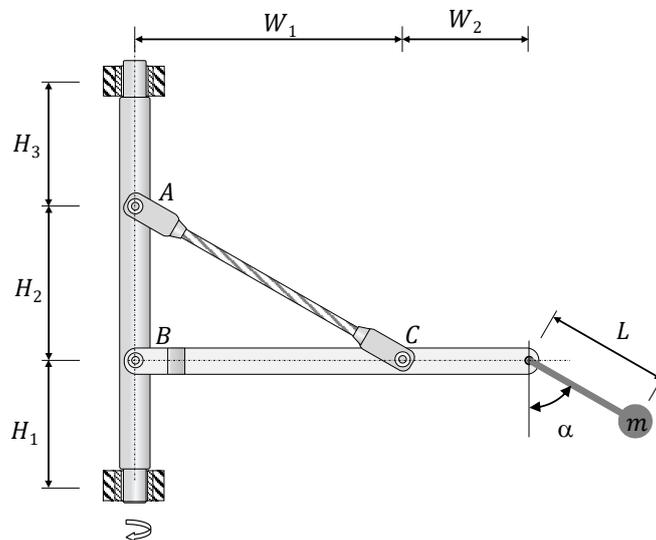


Figura 18

$$\begin{array}{lll}
 m = 200 \text{ kg} & \alpha = 60^\circ & \\
 W_1 = 800 \text{ mm} & W_2 = 400 \text{ mm} & L = 500 \text{ mm} \\
 H_1 = 360 \text{ mm} & H_2 = 420 \text{ mm} & H_3 = 360 \text{ mm}
 \end{array}$$

Trascurando la massa del profilato e della fune si richiede di determinare:

1. la velocità di rotazione;
2. le reazioni vincolari;
3. le azioni interne e i relativi diagrammi, specificando la convenzione adottata.

#### Esercizio 4

La struttura reticolare funge da supporto a una puleggia di rinvio di una fune soggetta alla tensione  $T$ . La struttura è vincolata a terra da una cerniera e un carrello.

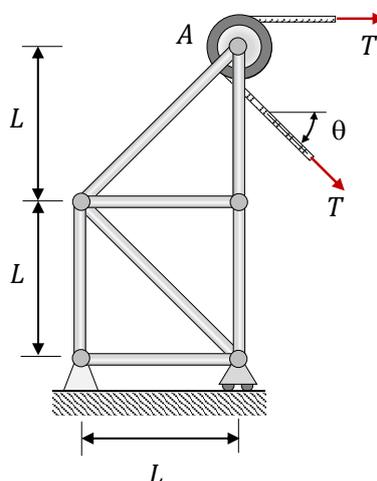


Figura 19

$$T = 5000 \text{ N} \quad \theta = 45^\circ \quad L = 1500 \text{ mm}$$

1. Determinare le reazioni vincolari e le azioni nelle aste;
2. rappresentare sulla struttura le azioni interne con opportuno diagramma quotato.

#### Esercizio 5

La struttura reticolare rappresentata in figura funge da supporto a una copertura che trasferisce ai nodi le forze indicate. I vincoli a terra sono cerniere.

$$\begin{aligned} F_1 = F_4 = 6000 \text{ N} & \quad F_2 = F_3 = 12000 \text{ N} \\ L_1 = 1200 \text{ mm} & \quad H_1 = 1000 \text{ mm} \quad H_2 = 2000 \text{ mm} \end{aligned}$$

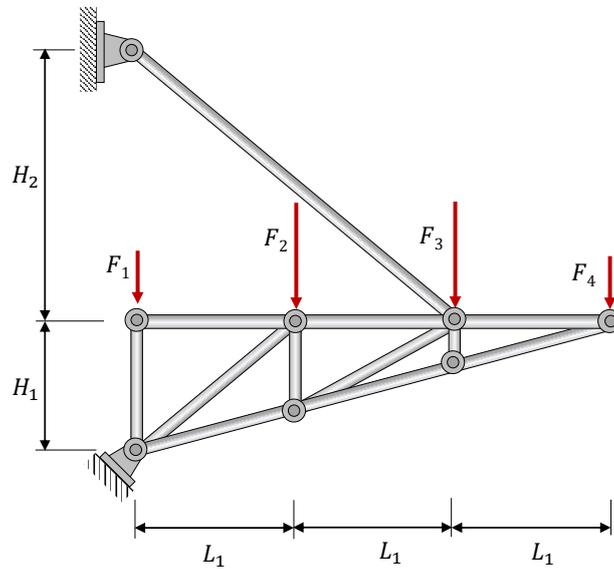


Figura 20

1. Determinare le reazioni vincolari e le azioni nelle aste;
2. rappresentare sulla struttura le azioni interne con opportuno diagramma quotato.

### Esercizio 6

La struttura in figura rappresenta una gru a bandiera. L'albero verticale è vincolato da un cuscinetto radiale e un cuscinetto reggispira ed è libero di ruotare intorno al proprio asse. Sull'albero è agganciata la struttura reticolare e il supporto per il verricello sul cui tamburo si avvolge la fune nella fase di sollevamento dell'oggetto di massa  $m$ . Nella fase di transitorio l'accelerazione impressa alla massa è pari ad  $a$ .

$$\begin{array}{lll}
 m = 200kg & a = 1 \text{ m/s}^2 & \\
 \alpha = 60^\circ & \beta = 30^\circ & \theta = 45^\circ \\
 W_1 = 3000 \text{ mm} & W_2 = 320 \text{ mm} & W_3 = 1100 \text{ mm} \\
 W_4 = 260 \text{ mm} & H_1 = 300 \text{ mm} & R = 160 \text{ mm}
 \end{array}$$

1. Calcolare le reazioni vincolari;
2. determinare le azioni interne e riportare sulla struttura i relativi diagrammi quotati.

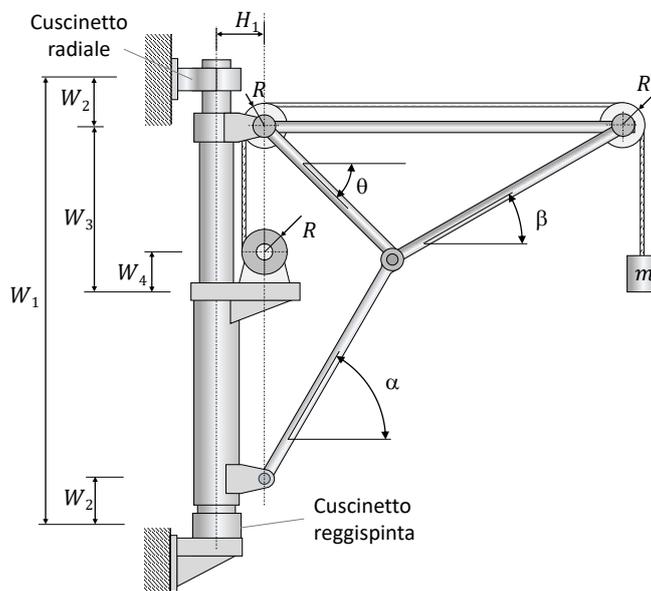


Figura 21

**Esercizio 7**

L'albero in figura è vincolato da due cuscinetti nella configurazione carrello-cerniera. Esso porta calettato una ruota dentata a denti elicoidali e una ruota per cinghia sincrona. L'albero riceve il moto dalla trasmissione a ingranaggi e lo cede attraverso la trasmissione a cinghia.

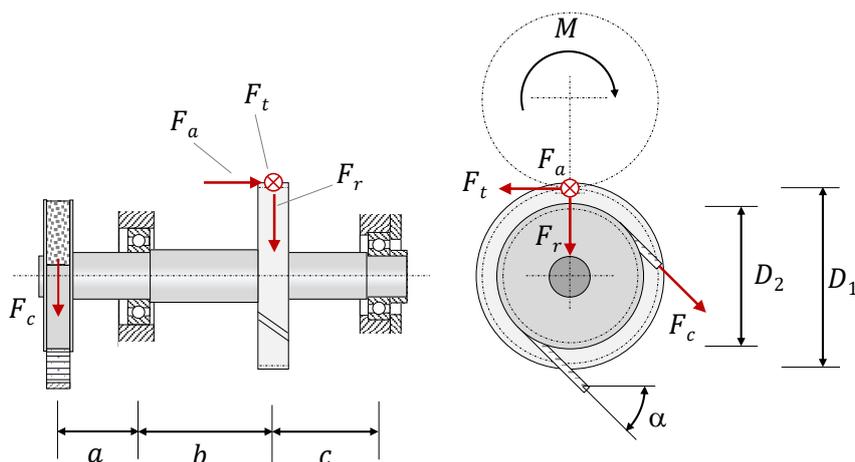


Figura 22

1. Calcolare le reazioni vincolari;
2. determinare le azioni interne e riportare i relativi diagrammi quotati.

$$\begin{array}{lll}
 M = 1500 \text{ Nm} & F_r = 0.38 \cdot F_t & F_a = 0.27 \cdot F_t \\
 a = 100 \text{ mm} & b = 200 \text{ mm} & c = 150 \text{ mm} \\
 D_1 = 250 \text{ mm} & D_2 = 225 \text{ mm} & \alpha = 45^\circ
 \end{array}$$

### Esercizio 8

Sull'albero rappresentato in figura è calettato rigidamente un braccio su cui è montata una pala utilizzata per mescolare un fluido. L'azione del fluido sulla pala è schematizzabile in prima approssimazione come un'azione di linea  $q$  applicata alla distanza  $R_1$  dall'asse. L'albero è comandato da una trasmissione a ruote coniche a denti diritti. L'azione alla ruota conica è definita dalle componenti  $F_t$  tangenziale,  $F_a$  assiale e  $F_r$  radiale. L'albero è vincolato da due cuscinetti nella configurazione carrello-cerniera.

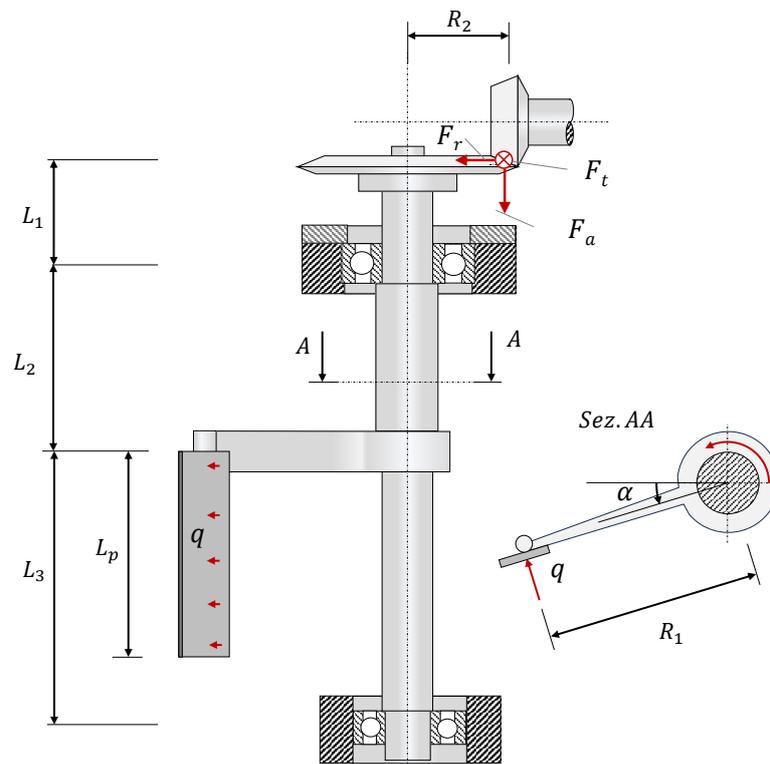


Figura 23

$$\begin{array}{lll}
 q = 10 \text{ N/mm} & F_a = 0.34 \cdot F_t & F_r = 0.14 \cdot F_t \\
 R_1 = 480 \text{ mm} & R_2 = 280 \text{ mm} & L_p = 500 \text{ mm} \\
 L_1 = 240 \text{ mm} & L_2 = 360 \text{ mm} & L_3 = 580 \text{ mm}
 \end{array}$$

1. Esprimere le reazioni vincolari in funzione della posizione angolare  $\alpha$ ; e per  $\alpha = 45^\circ$ ;
2. calcolare le reazioni vincolari;
3. determinare le azioni interne e riportare i relativi diagrammi quotati.

### Esercizio 9

La trave orizzontale vincolata a telaio da una cerniera e da un puntone è caricata dal carico di linea costante  $q$ .

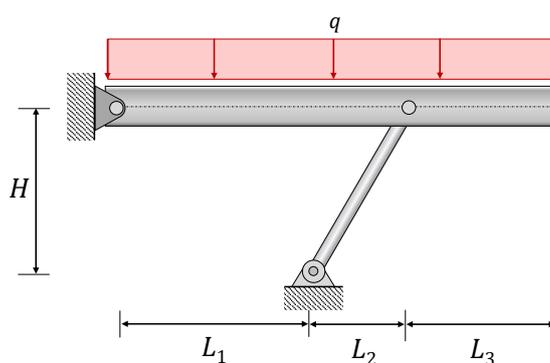


Figura 24

$$\begin{aligned}
 q &= 20 \text{ N/mm} & H &= 2400 \text{ mm} \\
 L_1 &= 2500 \text{ mm} & L_2 &= 1000 \text{ mm} & L_3 &= 1800 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

1. Calcolare le reazioni vincolari;
2. determinare le azioni interne e riportare i relativi diagrammi quotati.

### Esercizio 10

Le due travi rappresentate in figura sono collegate rigidamente da una giunzione saldata. La trave orizzontale è gravata da un carico di linea  $q$ . Alla struttura è applicato un contrappeso sostenuto da una struttura reticolare.

$$\begin{aligned}
 q &= 6 \text{ N/mm} & m &= 2000 \text{ kg} & W_1 &= 100 \text{ mm} \\
 H_1 &= 1200 \cdot \sqrt{3} \text{ mm} & H_2 &= 400 \cdot \sqrt{3} \text{ mm} & R &= 200 \text{ mm} \\
 L_1 &= 3000 \text{ mm} & L_2 &= 900 \text{ mm} & L_3 &= 1200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

1. Calcolare le reazioni vincolari;
2. determinare le azioni interne e riportare i relativi diagrammi quotati.

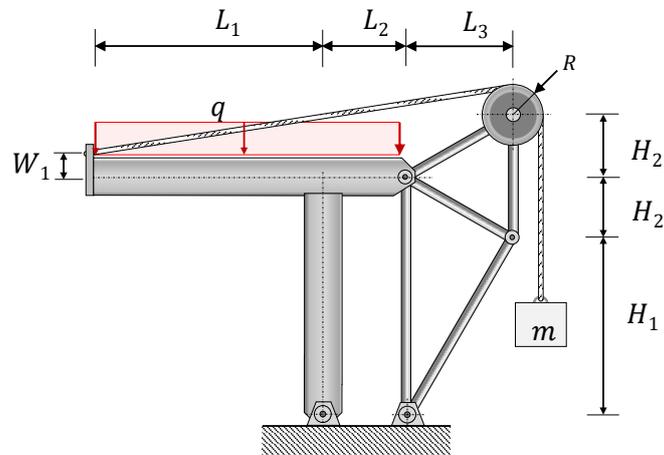


Figura 25

**Esercizio 11**

Per realizzare l'immersione di elementi in acciaio in una vasca di Zn fuso viene utilizzata la struttura disegnata in figura. Il telaio è ottenuto saldando due spezzoni dello stesso profilato ed è vincolato al carrello con un collegamento bullonato assimilabile a incastro. I due bracci sostengono due pulegge che permettono il rinvio della fune comandata dall'argano a sua volta montato sul carrello. Il carrello si muove su binari e garantisce lo spostamento orizzontale tra la vasca di immersione e la postazione di carico-scarico.

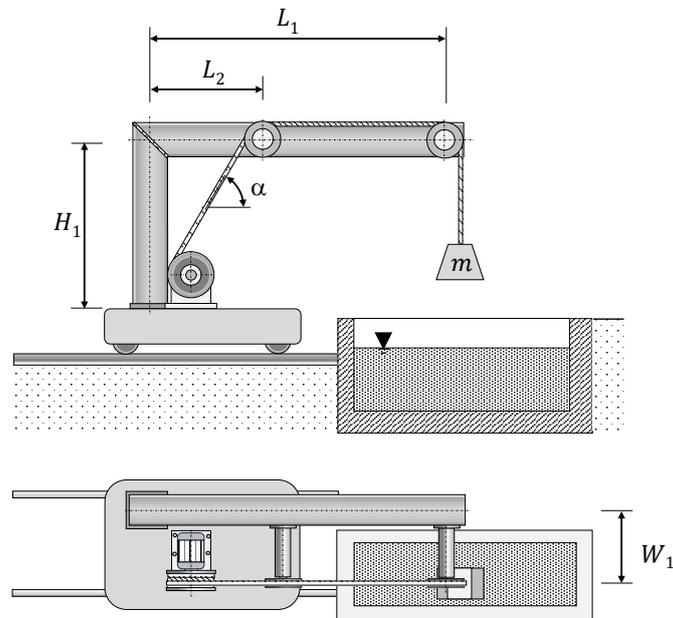


Figura 26

$$\begin{array}{lll}
 m = 200 \text{ kg} & \alpha = 60^\circ & W_1 = 700 \text{ mm} \\
 L_1 = 2500 \text{ mm} & L_2 = 1000 \text{ mm} & H_1 = 1500 \text{ mm}
 \end{array}$$

1. Calcolare le reazioni vincolari;
2. determinare le azioni interne e riportare i relativi diagrammi quotati.

### Esercizio 12

La struttura rappresentata in figura è ottenuta saldando tre spezzoni di tubo disposti mutuamente ortogonali. Il vincolo a terra  $A$  è schematizzabile come cerniera sferica, i vincoli a parete sono il tirante  $EB$  assimilabile a biella e il cuscinetto  $D$  che permette i gradi di libertà di rotazione e lo scorrimento in direzione dell'asse  $CD$ .

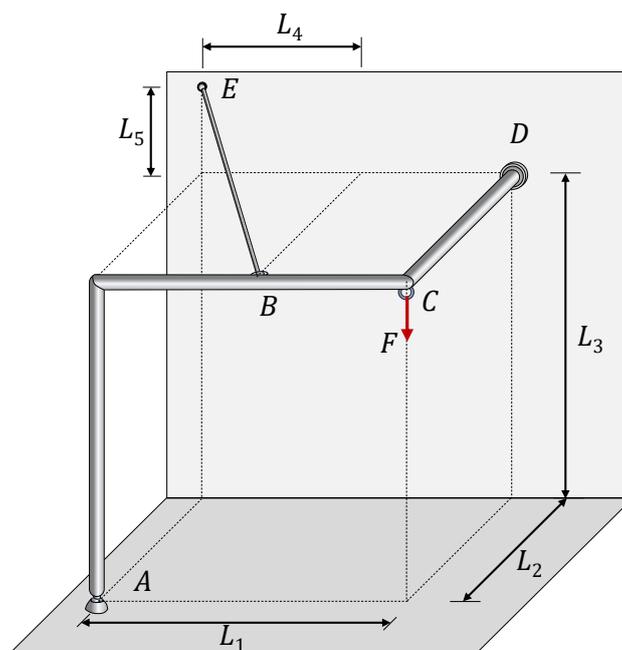


Figura 27

$$\begin{array}{lll}
 F = 5000 \text{ N} & L_1 = 1500 \text{ mm} & L_2 = 1200 \text{ mm} \\
 L_3 = 1700 \text{ mm} & L_4 = 750 \text{ mm} & L_5 = 425 \text{ mm}
 \end{array}$$

1. Calcolare le reazioni vincolari;
2. determinare le azioni interne e riportare i relativi diagrammi quotati.

## Proprietà geometriche delle aree

Determinare la posizione del baricentro e i momenti principali d'inerzia per le seguenti sezioni:

### Esercizio 1

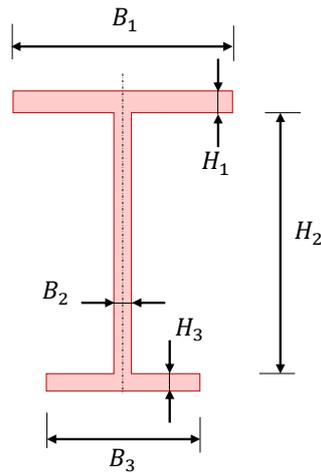


Figura 28

$$\begin{array}{llll}
 B_1 = 100 \text{ mm} & H_1 = 10 \text{ mm} & B_2 = 8 \text{ mm} & H_2 = 120 \text{ mm} \\
 B_3 = 70 \text{ mm} & H_3 = 8 \text{ mm} & & 
 \end{array}$$

### Esercizio 2

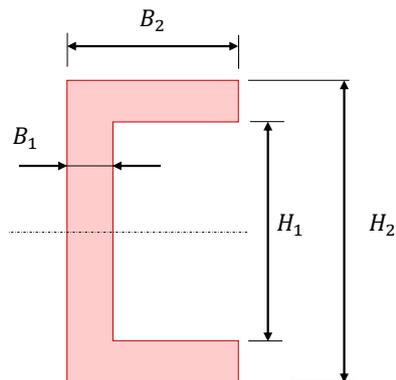


Figura 29

$$B_1 = 12 \text{ mm} \quad B_2 = 40 \text{ mm} \quad H_1 = 50 \text{ mm} \quad H_2 = 70 \text{ mm}$$

**Esercizio 3**

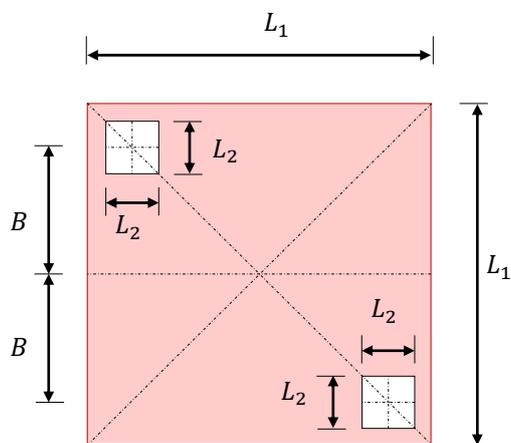


Figura 30

$$B = 52 \text{ mm} \quad L_1 = 136 \text{ mm} \quad L_2 = 21 \text{ mm}$$

**Esercizio 4**

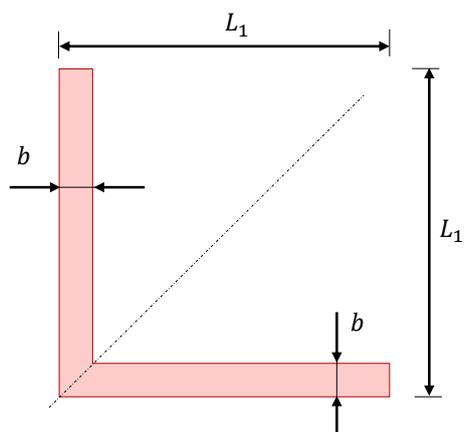


Figura 31

$$b = 15 \text{ mm} \quad L_1 = 140 \text{ mm}$$

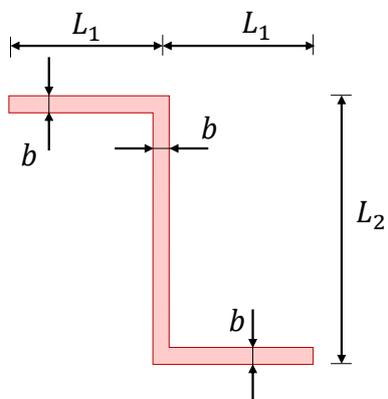
**Esercizio 5**

Figura 32

$$b = 10 \text{ mm}$$

$$L_1 = 100 \text{ mm}$$

$$L_2 = 180 \text{ mm}$$

## Principali risultati

### L'equilibrio del punto materiale

#### Esercizio 1

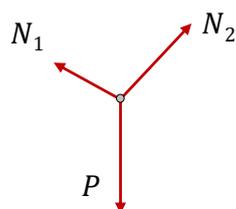


Figura 33

$$N_1 = 41.8 \text{ N} \quad N_2 = 53.2 \text{ N}$$

#### Esercizio 2

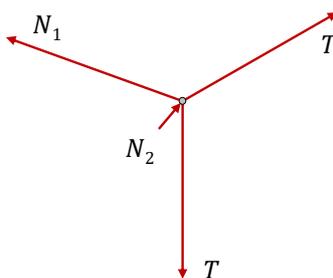


Figura 34

$$N_1 = 616.9 \text{ N} \quad N_2 = 108.8 \text{ N}$$

#### Esercizio 3

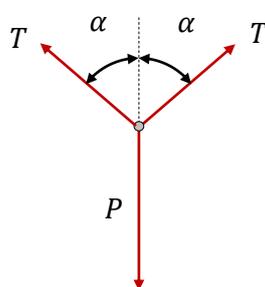


Figura 35

$$T = 187 \text{ N} \quad \alpha = 49^\circ \quad x = 3100.6 \text{ mm}$$

## Esercizio 4

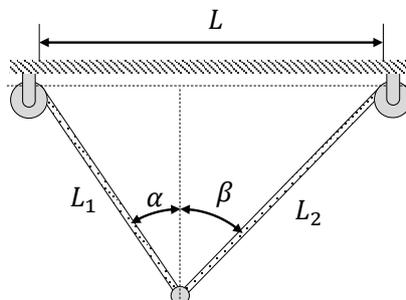


Figura 36

$$L_1 = 1458 \text{ mm} \quad L_2 = 1691.3 \text{ mm} \quad \alpha = 0.594 \text{ rad} \quad \beta = 0.775 \text{ rad}$$

## Esercizio 5

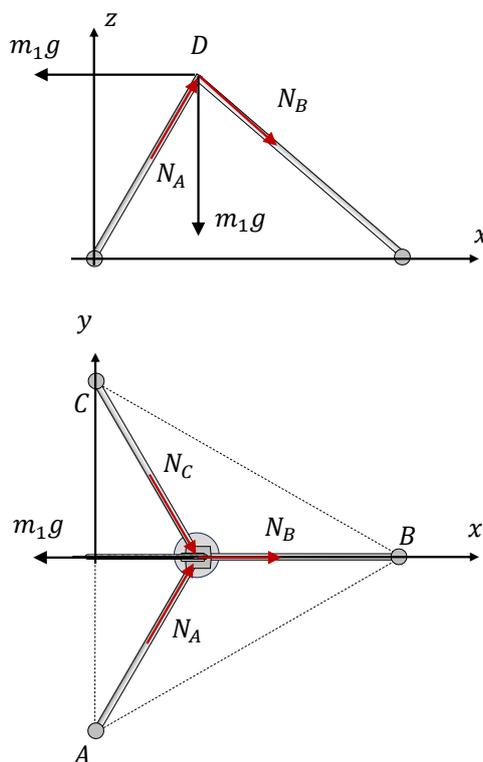


Figura 37

$$\begin{aligned} \bar{N}_A &= 176.1\hat{i} + 305.1\hat{j} + 305.1\hat{k} \quad [N] \\ \bar{N}_B &= 138.2\hat{i} + 0\hat{j} - 119.7\hat{k} \quad [N] \\ \bar{N}_C &= 176.1\hat{i} - 305.1\hat{j} + 305.1\hat{k} \quad [N] \\ N_A &= 466 \quad [N] \quad N_B = 183 \quad [N] \quad N_C = 466 \quad [N] \end{aligned}$$

**L'equilibrio dei corpi estesi**

**Esercizio 1**

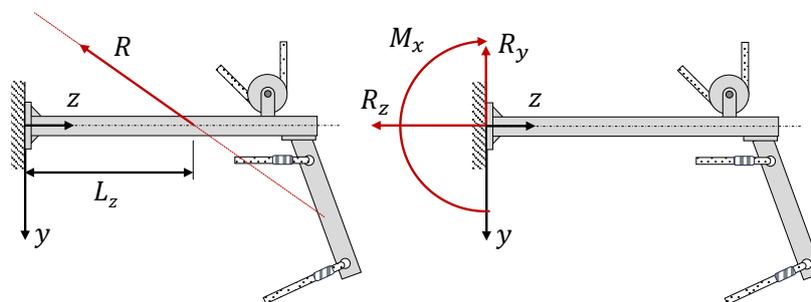


Figura 38

$$\begin{aligned} L_z &= 2079.9 \text{ mm} & R &= 19883 \text{ N} \\ R_y &= 115444 \text{ N} & R_z &= 16189 \text{ N} & M_x &= 24009 \text{ Nm} \end{aligned}$$

**Esercizio 2**

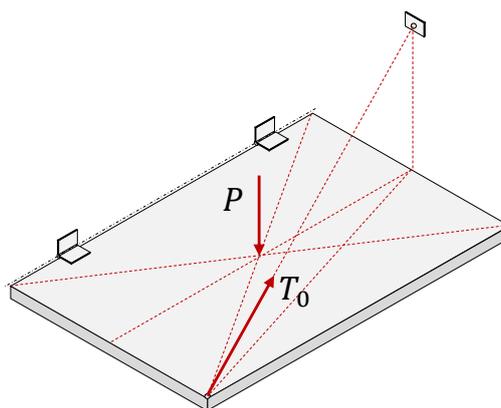


Figura 39

$$T_0 = 729 \text{ N} \quad P = 555 \text{ N}$$

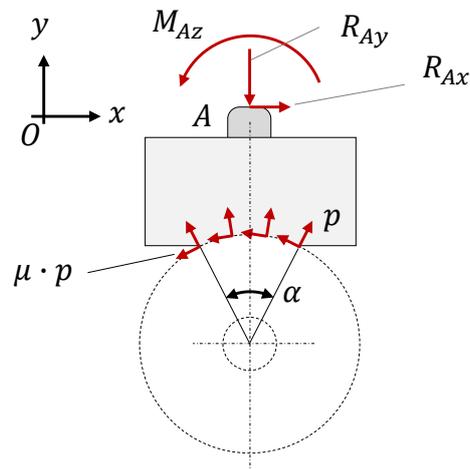
**Esercizio 3**

Figura 40

$$R_{Ax} = 1339.4 \text{ N} \quad R_{Ay} = 2678.8 \text{ N} \quad M_{Az} = 59946 \text{ Nm}$$

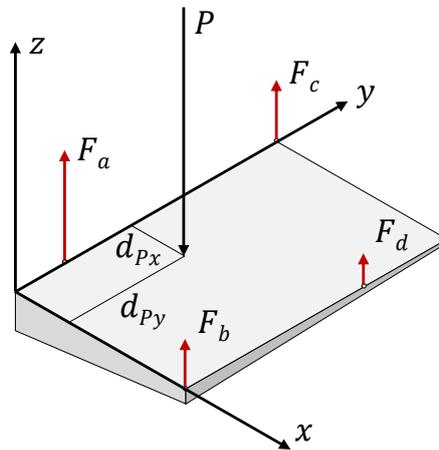
**Esercizio 4**

Figura 41

$$P = 3150 \text{ N} \quad d_{Px} = 76.2 \text{ mm} \quad d_{Py} = 162.5 \text{ mm}$$

**La statica dei corpi rigidi**

**Esercizio 1**

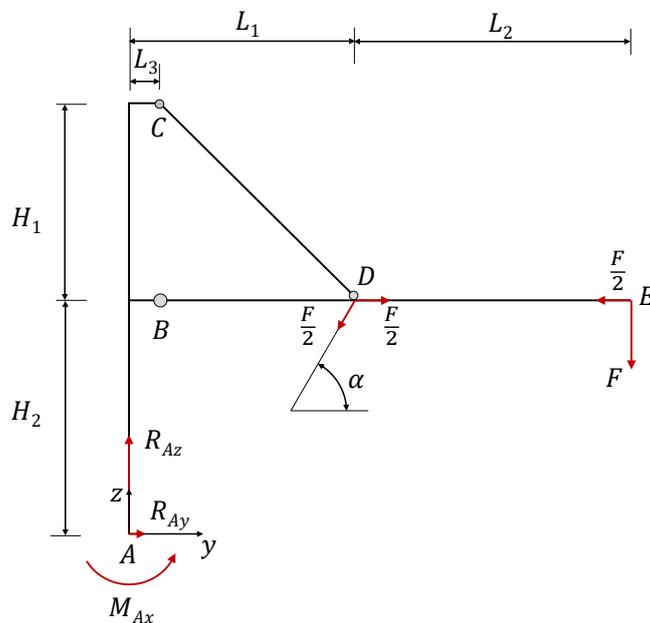


Figura 42

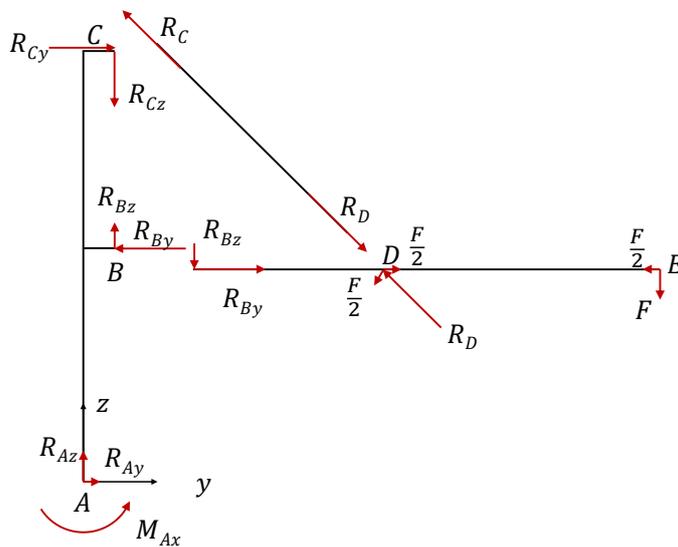


Figura 43

$$\begin{aligned}
 R_{Ay} &= 3125 \text{ N} & R_{Az} &= 17913 \text{ N} & M_{Ax} &= 72282 \text{ Nm} \\
 R_{By} &= 41941 \text{ N} & R_{Bz} &= 14706 \text{ N} & & \\
 R_{Dy} = R_{Cy} &= 38816 \text{ N} & R_{Dz} = R_{Cz} &= 32619 \text{ N} & & 
 \end{aligned}$$

## Esercizio 2

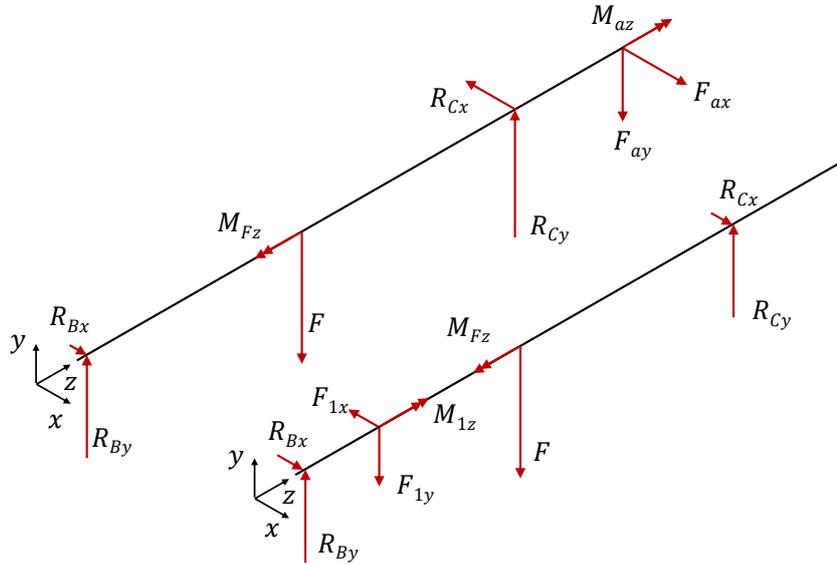


Figura 44

1 :	$F_A = 2000 \text{ N}$	$R_{Bx} = 354 \text{ N}$	$R_{By} = 3646 \text{ N}$
	$M_{Fz} = 200000 \text{ Nmm}$	$R_{Cx} = 1768 \text{ N}$	$R_{Cy} = 5768 \text{ N}$
2 :	$F_1 = 1333 \text{ N}$	$R_{Bx} = 500 \text{ N}$	$R_{By} = 4866 \text{ N}$
	$M_{Fz} = 200000 \text{ Nmm}$	$R_{Cx} = 167 \text{ N}$	$R_{Cy} = 4289 \text{ N}$

## Esercizio 3

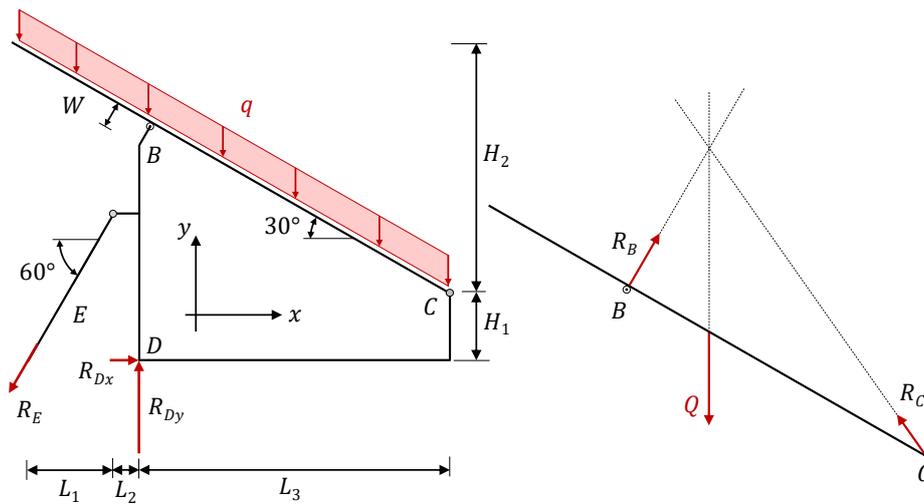


Figura 45

$$R_{Dx} = 36378 \text{ N} \quad R_{Dy} = 130208 \text{ N} \quad R_E = 72756 \text{ N}$$

$$R_B = 43090 \text{ N} \quad R_C = 36840 \text{ N} \quad R_{Cx} = 21545 \text{ N} \quad R_{Cy} = 29883 \text{ N}$$

**Esercizio 4**

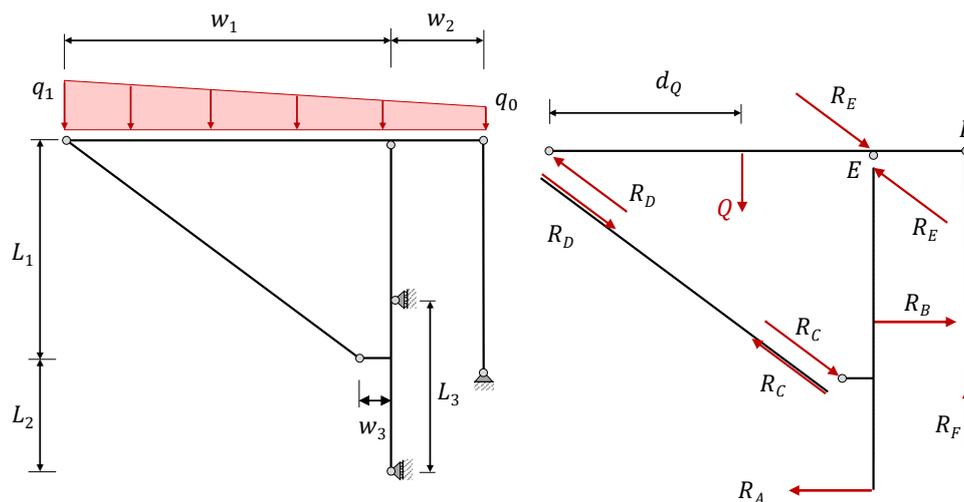


Figura 46

$$R_F = Q = 28800 \text{ N} \quad R_B = R_A = 40000 \text{ N} \quad R_E = 72756 \text{ N}$$

$$R_C = R_B = R_E = 27000 \text{ N}$$

**Esercizio 5**

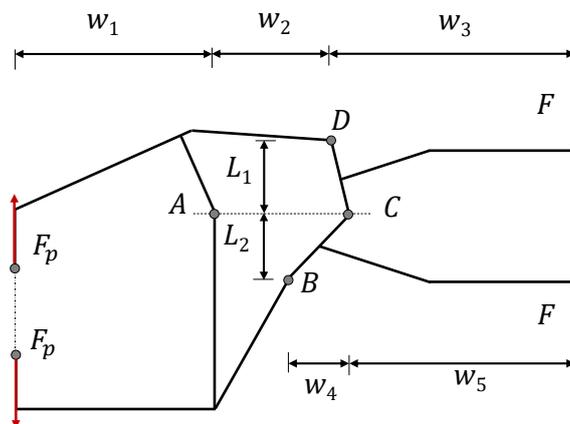


Figura 47

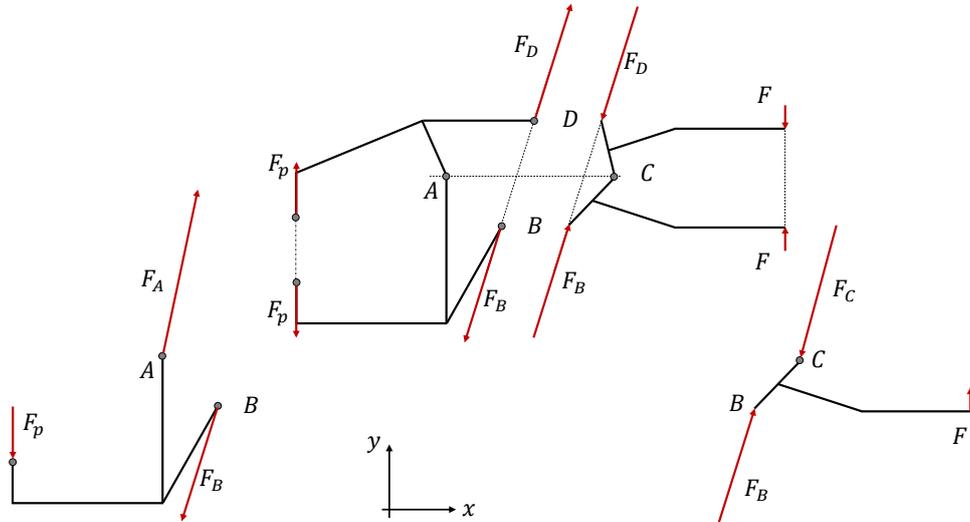


Figura 48

$$\begin{aligned}
 F_B &= 1000 \text{ N} & F_{Bx} &= 356.5 \text{ N} & F_{By} &= 933.8 \text{ N} & F_D &= F_B \\
 F_p &= 461 \text{ N} & F_A &= 1440 \text{ N} & F_C &= 1141 \text{ N} & & \\
 F_{Ay} &= 1395 \text{ N} & F_{Cy} &= 1084 \text{ N} & F_{Ax} &= F_{Cx} = F_{Bx} &= 365.5 \text{ N} & 
 \end{aligned}$$

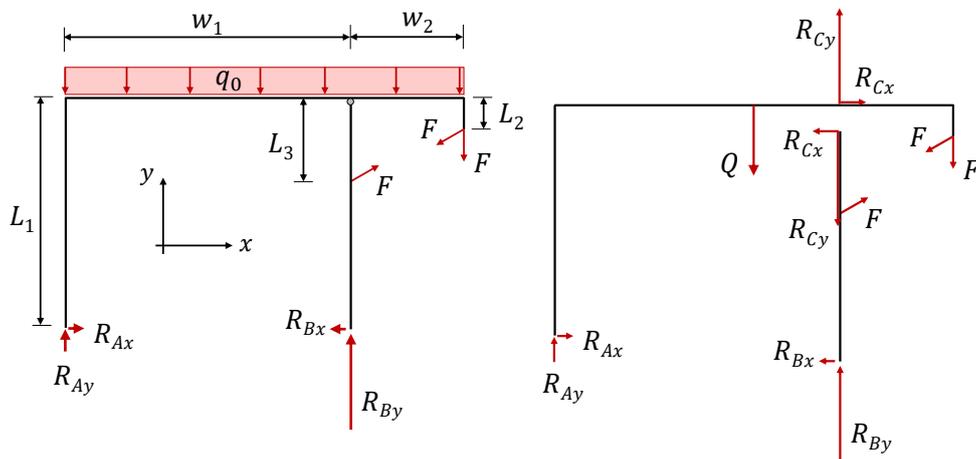
**Esercizio 6**

Figura 49

$$\begin{aligned}
 R_{Ay} &= 7465 \text{ N} & R_{Ax} &= 3464 \text{ N} & R_{By} &= 45935 \text{ N} & R_{Bx} &= 3464 \text{ N} \\
 R_{Cy} &= 14965 \text{ N} & R_{Cx} &= 9526 \text{ N} & Q &= 38400 \text{ N} & & 
 \end{aligned}$$

**Analisi strutturale**

**Esercizio 1**

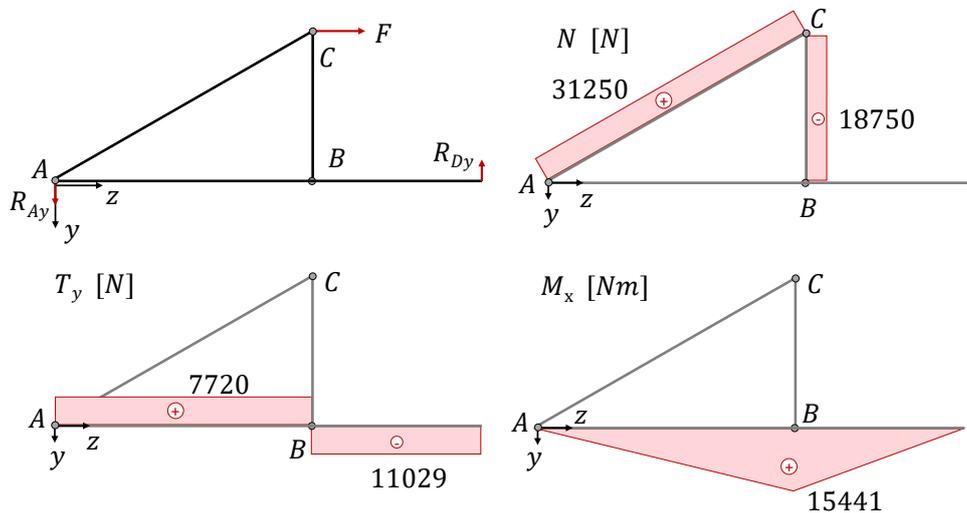


Figura 50

$$R_{Ay} = R_{Dy} = 11029 \text{ N}$$

**Esercizio 2**

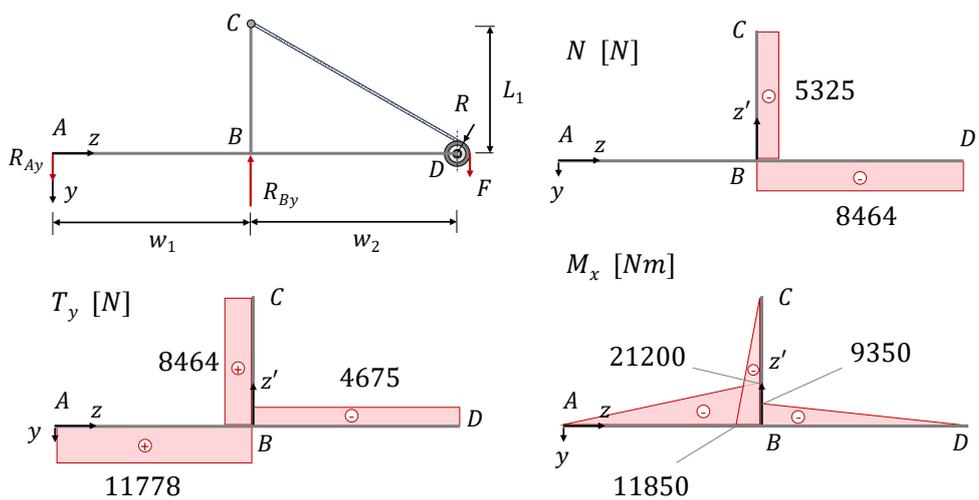


Figura 51

$$R_{Ay} = 11778 \text{ N} \quad R_{Dy} = 21778 \text{ N}$$

**Esercizio 3**

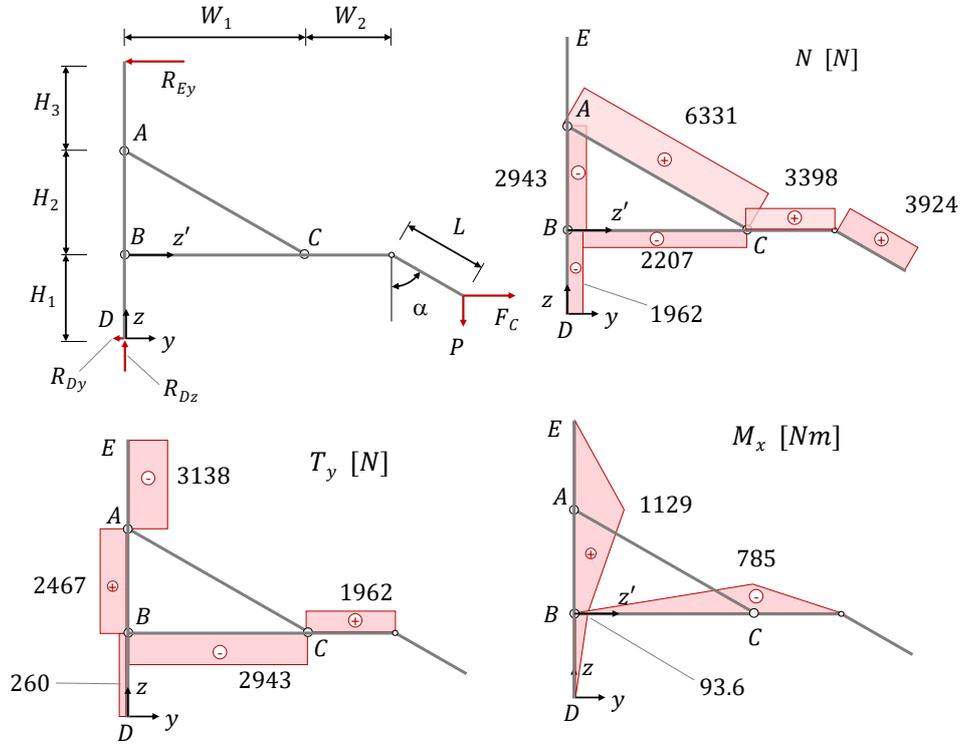


Figura 52

$$R_{Dy} = 260 \text{ N} \quad R_{Dz} = 1962 \text{ N} \quad R_{Ey} = 3138 \text{ N}$$

**Esercizio 4**

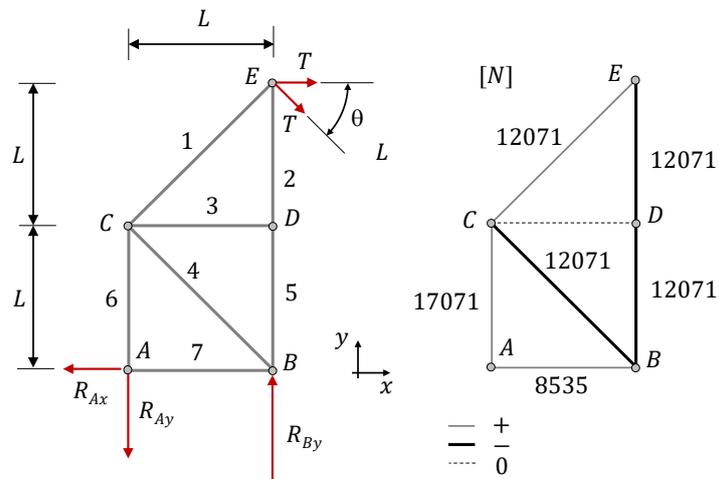


Figura 53

$$R_{Ax} = 8536 \text{ N} \quad R_{Ay} = 17071 \text{ N} \quad R_{By} = 20607 \text{ N}$$

**Esercizio 5**

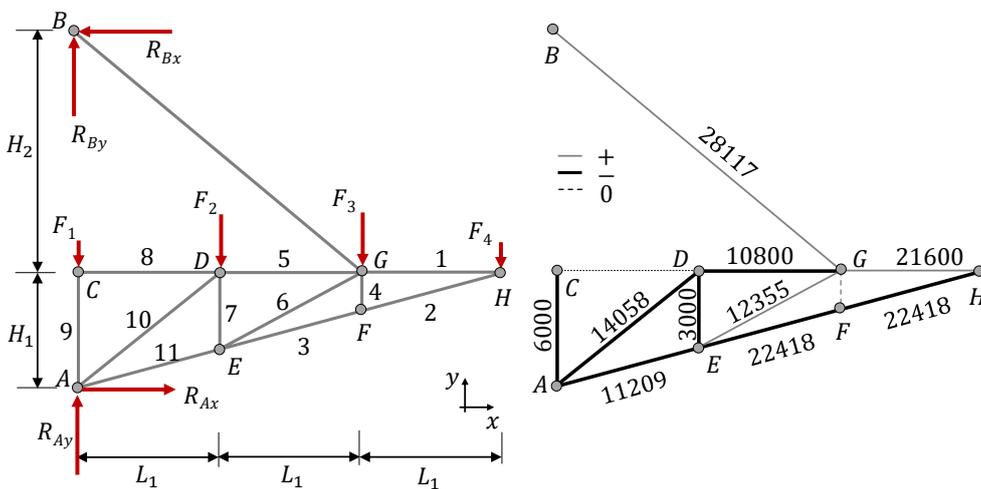


Figura 54

$$R_{Ax} = R_{Bx} = 21600 \text{ N} \quad R_{Ay} = R_{By} = 18000 \text{ N}$$

**Esercizio 6**

$$F = 2162 \text{ N} \quad R_{Ay} = R_{Dy} = 2032 \text{ N} \quad R_{Az} = 2162 \text{ N}$$

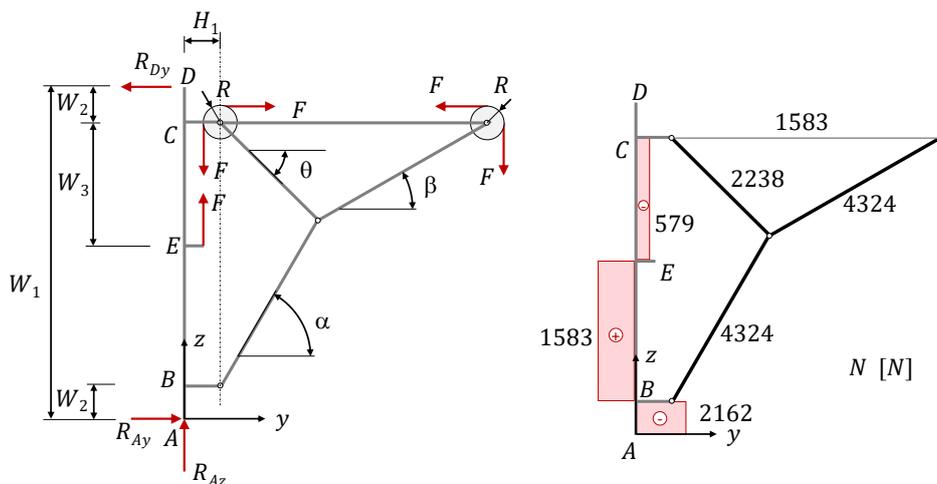


Figura 55

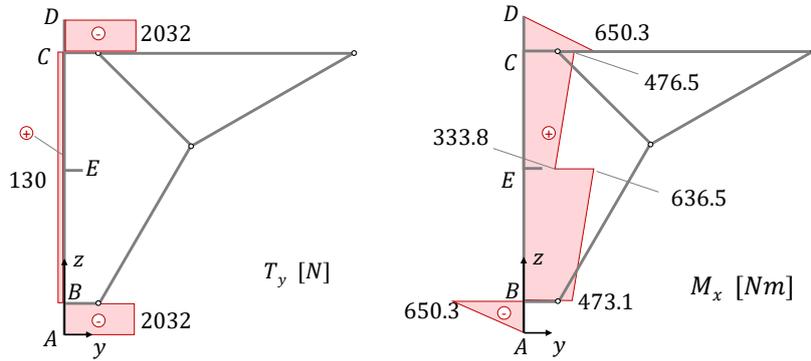


Figura 56

Esercizio 7

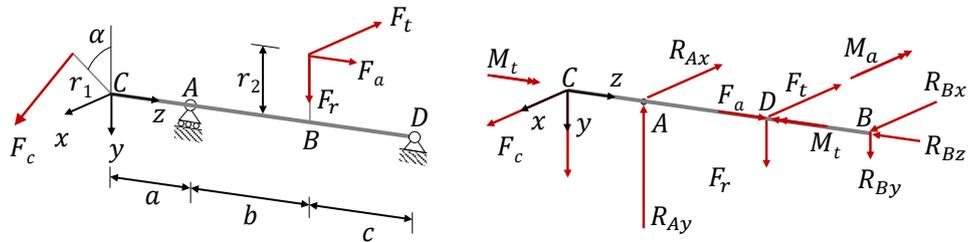


Figura 57

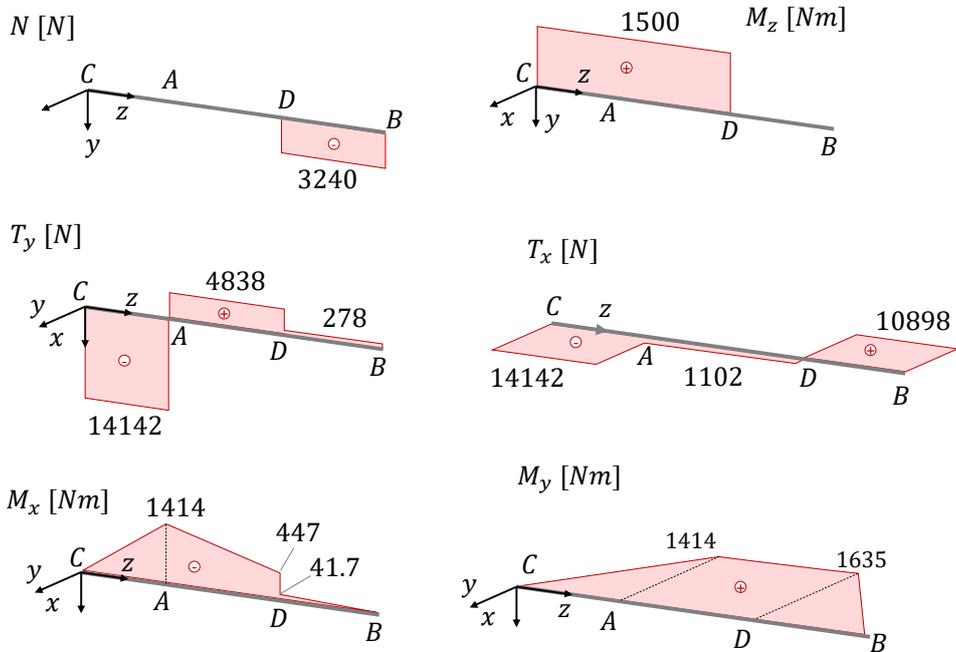


Figura 58

$$\begin{array}{lll}
 R_{Ax} = 13040 \text{ N} & R_{Ay} = 18980 \text{ N} & M_a = 405 \text{ Nm} \\
 R_{Bx} = 10898 \text{ N} & R_{By} = 278 \text{ N} & R_{Bz} = 3240 \text{ N}
 \end{array}$$

**Esercizio 8**

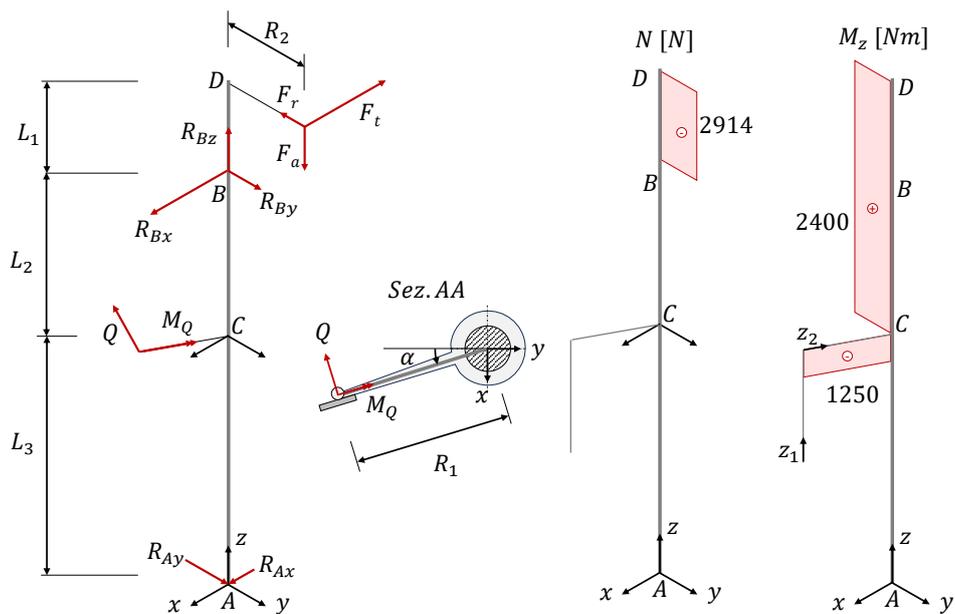


Figura 59

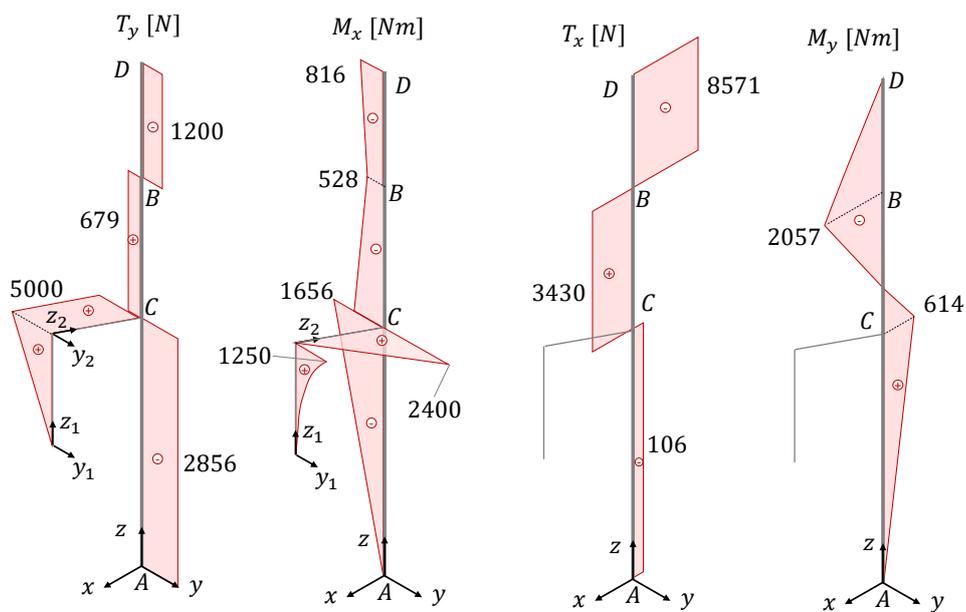


Figura 60

$$\begin{array}{llll}
 Q = 5000 \text{ N} & M_Q = 1250 \text{ Nm} & R_{Ax} = 106 \text{ N} & R_{Ay} = 2856 \text{ N} \\
 R_{Bx} = 12001 \text{ N} & R_{By} = 1879 \text{ N} & R_{Bz} = 2914 \text{ N} & 
 \end{array}$$

### Esercizio 9

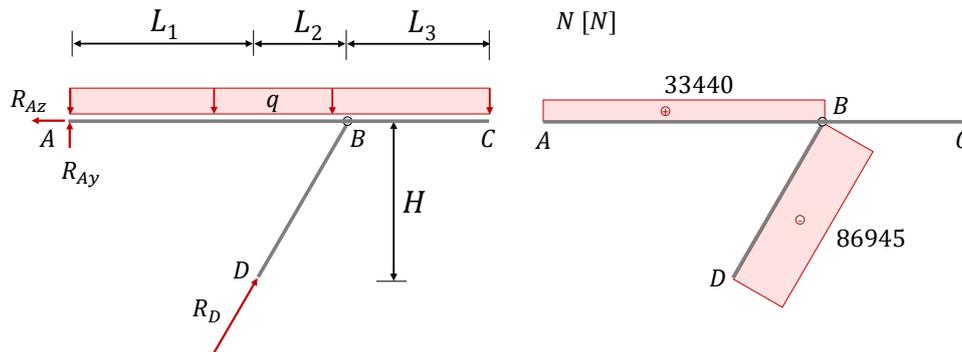


Figura 61

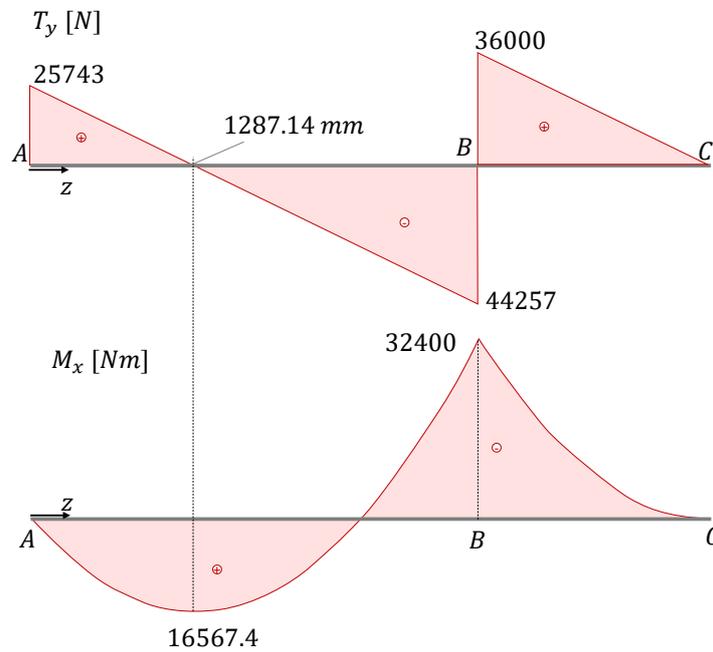


Figura 62

$$R_{Ay} = 25743 \text{ N} \quad R_{Az} = 33440 \text{ N} \quad R_D = 86945 \text{ N}$$

**Esercizio 10**

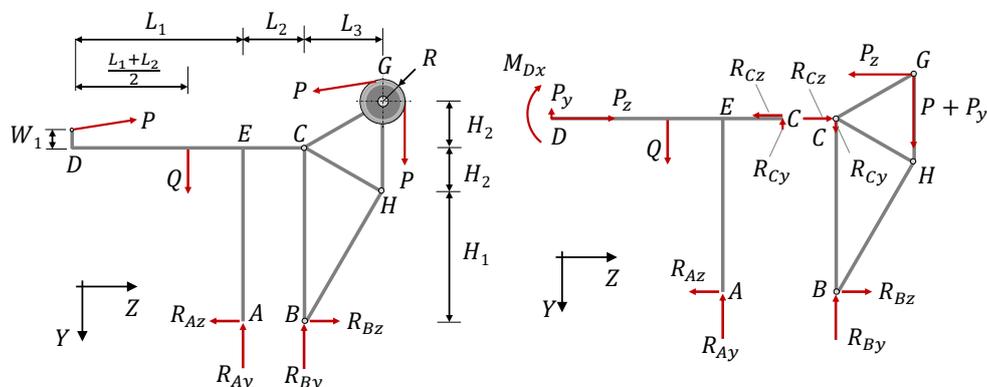


Figura 63

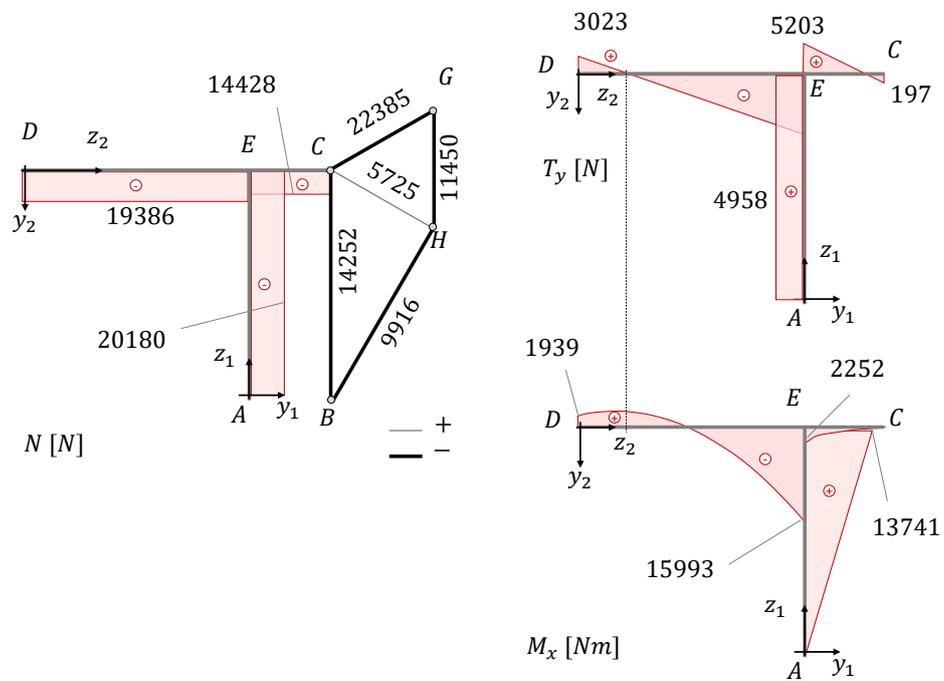


Figura 64

$$\begin{aligned}
 R_{Ay} &= 20180 \text{ N} & R_{Az} &= R_{Bz} = 4958 \text{ N} & R_{By} &= 22840 \text{ N} \\
 R_{Cy} &= 197 \text{ N} & R_{Cz} &= 14428 \text{ N} & P_z &= 19386 \text{ N} & P_y &= 3023 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**Esercizio 11**

$$\begin{aligned}
 R_{Ay} &= 981 \text{ N} & R_{Az} &= 3661 \text{ N} \\
 M_{Ax} &= 5132642 \text{ Nmm} & M_{Ay} &= 2562799 \text{ Nmm} & M_{Az} &= 686700 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

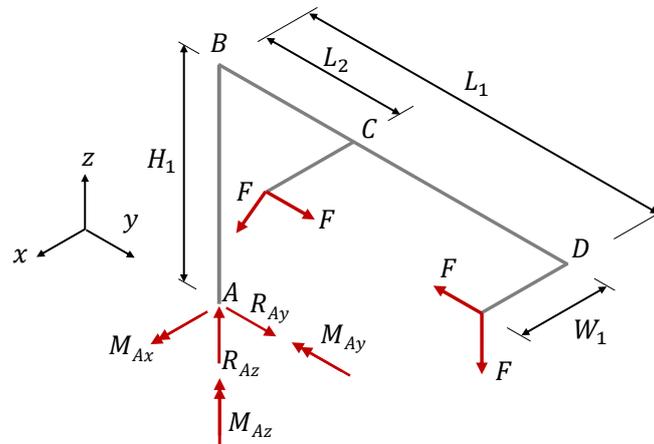


Figura 65

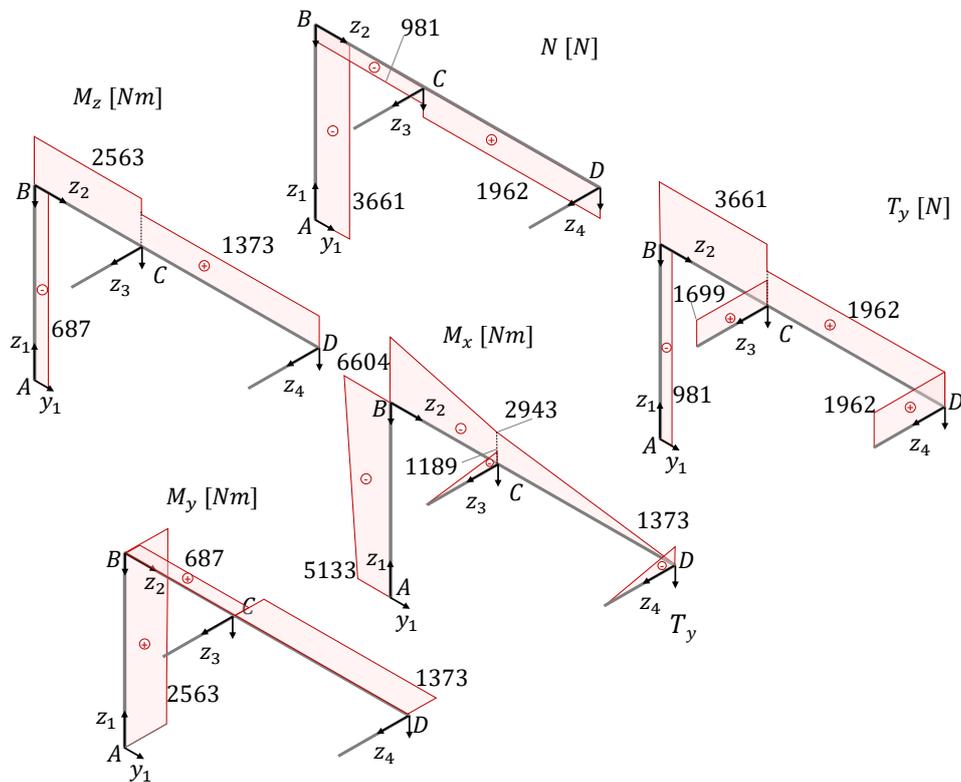


Figura 66

**Esercizio 12**

$$\begin{array}{lll}
 R_{Ax} = 3137 \text{ N} & R_{Ay} = 0 \text{ N} & R_{Az} = 556 \text{ N} \\
 R_{Bx} = 3137 \text{ N} & R_{By} = 1961 \text{ N} & R_{Bz} = 1111 \text{ N} \\
 R_{Dx} = 3863 \text{ N} & R_{Dy} = 1961 \text{ N} & R_{Dz} = 4444 \text{ N}
 \end{array}$$

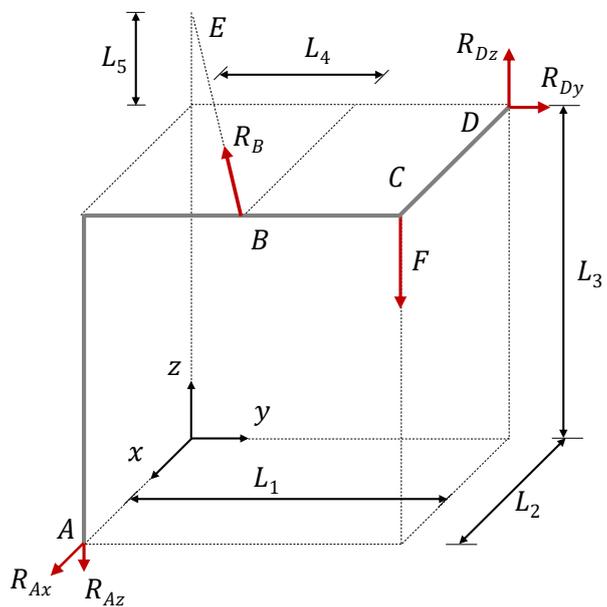


Figura 67

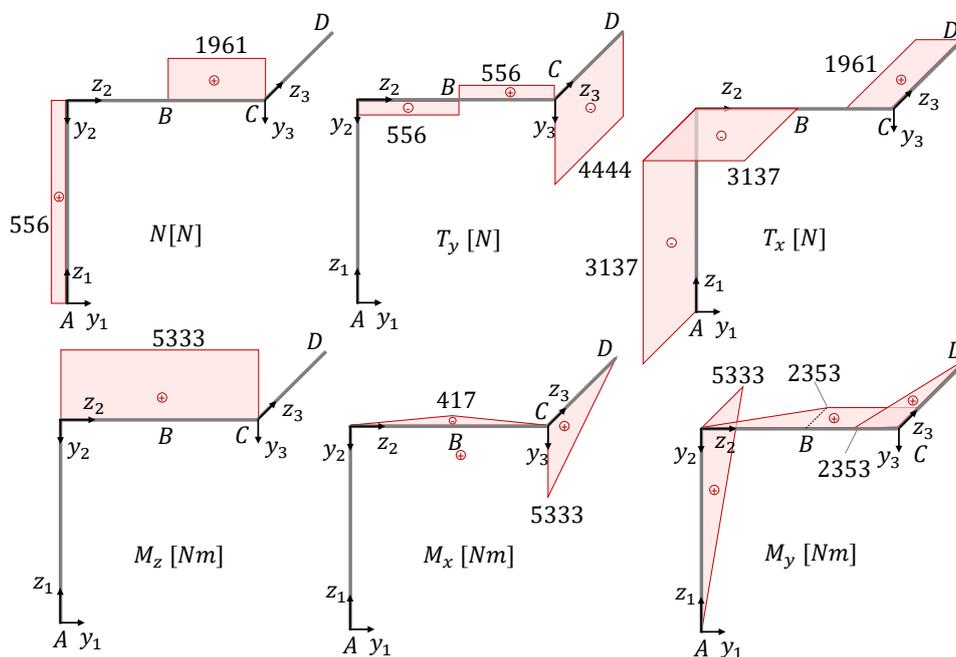


Figura 68

## Proprietà geometriche delle aree

### Esercizio 1

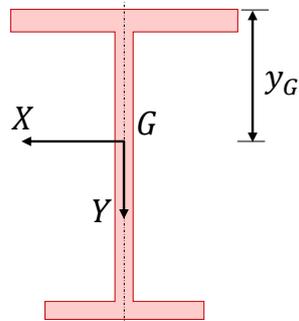


Figura 69

$$y_G = 58.42 \text{ mm} \quad I_X = 7344657 \text{ mm}^4 \quad I_Y = 1067120 \text{ mm}^4$$

### Esercizio 2

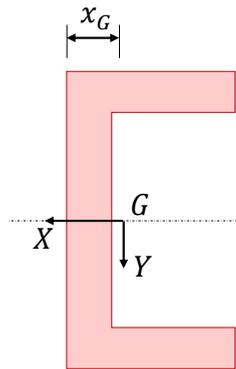


Figura 70

$$x_G = 58.42 \text{ mm} \quad I_X = 851667 \text{ mm}^4 \quad I_Y = 181067 \text{ mm}^4$$

### Esercizio 3

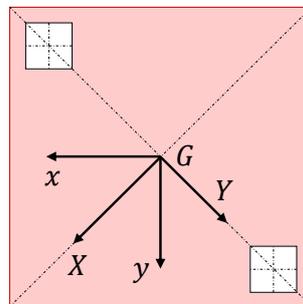


Figura 71

$$\begin{aligned}
 I_{xx} &= 26091160 \text{ mm}^4 & I_{yy} &= 26091160 \text{ mm}^4 & I_{xy} &= -2384929 \text{ mm}^4 \\
 I_X &= 23706232 \text{ mm}^4 & I_Y &= 28476088 \text{ mm}^4 & &
 \end{aligned}$$

**Esercizio 4**

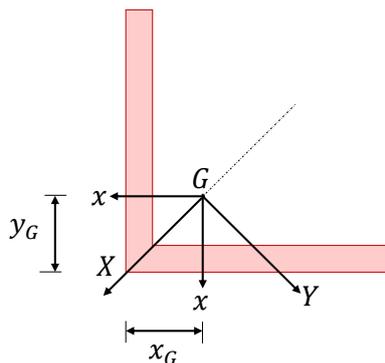


Figura 72

$$\begin{aligned}
 x_G &= 40.52 \text{ mm} & y_G &= 40.52 \text{ mm} & & \\
 I_{xx} &= 7334555 \text{ mm}^4 & I_{yy} &= 7334555 \text{ mm}^4 & I_{xy} &= -4333726 \text{ mm}^4 \\
 I_X &= 11668281 \text{ mm}^4 & I_Y &= 3000828 \text{ mm}^4 & &
 \end{aligned}$$

**Esercizio 5**

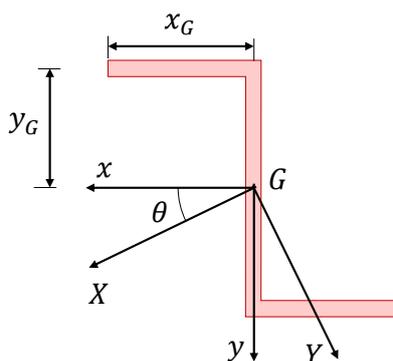


Figura 73

$$\begin{aligned}
 x_G &= 100 \text{ mm} & y_G &= 90 \text{ mm} & & \\
 I_{xx} &= 21076667 \text{ mm}^4 & I_{yy} &= 6681667 \text{ mm}^4 & I_{xy} &= -9000000 \text{ mm}^4 \\
 I_X &= 25403229 \text{ mm}^4 & I_Y &= 2355105 \text{ mm}^4 & \theta &\approx 25.7^\circ
 \end{aligned}$$

