

**CM1: Esercizio 5.**

La Figura 2 mostra la schematizzazione di una sala ferroviaria e la rappresentazione semplificata dei carichi tipici ai quali essa è sottoposta in funzionamento, nell'assunzione che le ruote siano trainate e non motrici e che il vagone viaggi a **velocità costante** su un percorso rettilineo. La forza  $P$  è dovuta alla massa del vagone che appoggia sui due perni laterali, le forze  $Q$  sono quelle di reazione esercitate dai binari sulle ruote.

Si descriva e si motivi il fenomeno di rottura caratteristico per questo tipo di struttura, sottoposta ai carichi indicati. Si verifichi inoltre la struttura rispetto al fenomeno precedentemente descritto, considerando una sezione dell'assile circolare cava, la forma dell'albero nella zona di calettamento delle ruote rappresentata in Figura 3 ed assumendo i seguenti dati:

- Dimensioni:  
 $s = 746.5 \text{ mm}$   
 $b = 1015 \text{ mm}$   
 $d = 180 \text{ mm}$  – Sezione minore albero  
 $d_i = 60 \text{ mm}$  – Sezione interna  
 $D = 212 \text{ mm}$  – Sezione maggiore albero

Fattore d'intaglio:  
 $K_t = 1.13$

Carichi esterni:  
 $P = 85\,000 \text{ N}$

Materiale albero: Acciaio ( $R_m = 800 \text{ MPa}$ )

Coefficienti:  
 $b_2 = 0.7;$     $b_3 = 0.9;$     $q = 0.94$

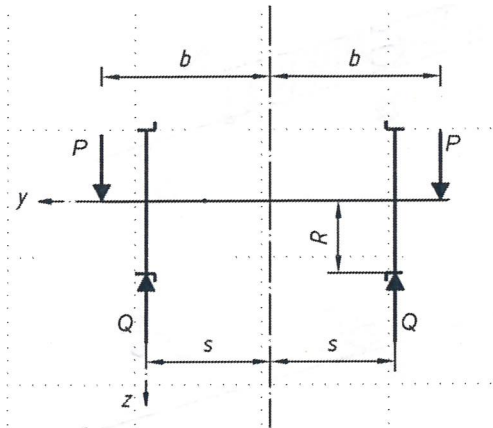


Figura 2

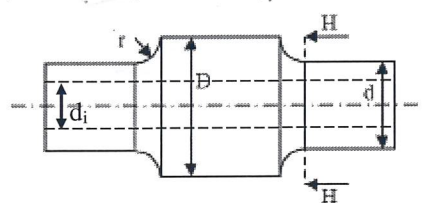


Figura 3

NOME :

COGNOME :

MATRICOLA :

SPAZIO RISERVATO AL DOCENTE:

4	
5	
Totale	

**CM1: Esercizio 4.**

La Figura 1 mostra lo schema semplificato dell'albero di trasmissione di una nave, che trasmette la potenza generata dal motore, tramite un sistema di ruote dentate e l'albero stesso, all'elica. Le ruote dentate si scambiano, nel punto di contatto, le forze  $P$  (radiale) e  $T$  (tangenziale). L'albero è sostenuto da due supporti ed è sollecitato da (i) il peso proprio  $q$ , (ii) un momento flettente  $M_p$ , fisso nello spazio e nel tempo e dovuto all'interazione tra l'elica e l'acqua, (iii) un momento torcente  $M_t$  e (iv) un carico assiale  $N$ .

Nell'ipotesi di rotazione dell'albero a velocità angolare costante, si richiede di:

- 1) Trovare la forza tangenziale  $T$ .
- 2) Calcolare le reazioni vincolari e tracciare i diagrammi delle azioni interne nell'albero.
- 3) Trascurando taglio e azione assiale, identificare la sezione maggiormente sollecitata e, assumendo un rapporto fisso tra i diametri interno ed esterno dell'albero cavo ( $d/D$ ), dimensionare il diametro maggiore  $D$  in modo tale che l'albero sia staticamente verificato con fattore di sicurezza  $\eta > 1.5$ . Si assuma la sezione più sollecitata sia caratterizzata dai coefficienti di intaglio espressi sotto.

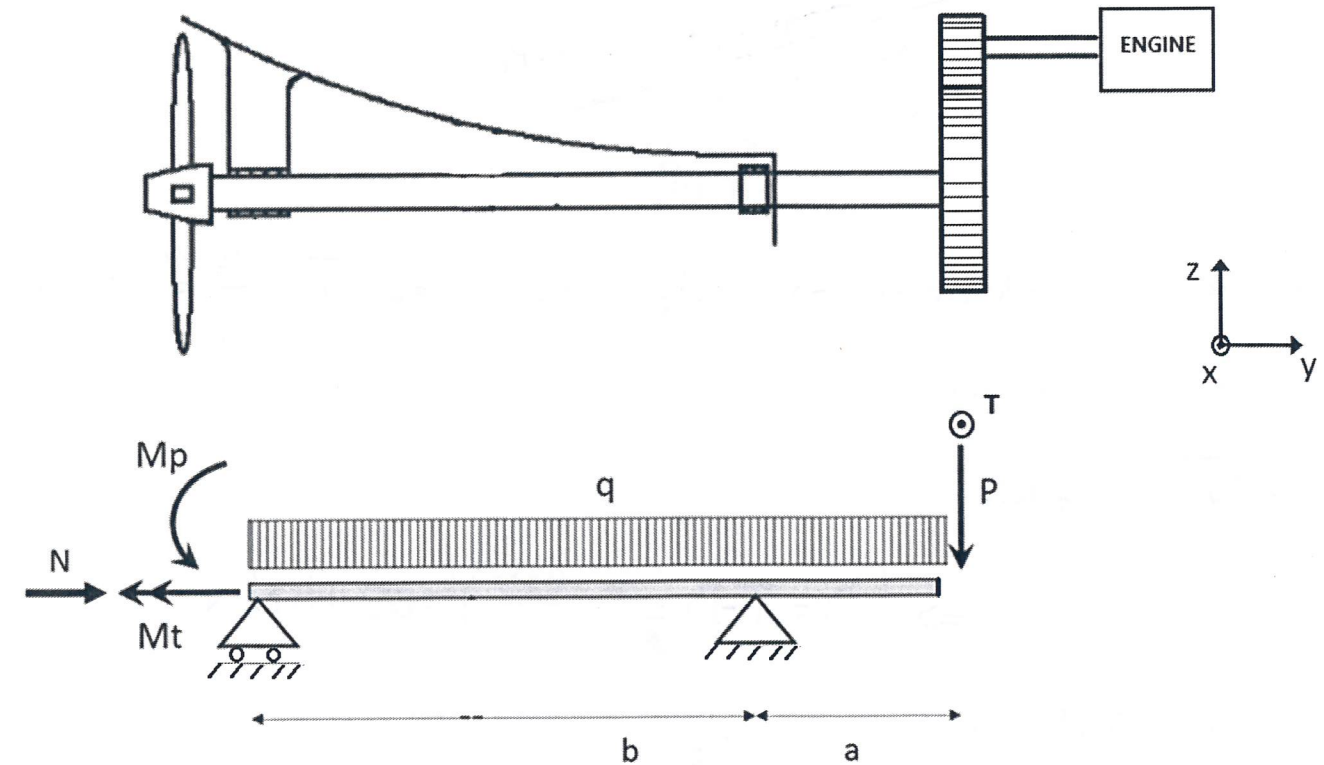
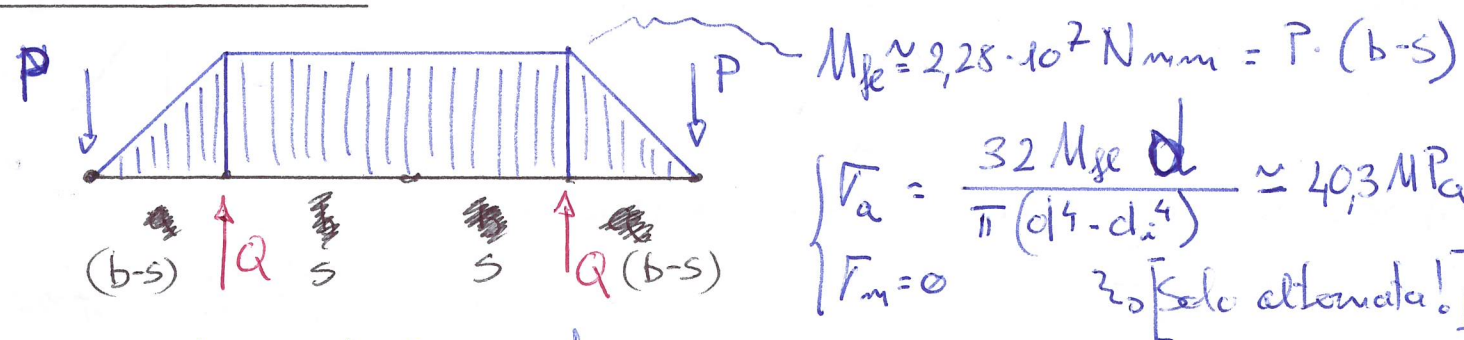


Figura 1

MOMENTO FLETTENTE (FISSO NELLO SPAZIO -> ROTANTE IN SEZIONE)



braccando il taglio si ha:

$$\tau_a \leq \frac{\tau_{FA,8} \cdot b_2 \cdot b_3}{\eta \cdot K_f} \Rightarrow [\tau_{FA,8} \approx 0,5 \cdot R_m] \Rightarrow \tau_a \leq \frac{225 \text{ MPa}}{\eta}$$

$$\eta_{fatica} \approx \frac{225}{40} = 5,6$$

**Dati:**

Dimensioni:

- $a = 3000 \text{ mm}$
- $b = 4000 \text{ mm}$
- $d/D = 0.42 \text{ mm}$  - Sezione interna albero
- $R = 505 \text{ mm}$  - Raggio ruota dentata resistente

Fattore d'intaglio:

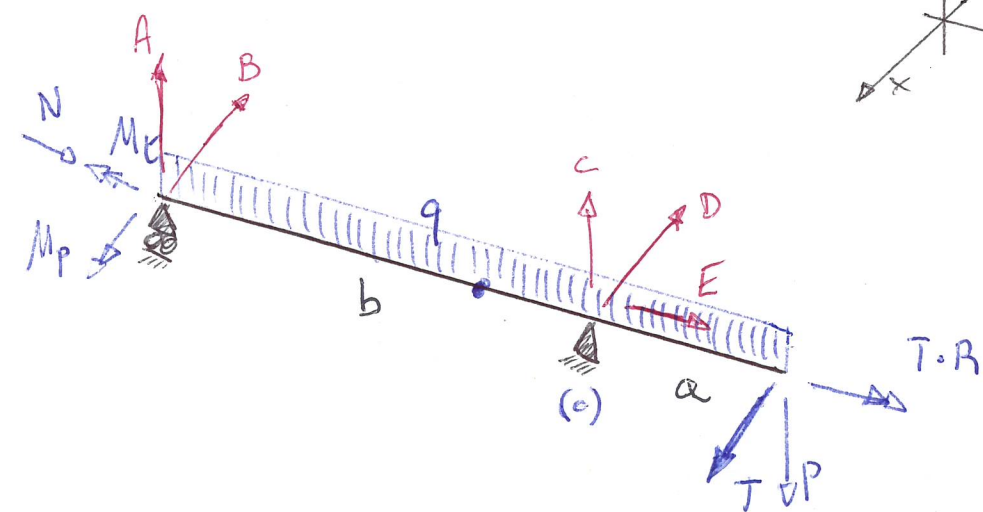
$K_{if} = 1.3; \quad K_{ut} = 1.5$

Carichi esterni:

- $q = 0.8 \text{ N/mm}$
- $P = 36 \text{ 000 N}$
- $N = 14 \text{ 000 N}$
- $T = 99 \text{ 000 N}$
- $M_p = 5 \text{ 000 000 Nmm}$
- $M_t = 50 \text{ 000 000 Nmm}$

Materiale albero: Acciaio ( $R_s = 600 \text{ MPa}, R_m = 900 \text{ MPa}$ )

1) RIPORTIAMO TUTTI I CARICHI SULL'ALBERO.



Equilibrio alla rotazione  $\rightarrow M_t = T \cdot R \Rightarrow T = \frac{M_t}{R} = 99 \text{ 000 N}$

2) REAZIONI VINCOLARI:

$E = -N = -14 \text{ KN}$

$D = T - B = T \left( \frac{a+b}{b} \right) = 173 \text{ 250 N}$

1)  $B + D = T$

2)  $A + C = P + q(a+b)$

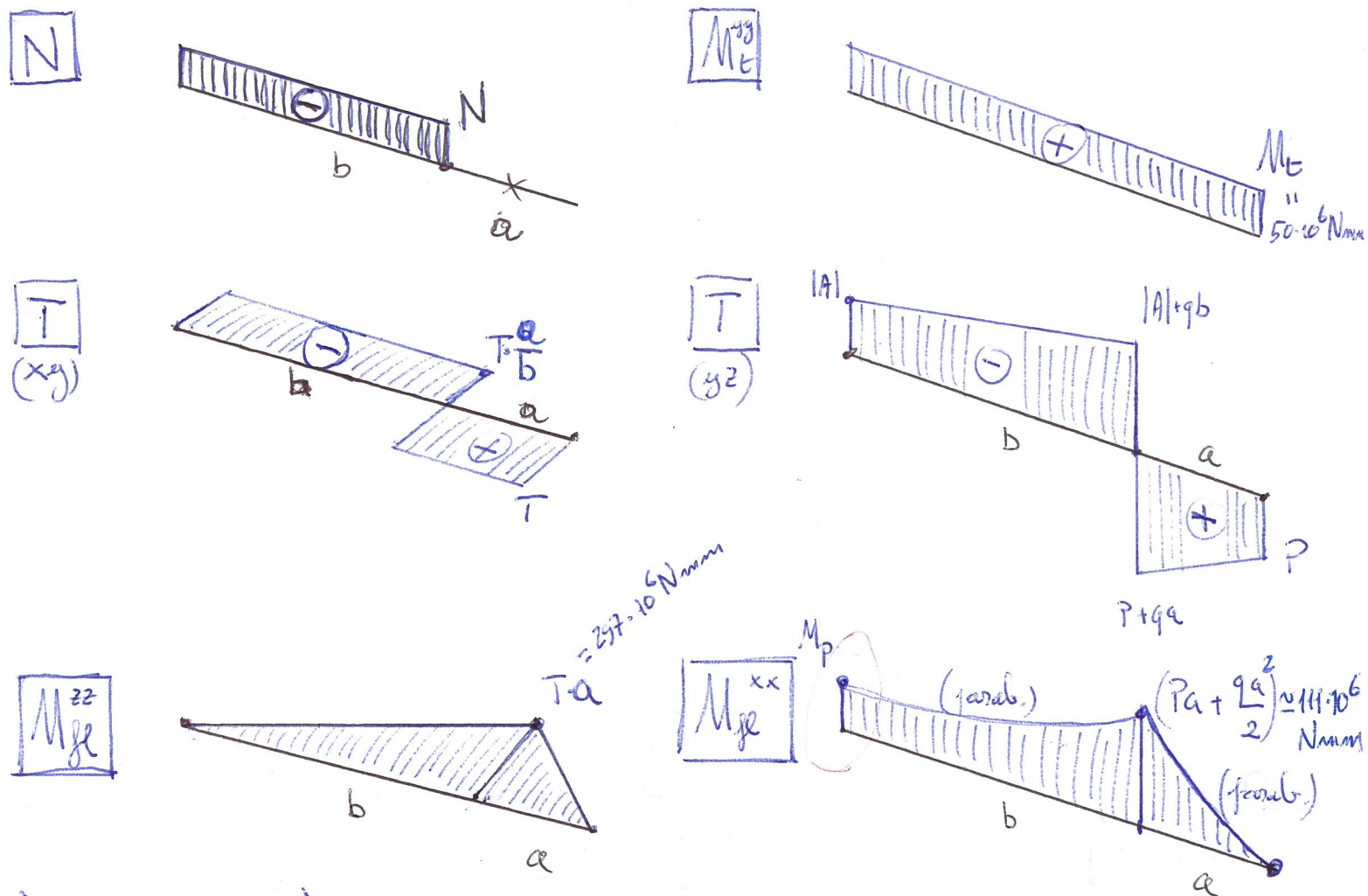
3)  $B \cdot b + T \cdot a = 0 \Rightarrow B = -T \frac{a}{b} = -74 \text{ 250 N}$

4)  $A \cdot b + P \cdot a - M_p - q \cdot (a+b) \left( \frac{a+b}{2} - a \right) = 0$

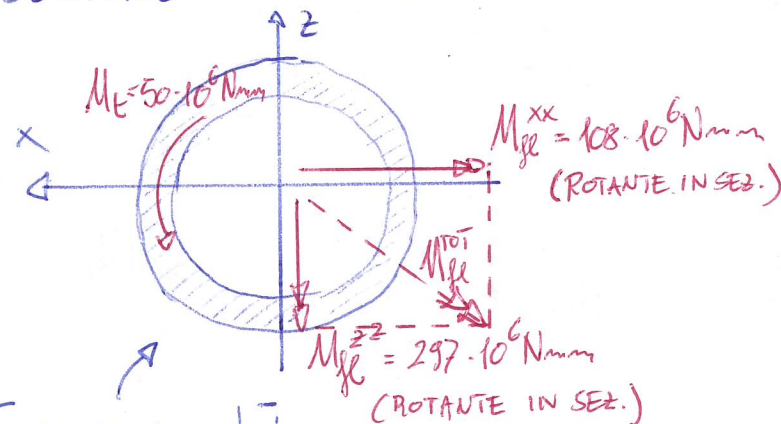
$A = \frac{M_p}{b} + \frac{q}{2b}(b^2 - a^2) - T \frac{a}{b} = -25 \text{ 050 N}$

$C = P + q(a+b) - A = 66 \text{ 650 N}$

AZIONI INTERNE (TUTTI I CARICHI SONO FISSI NELLO SPAZIO)



3) SEZIONE PIU' SOLLECITATA = CERNIERA



$M_{je}^{TOT} = \sqrt{M_{je}^{xx^2} + M_{je}^{zz^2}} = 3.17 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

$\tau_{M_{je}} = \frac{32 M_{je}^{TOT} \cdot D}{D^4 \left( 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right)}$

$\tau_{M_t} = \frac{16 M_t D}{D^4 \left( 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right)}$

[NO TAGLIO!  
NO ASSIALE!]

$\tau_{GT}^* = \sqrt{\tau_{M_{je}}^2 + 4 \tau_{M_t}^2} \geq \frac{\tau_{sn}}{\eta}$   
 $\tau_{VM}^* = \sqrt{\tau_{M_{je}}^2 + 3 \tau_{M_t}^2} \geq \frac{\tau_{sn}}{\eta}$

$D_{GT}^6 \geq \left( \frac{\eta}{\tau_{sn}} \frac{32}{\pi \left( 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right)} \right)^2 (K_{if}^2 M_{je}^{TOT} + K_{ut}^2 M_t^2)$   
 $D_{VM}^6 \geq \left( \frac{\eta}{\tau_{sn}} \frac{16}{\pi \left( 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right)} \right)^2 (4 K_{if}^2 M_{je}^{TOT} + 3 K_{ut}^2 M_t^2)$   
 $\Rightarrow D_{VM} \geq 222 \text{ mm}$