Esercizio 1

Il recipiente di polistirene ($E = 0.5\text{GPa}$, $\nu = 0.33$ e $\sigma_{am} = 3\text{MPa}$) rappresentato in figura 1, avente spessore $h = 4\text{mm}$ e dimensioni: $R = 80\text{mm}$ e $H = 120\text{mm}$, è incollato inferiormente su una superficie rigida. Il liquido contenuto, la cui densità è trascurabile, viene depressurizzato tramite la forza Q, esercitata sul coperchio che scorre a tenuta senza attrito. Trascurando gli effetti locali nel guscio ed eventuali fenomeni di instabilità:

a) determinare Q per avere un coefficiente di sicurezza 5 nella parte cilindrica DG del recipiente,
b) con la forza trovata in a), rappresentare i diagrammi qualitativi delle caratteristiche di sollecitazione membranali in funzione della quota verticale s,
c) valutare il coefficiente di sicurezza del recipiente considerando la sola soluzione membranale senza effetti locali.

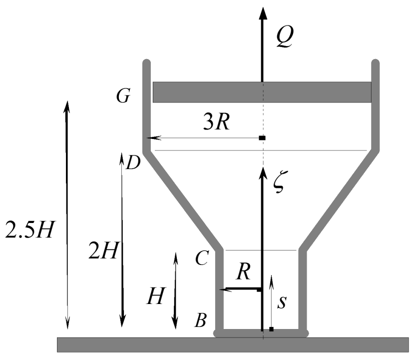


Figura 1

$\sigma_{amm} := 3 \cdot \text{MPa}$ $\quad \Psi := 5$ $\quad h := 4 \cdot \text{mm}$ $\quad R_0 := 80 \cdot \text{mm}$ $\quad H_0 := 120 \cdot \text{mm}$

Quesito a

La depressione è legata al carico dall'equilibrio del pistone, per cui:

$$p := \frac{Q}{\pi \cdot (3 \cdot R_0)^2}$$

La depressione agiisce con valore costante sull'intero recipiente, per cui, nel tratto G-D, si ha,dalla formula di Boyle e Mariotte:

$$\sigma_\theta := \frac{p \cdot (3R_0)}{h}$$

Dato che le altre tensioni sono nulle, si ha:

$$\sigma_{eq} := |\sigma_\theta|$$

Imponendo :

$$\sigma_{eq} := \frac{\sigma_{amm}}{\Psi} = 0.6 \cdot \text{MPa}$$

Si ricava:

$$p := \frac{\sigma_{eq} \cdot h}{3R_0} = 0.01 \cdot MPa$$

e quindi:

$$Q := p \cdot \pi \cdot \left(3 \cdot R_0\right)^2 = 1.81 \cdot kN$$

Quesito b

Parametri tratto C-D

$$R_\gamma(s) := R_0 + \frac{2 \cdot R_0}{H_0} \cdot (s - H_0)$$

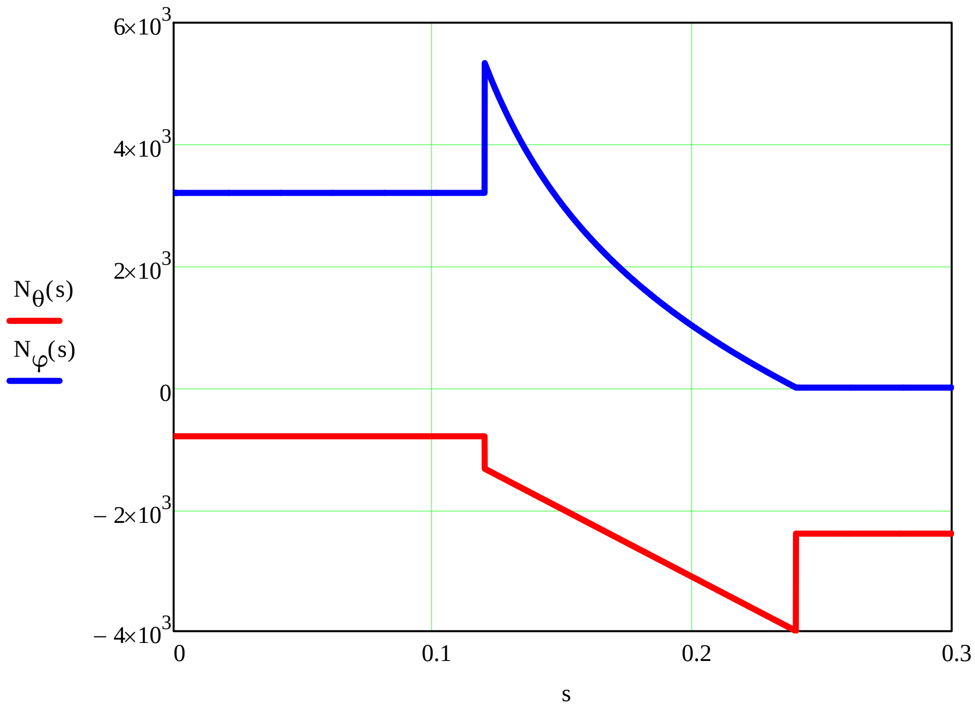
$$\varphi := \operatorname{atan}\left(\frac{H_0}{2 \cdot R_0}\right) = 0.644$$

$$R_\theta(s) := \frac{R_\gamma(s)}{\sin(\varphi)}$$

$$s := 0 \cdot m, 0.0001 \cdot m .. 2.5 \cdot H_0$$

$$N_\theta(s) := \begin{cases} -p \cdot (3 \cdot R_0) & \text{if } 2 \cdot H_0 < s < 2.5 \cdot H_0 \\ -(p \cdot R_\theta(s)) & \text{if } H_0 < s < 2 \cdot H_0 \\ -(p \cdot R_0) & \text{if } 0 < s < H_0 \end{cases}$$

$$N_\varphi(s) := \begin{cases} 0 \cdot \frac{N}{m} & \text{if } 2 \cdot H_0 < s < 2.5 \cdot H_0 \\ \frac{p \cdot \left[(3 \cdot R_0)^2 - (R_\gamma(s))^2\right]}{2 \cdot R_\gamma(s) \cdot \sin(\varphi)} & \text{if } H_0 < s < 2 \cdot H_0 \\ \frac{\left[p \cdot \left[(3 \cdot R_0)^2 - R_0^{\,2}\right] \cdot \pi\right]}{2 \cdot \pi \cdot R_0} & \text{if } 0 < s < H_0 \end{cases}$$



Quesito c

Il valore massimo della tensione equivalente si verifica in C+:

$$\sigma_{eqmax} := \frac{\left| \frac{p \cdot \left[(3 \cdot R_0)^2 - \left(R_\gamma(H_0)\right)^2 \right]}{2 \cdot R_\gamma(H_0) \cdot \sin(\varphi)} - \left[-\left(p \cdot R_\theta(H_0)\right) \right] \right|}{h} = 1.667 \cdot MPa$$

$$\Psi_f := \frac{\sigma_{amm}}{\sigma_{eqmax}} = 1.8$$

Esercizio 2

Data la tubazione a tre tratti mostrata in Fig. 2, soggetta al carico orizzontale P, condurre la verifica della saldatura circolare a cordoni d'angolo che collega il tratto verticale alla piastra di base..

Dati:

- A = 1500 mm
- B = 800 mm
- C = 250 mm
- b = 5 mm
- σ_{amm} = 500 MPa (tensione ammissibile materiale base)
- f = 0.8 (efficienza saldature a piena penetrazione)
- f_1=0.8, f_2= 0.7 (efficienze saldature a cordoni d'angolo)
- P = 6 kN

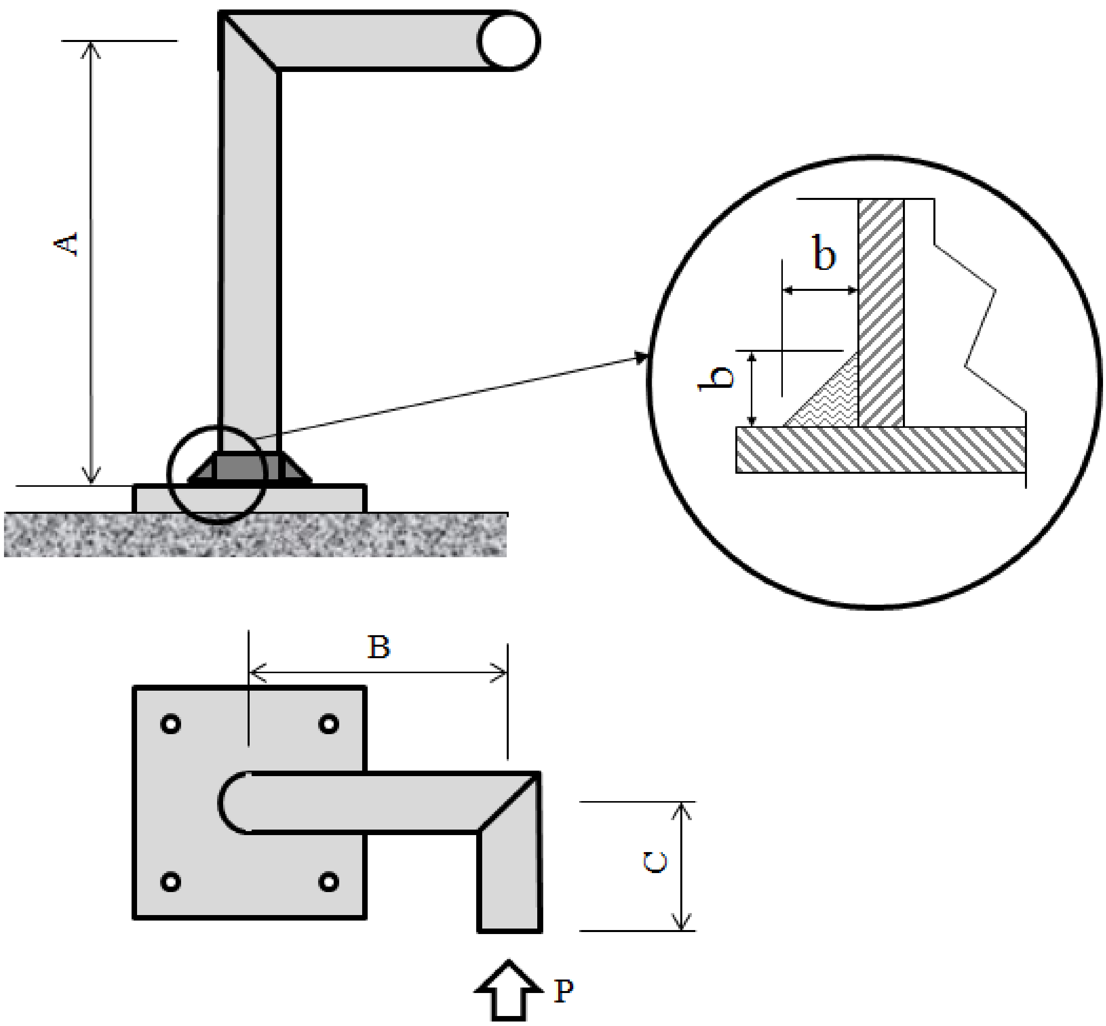


Fig. 2

$A := 1500 \cdot mm$ $\quad C := 250 \cdot mm$ $\quad h_1 := 5 \cdot mm$ $\quad h := \frac{h_1}{\sqrt{2}}$

$B := 800 \cdot mm$ $\quad \phi := 100 \cdot mm$ $\quad P := 6 \cdot kN$

Azioni trasmesse dalla saldatura

$M_x := P \cdot A \qquad M_z := P \cdot B \qquad T := P$

Caratteristiche sezione resistente

$$A_{sez} := \pi \cdot \frac{\left[(\phi + 2 \cdot h)^2 - \phi^2\right]}{4} \qquad J_{sez} := \pi \cdot \frac{\left[(\phi + 2 \cdot h)^4 - \phi^4\right]}{64} \qquad \Omega_{sez} := \frac{\pi \cdot (\phi + h)^2}{4}$$

$$A_{sez} = 1.15 \times 10^{-3}\,m^2 \qquad J_{sez} = 1.543 \times 10^{-6}\,m^4$$

Tensioni

$$\sigma_{ort} := \frac{M_x}{J_{sez}} \cdot \left(\frac{\phi}{2} + h\right) \qquad \tau_{par} := \frac{M_z}{2 \cdot \Omega_{sez} \cdot h} \qquad \tau_{tag} := \frac{T}{A_{sez}}$$

$$\tau_{par} = 80.628 \cdot MPa$$

Verifica

$$\sqrt{\sigma_{ort}^2 + \left(\tau_{par} + \tau_{tag}\right)^2} = 323.9 \cdot MPa$$

$$\left|\sigma_{ort}\right| = 312.317 \cdot MPa$$

Esercizio 3

In Figura 3 è mostrato l'asse di un carrello ferroviario avente un peso a vuoto di 100 kN. Il peso complessivo a pieno carico è di 500 kN.

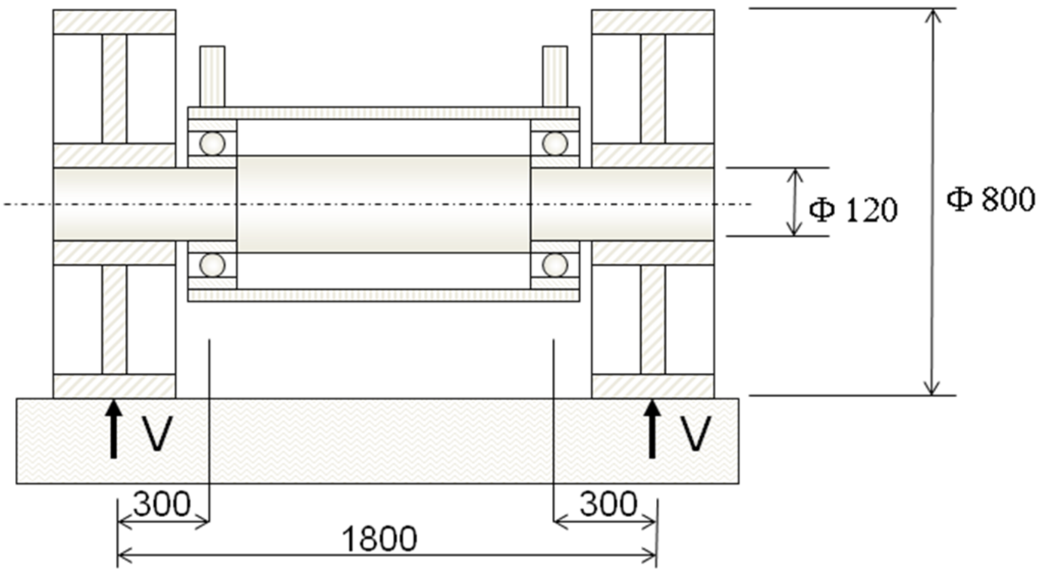
Ipotizzando che il peso si equiripartisca sulle 4 ruote che supportano il carrello stesso, si calcoli (secondo il modello di danneggiamento lineare di Miner) quanti viaggi su di una distanza di 100 km, con andata a pieno carico e ritorno a vuoto, sia possibile effettuare prima della rottura.

Dati:

- $K_t = 1.1$ (fattore di forma sezione di cambio diametro, si trascuri la sensibilità all'intaglio)
- $c_1 = c_2 = 1$

Caratteristiche materiale:

- $\sigma_S = 450$ MPa
- curva di resistenza a fatica mostrata in Figura 3



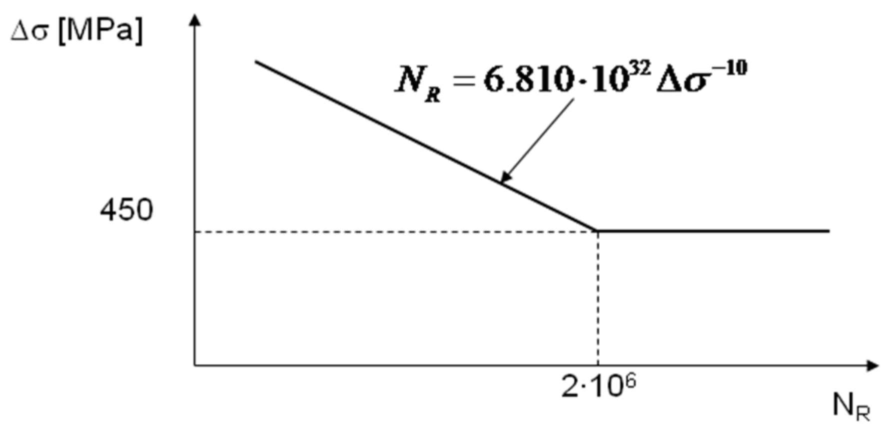


Fig. 3

$\phi := 120 \cdot mm$

$K_t := 1.1$

$N_F(\Delta\sigma) := 6.810 \cdot 10^{32} \cdot \Delta\sigma^{-10} \cdot \frac{1}{MPa^{-10}}$

Dati sezione

$$J_x := \frac{\pi \cdot \phi^4}{64} \qquad J_x = 1.018 \times 10^{-5}\,m^4$$

Carichi e caratteristiche di sollecitazione

$$V_1 := \frac{500 \cdot kN}{4}$$

$$M_1 := V_1 \cdot 300 \cdot mm \qquad M_1 = 37.5 \cdot kN \cdot m$$

$$\Delta\sigma_1 := \frac{M_1}{J_x} \cdot \frac{\phi}{2} \cdot 2 \cdot K_t \qquad \Delta\sigma_1 = 486.307 \cdot MPa$$

Calcolo danneggiamento

$$N_{R1} := N_F(\Delta\sigma_1) \qquad N_{R1} = 9.205 \times 10^5$$

$$N_{100} := \frac{100 \cdot km}{\pi \cdot 800 \cdot mm} \qquad N_{100} = 3.979 \times 10^4$$

$$D := \frac{N_{100} \cdot 12}{N_{R1}} \qquad D = 0.519$$

$$\frac{N_{R1}}{N_{100}} = 23.136$$ Numero viaggi