

**COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE**  
**ESAME DEL 09/06/2016**

**Esercizio 1**

E' dato il recipiente mostrato in Fig. 1.1, costituito da due estremità coniche ed un corpo cilindrico, formanti tre cavità separate, e sorretto da una gonna cilindrica. Il corpo cilindrico è riempito con un liquido di densità  $\rho_0$ , mentre i fondi conici sono pressurizzati con gas alla pressione  $p_0$ . Si valuti, trascurando il peso proprio del recipiente:

1. l'andamento delle caratteristiche generalizzate di sollecitazione membranali in funzione della coordinata assiale  $\xi$
2. lo spessore minimo per la parte cilindrica e per quella conica

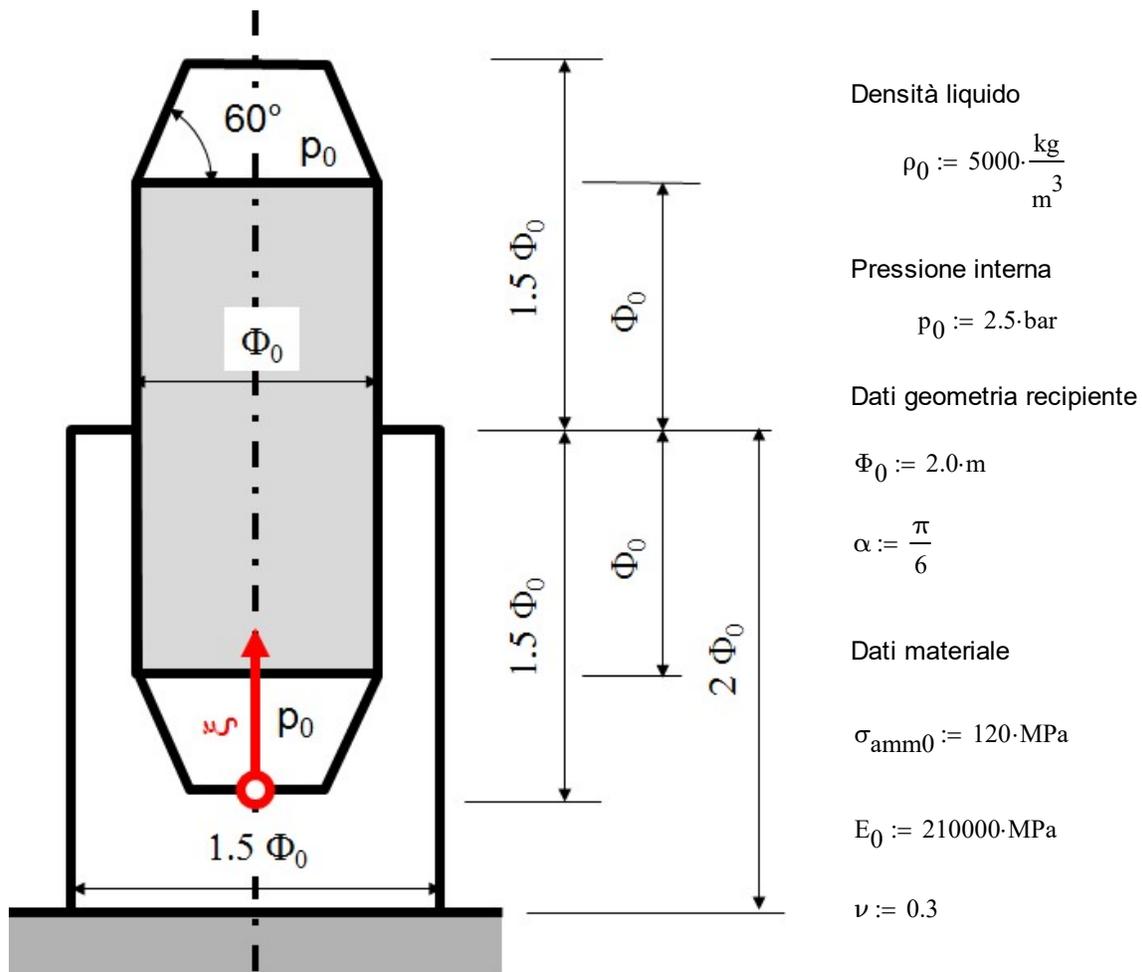


Fig. 1.1

$$\Phi_{01} := \Phi_0 - \Phi_0 \cdot \tan(\alpha) = 0.845 \text{ m}$$

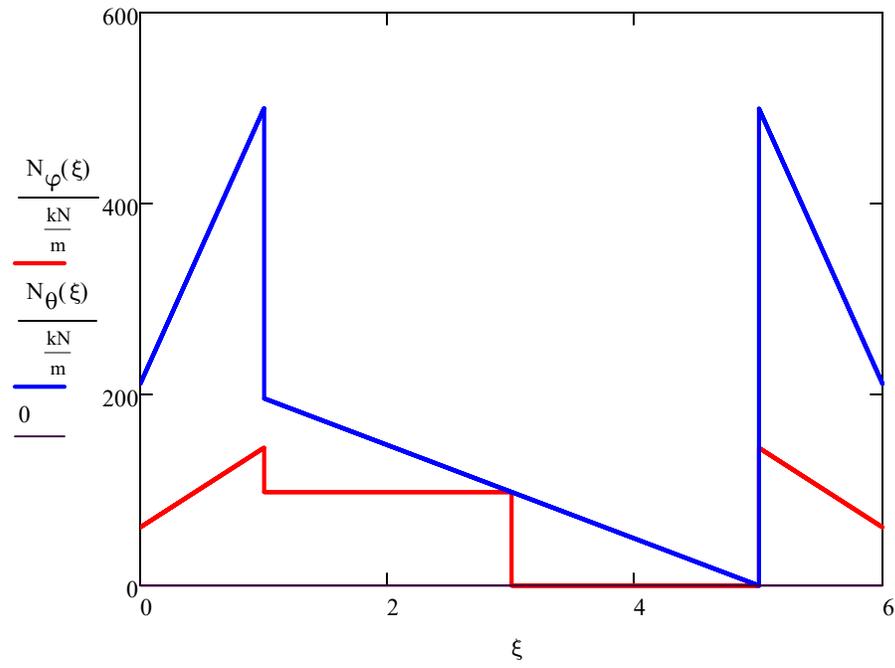
Diametro estremità coniche

### Quesito 1

$$N_{\varphi}(\xi) := \begin{cases} \left[ p_0 \cdot \frac{\left( \frac{\Phi_{01}}{2} + \tan(\alpha) \cdot \xi \right)}{2 \cdot \cos(\alpha)} \right] & \text{if } 0 \leq \xi \leq \frac{\Phi_0}{2} \\ 0 \cdot \frac{N}{m} & \text{if } \frac{3\Phi_0}{2} < \xi \leq \frac{5 \cdot \Phi_0}{2} \\ \rho_0 \cdot g \cdot \frac{\Phi_0^2}{2} & \text{if } \frac{\Phi_0}{2} < \xi \leq \frac{3 \cdot \Phi_0}{2} \\ \left[ p_0 \cdot \frac{\left[ \frac{\Phi_{01}}{2} + \tan(\alpha) \cdot (3 \cdot \Phi_0 - \xi) \right]}{2 \cdot \cos(\alpha)} \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$N_{\theta}(\xi) := \begin{cases} p_0 \cdot \frac{\left( \frac{\Phi_{01}}{2} + \tan(\alpha) \cdot \xi \right)}{\sin(\alpha)} & \text{if } 0 \leq \xi \leq \frac{\Phi_0}{2} \\ \rho_0 \cdot g \cdot \left( \frac{5 \cdot \Phi_0}{2} - \xi \right) \cdot \frac{\Phi_0}{2} & \text{if } \frac{\Phi_0}{2} < \xi \leq \frac{5 \cdot \Phi_0}{2} \\ \left[ p_0 \cdot \frac{\left[ \frac{\Phi_{01}}{2} + \tan(\alpha) \cdot (3 \cdot \Phi_0 - \xi) \right]}{\sin(\alpha)} \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\xi := 0 \cdot \text{m}, 0.001 \cdot \text{m} \dots 3 \cdot \Phi_0$$



### Quesito 2

$$s_{p\_cil} := \frac{\rho_0 \cdot g \cdot \Phi_0^2}{\sigma_{amm0}} = 1.634 \cdot \text{mm}$$

$$s_{p\_con} := \frac{P_0 \cdot \left( \frac{\Phi_0}{2} \right)}{\sigma_{amm0} \cdot \sin(\alpha)} = 4.167 \cdot \text{mm}$$

## Esercizio 2

La trave a mensola costituita da due tratti ortogonali mostrata in Fig. 2.1 è soggetta ad un carico uniformemente distribuito  $q_2$ .

Condurre la verifica ad attrito della giunzione bullonata di ancoraggio, contenente 4 bulloni posti ai vertici di un quadrato.

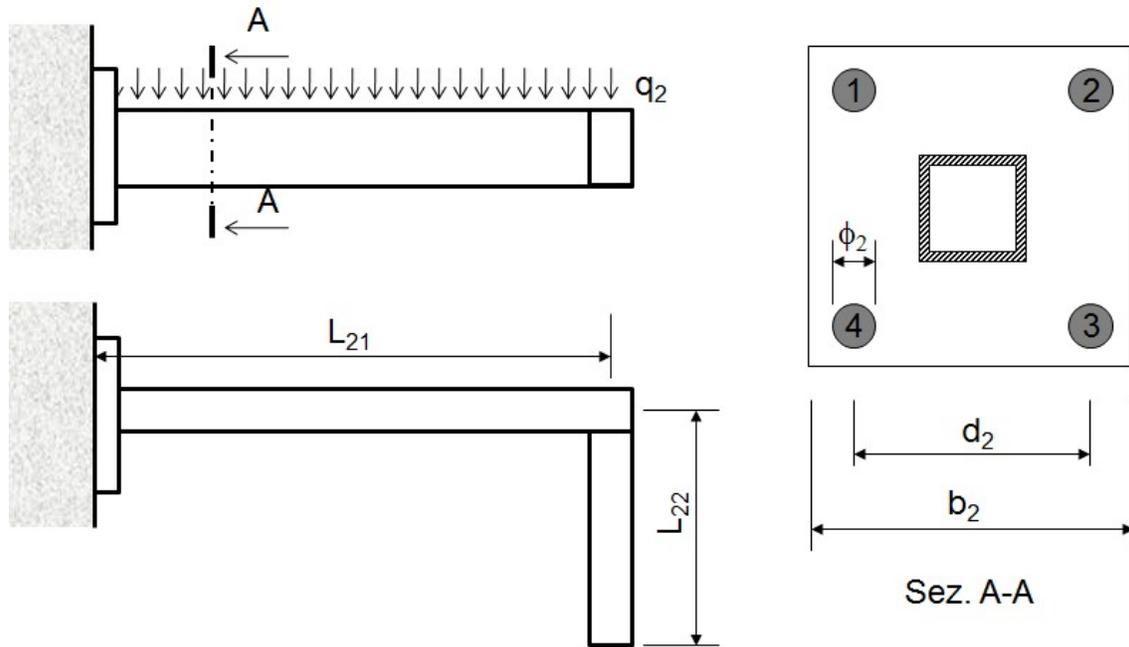


Fig. 2.1

$$q_2 := 2500 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad L_{21} := 2 \cdot \text{m} \quad L_{22} := 1 \cdot \text{m}$$

$$d_2 := 200 \cdot \text{mm} \quad b_2 := 300 \cdot \text{mm}$$

$$\phi_2 := 8 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{amb}2} := 1200 \cdot \text{MPa}$$

$$f_2 := 0.3 \quad \text{Coeff. attrito} \quad \psi := 1.5 \quad \text{Coeff. sicurezza}$$

### Caratteristiche di sollecitazione

$$F_y := q_2 \cdot (L_{21} + L_{22}) = 7.5 \cdot \text{kN}$$

$$M_x := q_2 \cdot \frac{L_{21}^2}{2} + q_2 \cdot L_{22} \cdot L_{21} = 10 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_z := q_2 \cdot \frac{L_{22}^2}{2} = 1.25 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

### Azioni sui bulloni

$$T_y := \frac{F_y}{4} = 1.875 \cdot \text{kN}$$

$$T_z := \frac{M_z}{4 \cdot \frac{d_2}{\sqrt{2}}} = 2.21 \cdot \text{kN}$$

$$N_x := \frac{M_x}{4 \cdot \frac{d_2}{2}} = 25 \cdot \text{kN}$$

### Verifica

$$T_{\text{tot}} := T_y + T_z = 4.085 \cdot \text{kN}$$

$$N_0 := 0.8 \cdot \sigma_{\text{amb}} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_2^2}{4} = 48.255 \cdot \text{kN}$$

$$T_{\text{tot}} = 4.085 \cdot \text{kN} < \frac{f_2 \cdot (N_0 - N_x)}{\psi} = 4.651 \cdot \text{kN} \quad \text{OK}$$

$$N_x = 25 \cdot \text{kN} < 0.8 \cdot N_0 = 38.604 \cdot \text{kN} \quad \text{OK}$$

### Esercizio 3

La ruota mostrata in Fig. 3.1 presenta 8 pale in acciaio a sezione rettangolare la cui estremità, durante la rotazione, risulta periodicamente immersa in acqua. Sapendo che:

- l'acqua esercita sull'estremità immersa una pressione massima uniformemente distribuita sulla parte immersa ed agente in senso opposto al moto pari a  $p_3$
- le azioni centrifughe e quelle legate al peso proprio sono trascurabili
- la pala funziona in continuazione, soggetta per il 30% del tempo alla pressione  $p_3$ , per il 30% del tempo alla pressione  $0.75 p_3$  e per il 40% alla pressione  $0.5 p_3$
- il limite di fatica  $\Delta\sigma_{lim}$  per  $\sigma_m=0$  si può assumere pari alla tensione di snervamento del materiale

si determini il limite di fatica minimo richiesto per il materiale

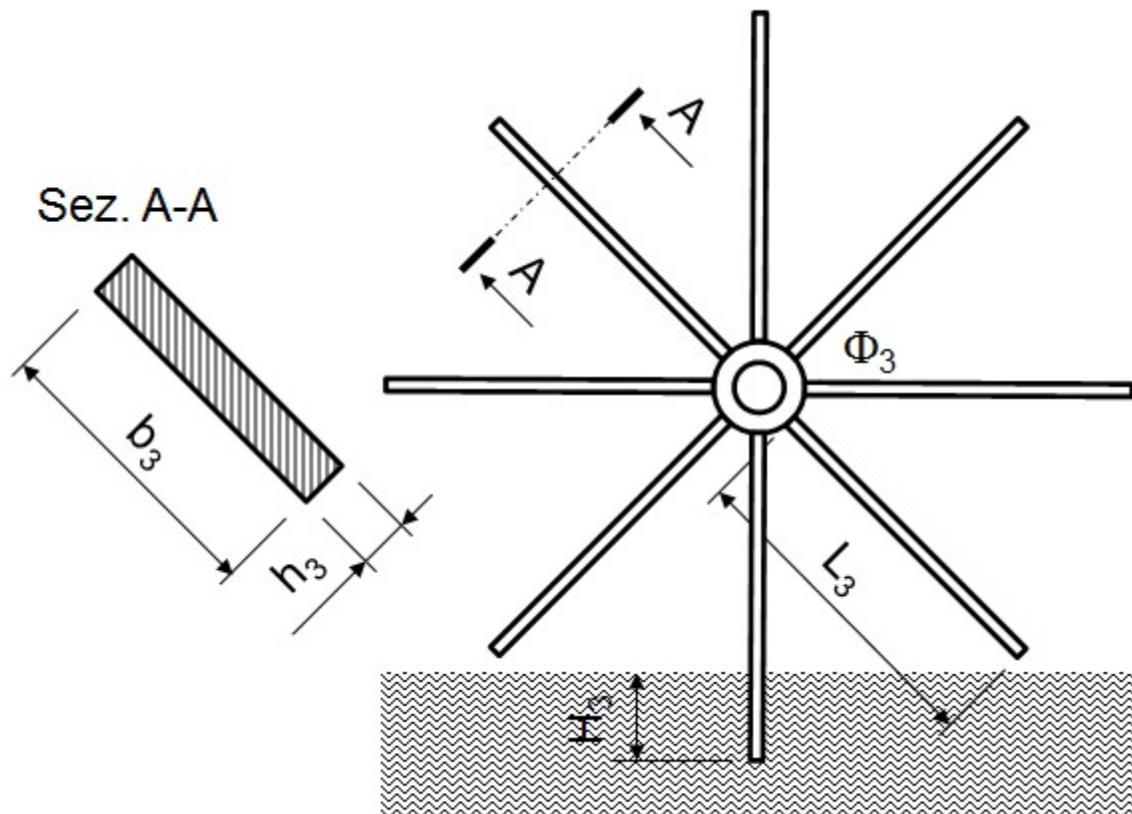


Fig. 3.1

$$L_3 := 3.5\text{-m} \quad H_3 := 0.5\text{-m} \quad b_3 := 350\text{-mm} \quad h_3 := 30\text{-mm}$$

$$p_3 := 0.02\text{-MPa}$$

Sollecitazioni agenti

$$M_{x3} := p_3 \cdot b_3 \cdot H_3 \cdot \left( L_3 - \frac{H_3}{2} \right) = 1.138 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Caratteristiche sezione resistente

$$J_3 := \frac{b_3 \cdot h_3^3}{12} = 7.875 \times 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

Tensioni agenti

$$\sigma_{\max 3} := \frac{M_{x3}}{J_3} \cdot \frac{h_3}{2} = 216.667 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_3 := \sigma_{\max 3}$$

$$\sigma_{m3} := \frac{\sigma_{\max 3}}{2} = 108.333 \cdot \text{MPa}$$

Risposta

$$\Delta\sigma_{\text{lim\_min}} := \Delta\sigma_3 + \sigma_{m3} = 325 \cdot \text{MPa}$$