

COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE
ESAME DEL 02/02/2016

Esercizio 1

E' dato il recipiente cilindrico chiuso agli estremi di Fig. 1.1, realizzato in resina caricata con inerti avente densità ρ_1 . Il recipiente ha spessore diverso nella parte cilindrica e nei fondi piani ed è soggetto, in esercizio, ad una pressione interna p_1 .

Si valuti, tenendo conto della pressione interna e del peso proprio del recipiente:

1. l'andamento delle tensioni nella parte cilindrica in funzione della coordinata assiale ξ
2. il coefficiente di sicurezza del recipiente rispetto alla tensione ammissibile

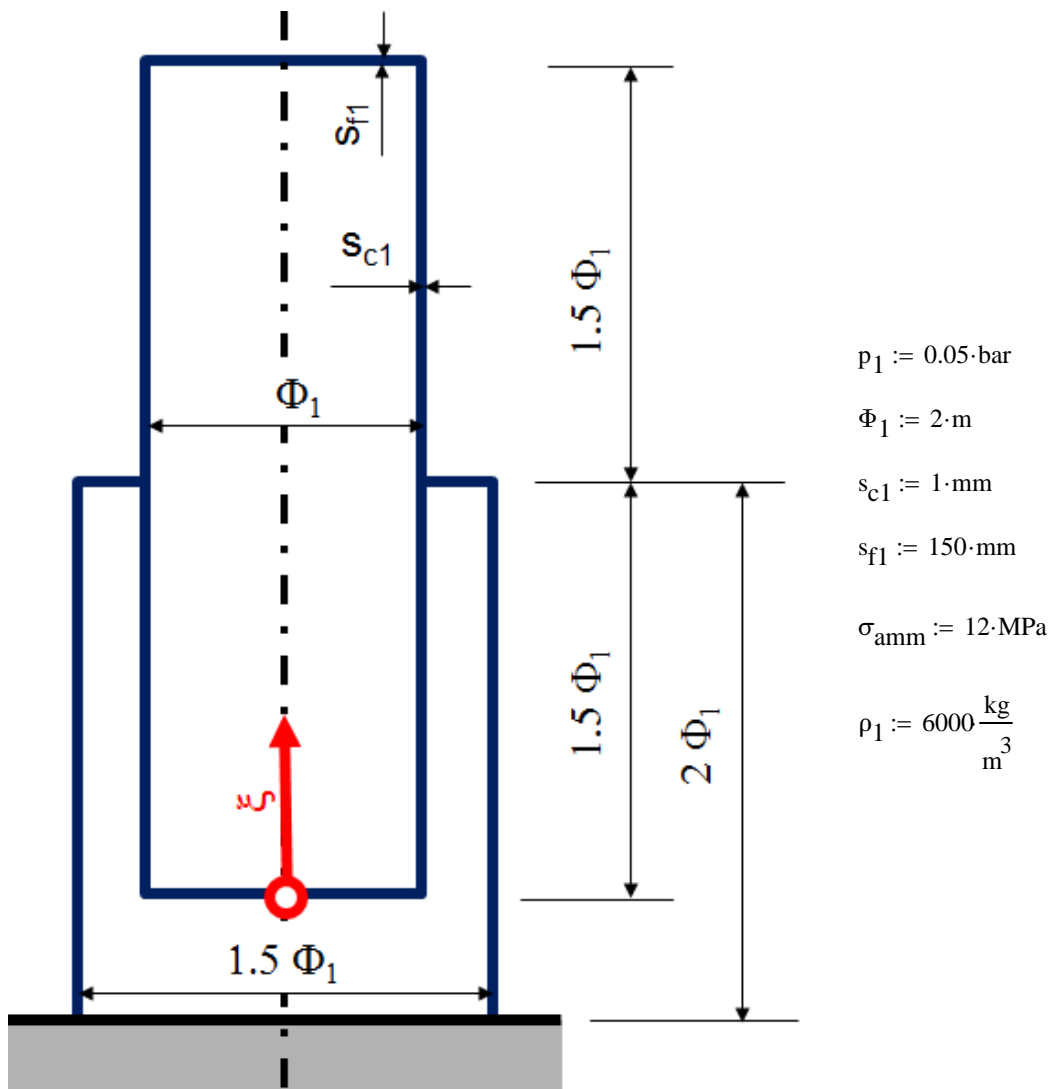


Fig. 1.1

Quesito 1

$$W_1 := \left(2 \cdot \frac{\pi \cdot \Phi_1^2}{4} \cdot s_{f1} + \pi \cdot \Phi_1 \cdot s_{c1} \cdot 3 \cdot \Phi_1 \right) \cdot \rho_1 \cdot g = 57.674 \cdot \text{kN}$$

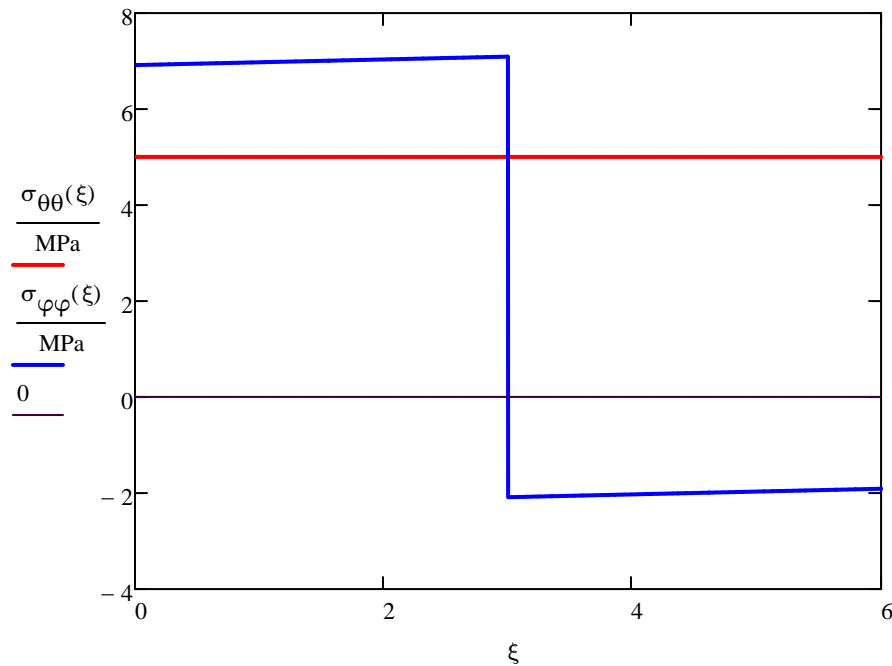
$$N_{\varphi\varphi}(\xi) := \begin{cases} \left[\frac{p_1 \cdot \Phi_1}{4} + \frac{\left(\frac{\pi \cdot \Phi_1^2}{4} \cdot s_{f1} + \pi \cdot \Phi_1 \cdot s_{c1} \cdot \xi \right) \cdot \rho_1 \cdot g}{\pi \cdot \Phi_1} \right] & \text{if } 0 \cdot \text{m} \leq \xi < 1.5 \cdot \Phi_1 \\ \left[\frac{p_1 \cdot \Phi_1}{4} + \frac{\left(\frac{\pi \cdot \Phi_1^2}{4} \cdot s_{f1} + \pi \cdot \Phi_1 \cdot s_{c1} \cdot \xi \right) \cdot \rho_1 \cdot g}{\pi \cdot \Phi_1} - \frac{W_1}{\pi \cdot \Phi_1} \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$N_{\theta\theta}(\xi) := \frac{p_1 \cdot \Phi_1}{2}$$

$$\xi := 0 \cdot \text{m}, 0.001 \cdot \text{m} \dots 3 \cdot \Phi_1$$

$$\sigma_{\theta\theta}(\xi) := \frac{N_{\theta\theta}(\xi)}{s_{c1}}$$

$$\sigma_{\varphi\varphi}(\xi) := \frac{N_{\varphi\varphi}(\xi)}{s_{c1}}$$



Quesito 2

$$\sigma_{\text{eq_max}} := \left| \sigma_{\theta\theta}(1.5 \cdot \Phi_1) - \sigma_{\varphi\varphi}(1.5 \cdot \Phi_1) \right| = 7.09 \cdot \text{MPa} < \sigma_{\text{amm}} = 12 \cdot \text{MPa}$$

Esercizio 2

La gru a bandiera mostrata in Fig. 2.1 è costituita da un braccio fisso, cui è articolato nella posizione Z un braccio mobile, capace di ruotare attorno ad un asse verticale passante per Z. Il ciclo di lavoro della gru consiste nel sollevare la massa W_2 nella posizione A (in pianta), far ruotare il braccio snodato, passando per la posizione B, fino ad arrivare alla posizione C in corrispondenza della quale il carico viene depositato. Si conduca la verifica a vita infinita del braccio fisso, trascurando il peso proprio della gru.

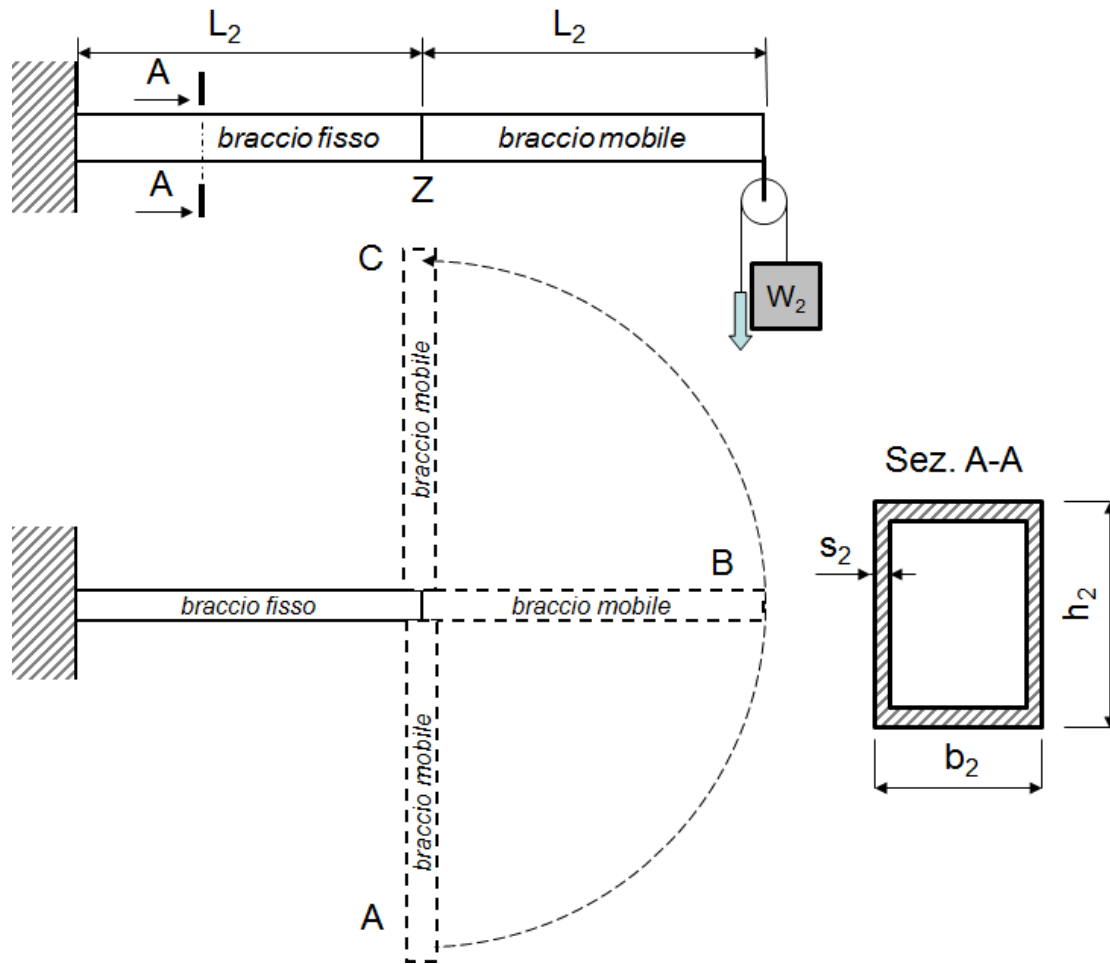


Fig. 2.1

$$W_2 := 2500 \cdot \text{kg} \quad L_2 := 2 \cdot \text{m} \quad h_2 := 250 \cdot \text{mm} \quad b_2 := 200 \cdot \text{mm} \quad s_2 := 10 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta\sigma_{\text{lim}2} := 450 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{y2} := 500 \cdot \text{MPa}$$

Dati Sezione

$$J_x := \frac{b_2 \cdot h_2^3 - (b_2 - 2 \cdot s_2) \cdot (h_2 - 2 \cdot s_2)^3}{12} = 7.791 \times 10^7 \cdot \text{mm}^4$$

$$\Omega := (b_2 - s_2) \cdot (h_2 - s_2) = 4.56 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$$

Sollecitazioni di flessione

$$M_{x_max} := W_2 \cdot g \cdot 2 \cdot L_2 = 98.067 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{max} := \frac{M_{x_max}}{J_x} \cdot \frac{h_2}{2} = 157.336 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma := \sigma_{max} \quad \sigma_m := \frac{\sigma_{max}}{2}$$

$$\Delta\sigma_{eq} := \Delta\sigma \cdot \frac{\sigma_{y2}}{\sigma_{y2} - \sigma_m} = 186.713 \cdot \text{MPa}$$

Sollecitazioni di torsione

$$M_{z_max} := W_2 \cdot g \cdot L_2 = 49.033 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\tau_{max} := \frac{M_{z_max}}{2 \cdot \Omega \cdot s_2} = 53.765 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\tau := 2 \cdot \tau_{max} \quad \tau_m := 0 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\tau_{eq} := \Delta\tau = 107.529 \cdot \text{MPa}$$

Verifica

$$\Delta\tau_{lim2} := \frac{\Delta\sigma_{lim2}}{\sqrt{3}} = 259.808 \cdot \text{MPa}$$

$$\left(\frac{\Delta\sigma_{eq}}{\Delta\sigma_{lim2}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\tau_{eq}}{\Delta\tau_{lim2}} \right)^2 = 0.343 < 1 \quad \text{OK}$$

Esercizio 3

La struttura mostrata in Fig. 3.1 presenta un tratto centrale tubolare a sezione circolare, collegato ai due bracci di estremità tramite saldature a cordoni d'angolo. Condurre la verifica di resistenza di tali saldature

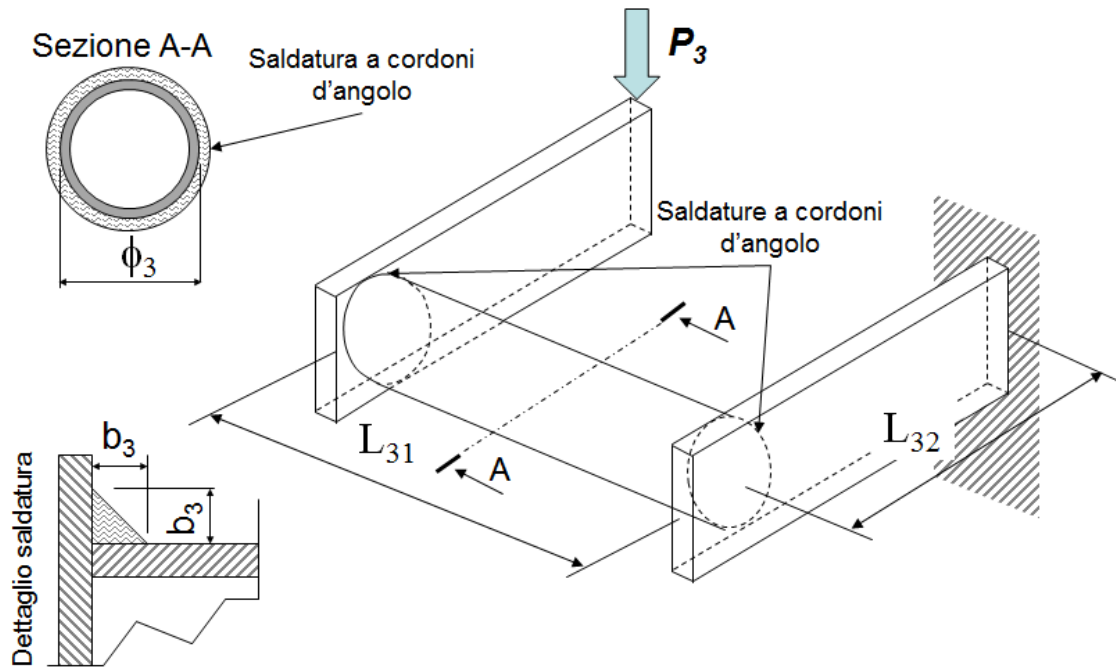


Fig. 3.1

$$\Phi_3 := 0.3 \cdot \text{m}$$

$$L_{31} := 1.9 \cdot \text{m}$$

$$L_{32} := 1.5 \cdot \text{m}$$

$$b_3 := 7 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{amm_base3}} := 300 \cdot \text{MPa}$$

$$f_1 := 0.85$$

$$f_2 := 0.7$$

$$P_3 := 17500 \cdot \text{N}$$

Sollecitazioni agenti

$$M_{x3} := P_3 \cdot L_{31} = 3.325 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$M_{z3} := P_3 \cdot L_{32} = 2.625 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$T_{y3} := P_3$$

Caratteristiche sezione resistente

$$a_3 := \frac{b_3}{\sqrt{2}} = 4.95 \cdot \text{mm}$$

$$J_{x3} := \frac{\pi}{64} \cdot [(\Phi_3 + 2 \cdot a_3)^4 - \Phi_3^4] = 5.514 \times 10^7 \cdot \text{mm}^4$$

$$J_{p3} := \frac{\pi}{32} \cdot [(\Phi_3 + 2 \cdot a_3)^4 - \Phi_3^4] = 1.103 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

$$A_3 := \frac{\pi}{4} \cdot [(\Phi_3 + 2 \cdot a_3)^2 - \Phi_3^2] = 4.742 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Tensioni agenti

$$\sigma_{\text{ort}} := \frac{M_{x3}}{J_{x3}} \cdot \frac{(\Phi_3 + 2 \cdot a_3)}{2} = 93.442 \cdot \text{MPa}$$

$$\tau_{\text{par_Mz}} := \frac{M_{z3}}{J_{p3}} \cdot \frac{(\Phi_3 + 2 \cdot a_3)}{2} = 36.885 \cdot \text{MPa}$$

$$\tau_{\text{par_T}} := \frac{T_{y3}}{A_3} = 3.69 \cdot \text{MPa} \quad \text{trascurabile}$$

Verifica

$$\sqrt{\sigma_{\text{ort}}^2 + \tau_{\text{par_Mz}}^2} = 100.458 \cdot \text{MPa} < \sigma_{\text{amm_base3}} \cdot f_1 = 255 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{\text{ort}} < \sigma_{\text{amm_base3}} \cdot f_2 = 210 \cdot \text{MPa}$$