COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE
ESAME DEL 13/01/2015

Esercizio 1

E' dato il recipiente sferico in acciaio mostrato nella Fig. 1.1. Il recipiente è chiuso inferiormente e superiormente da due piastre cilindriche rigide. Al centro della paistra superiore è applicata la forza F_0, mentre la piastra inferiore è appoggiata su di una superficie rigida. Il recipiente è pressurizzato internamente con la pressione p_0.

Trascurando gli effetti locali e quello del peso proprio :

1. determinare l'andamento delle caratteristiche generalizzate di sollecitazione membranali nella zona sferica (da A a B) in funzione della coordinata curvilinea φ
2. condurre la verifica della parte sferica del recipiente
3. la variazione del raggio della parte sfrica per φ=π/2.

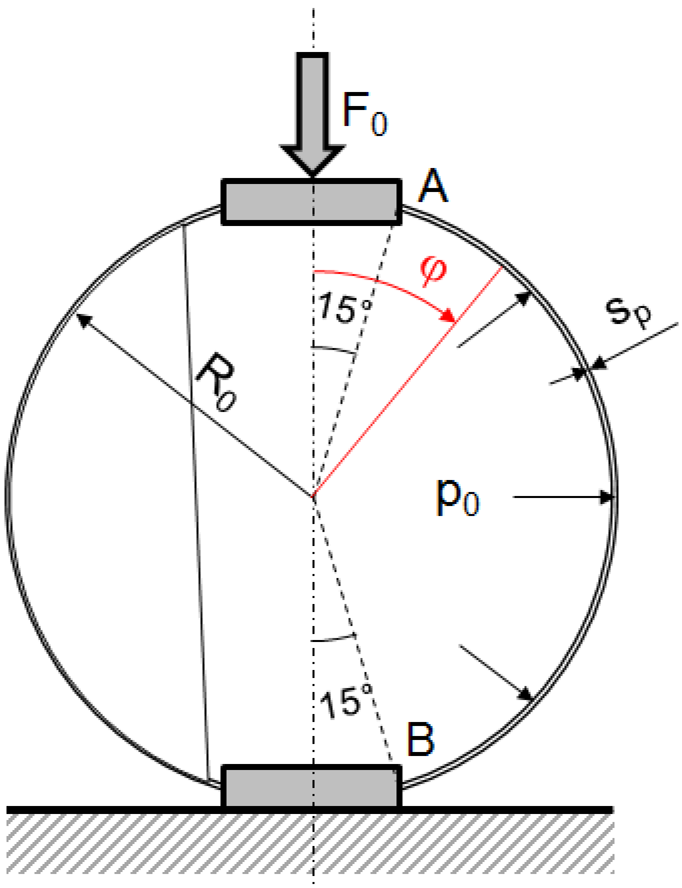


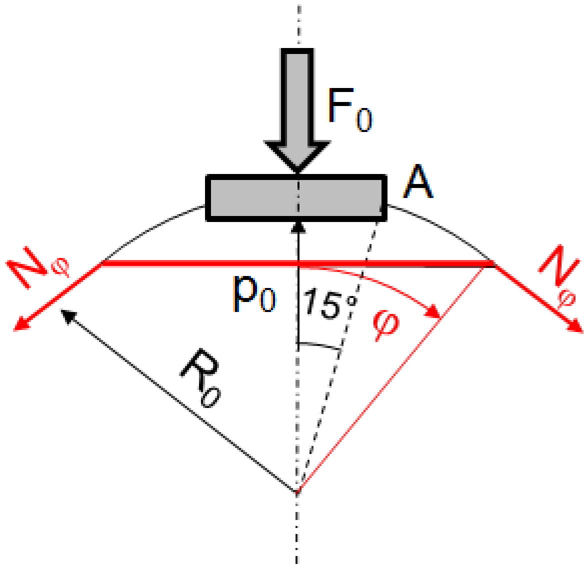
Fig. 1.1

$E := 210000 \cdot MPa$ $\nu := 0.3$ $\sigma_{amm} := 300 \cdot MPa$ $R_0 := 1 \cdot m$

$s_p := 2 \cdot mm$ $p_0 := 5 \cdot bar$ $F_0 := 10 \cdot kN$ $\alpha_0 := \frac{15}{180} \cdot \pi$

Quesito 1

La caratteristica N_φ può essere deternminata dalla condizione di equilibrio assiale della porzione di struttura individuata dalla coordinata curvilinea:



$$N_\varphi \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_0 \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\varphi) + F_0 - p_0 \cdot \pi \cdot \left(R_0 \cdot \sin(\varphi)\right)^2 = 0$$

La N_θ si ottiene invece dalla equazione di Laplace:

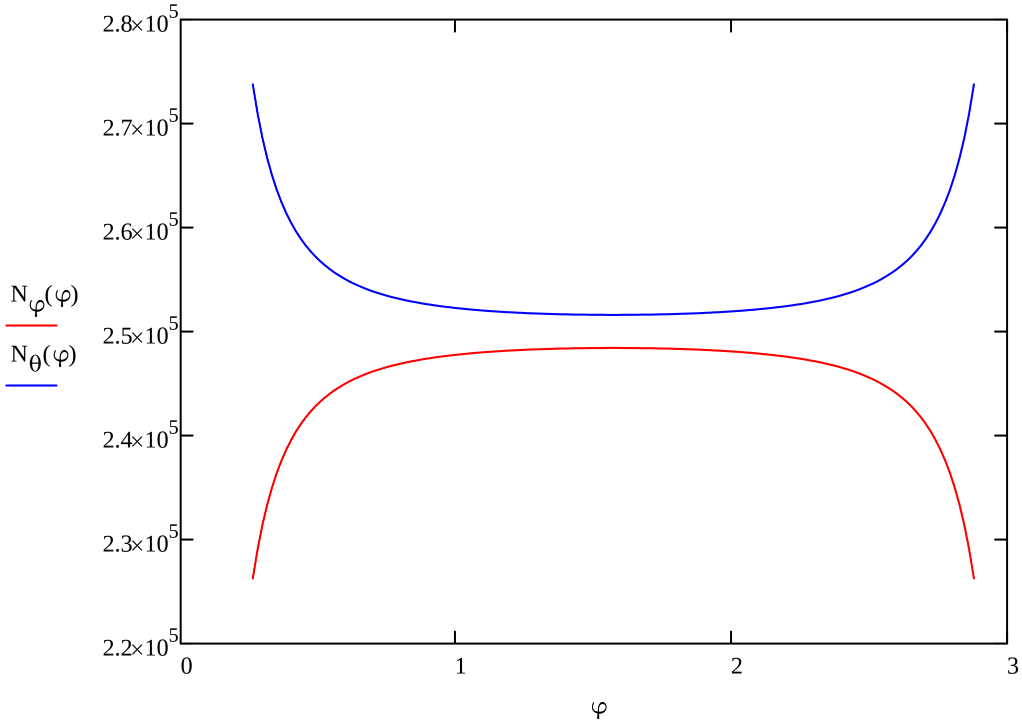
$$\frac{N_\theta}{R_0} + \frac{N_\varphi}{R_0} - p_0 = 0$$

$$N_\varphi(\varphi) := \frac{p_0 \cdot \pi \cdot \left(R_0 \cdot \sin(\varphi)\right)^2 - F_0}{2 \cdot \pi \cdot R_0 \cdot \sin(\varphi)^2}$$

$$N_\varphi(\varphi) := \frac{p_0 \cdot R_0}{2} - \frac{F_0}{2 \cdot \pi \cdot R_0 \cdot \sin(\varphi)^2}$$

$$N_\theta(\varphi) := \frac{p_0 \cdot R_0}{2} + \frac{F_0}{2 \cdot \pi \cdot R_0 \cdot \sin(\varphi)^2}$$

$\varphi := \alpha_0, \alpha_0 + \frac{\pi}{180} .. \pi - \alpha_0$



Quesito 2

Le tensioni massime si hanno nei punti A e B. Dato che sono dello stesso segno si ha: :

$$\sigma_{\varphi}(\varphi) := \frac{N_{\varphi}(\varphi)}{s_p}$$

$$\sigma_{\theta}(\varphi) := \frac{N_{\theta}(\varphi)}{s_p}$$

$\sigma_{id\_max} := \sigma_{\theta}(\alpha_0) = 136.879 \cdot MPa$ < $\sigma_{amm} = 300 \cdot MPa$ OK

Quesito 3

$$\varepsilon_\theta := \frac{\sigma_\theta\left(\frac{\pi}{2}\right)}{E} - \frac{\nu \cdot \sigma_\varphi\left(\frac{\pi}{2}\right)}{E} = 4.216 \times 10^{-4}$$

$$\Delta R_\theta := R_0 \cdot \varepsilon_\theta = 0.422 \cdot mm$$

$$\varepsilon_\varphi := \frac{\sigma_\varphi\left(\frac{\pi}{2}\right)}{E} - \frac{\nu \cdot \sigma_\theta\left(\frac{\pi}{2}\right)}{E} = 4.117 \times 10^{-4}$$

$$\Delta R_\varphi := R_0 \cdot \varepsilon_\varphi = 0.412 \cdot mm$$

Esercizio 2

La gru in acciaio mostrata in Fig. 2.1, costruita con profilati aventi un'unica sezione, viene utilizzata per solleavre le masse W_0, 0.85 W_0 e 0.7 W_0 rispettivamente nel 15 %, 25% e 60% dei casi. Si determini il numero di cicli a rottura

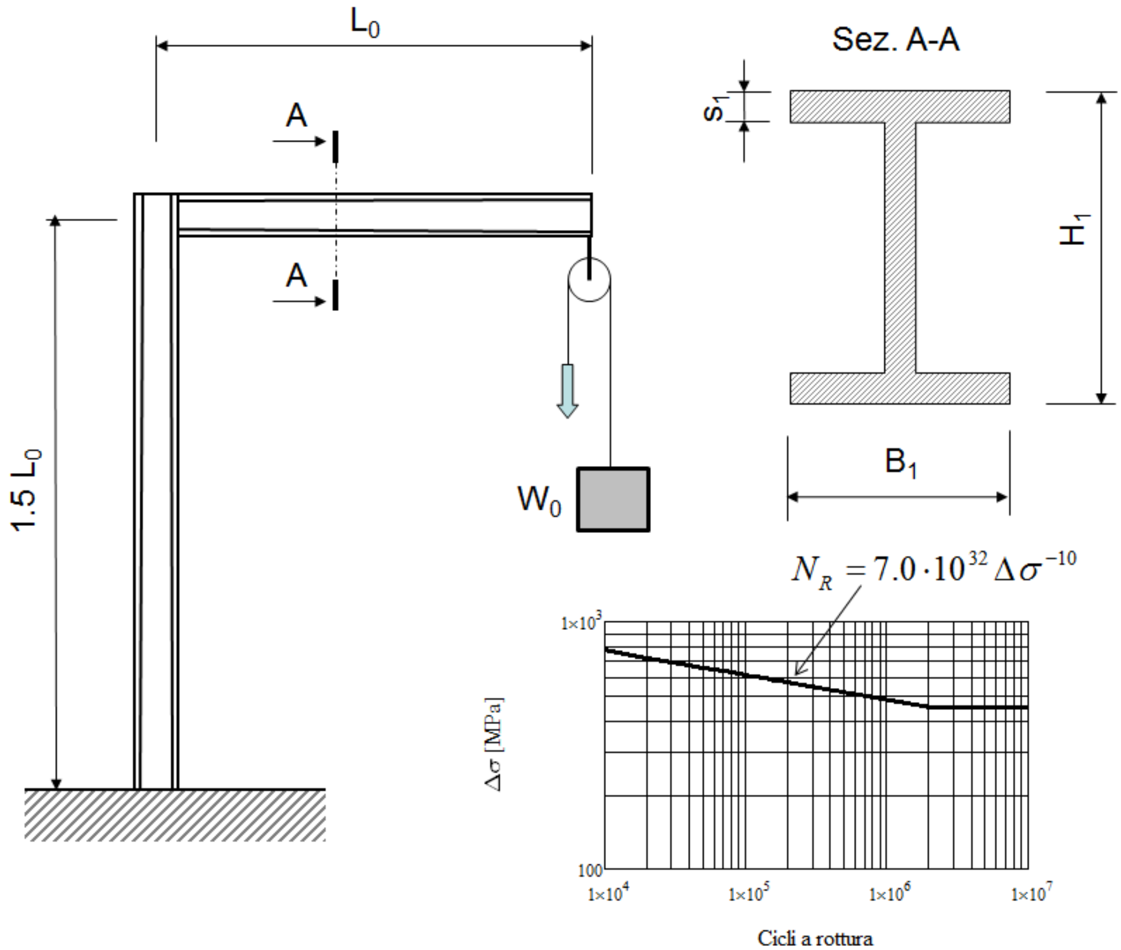


Fig. 2.1

$W_0 := 4500 \cdot kg$ $\qquad$ $L_0 := 2 \cdot m$

$H_1 := 200 \cdot mm$ $\qquad$ $B_1 := 180 \cdot mm$ $\qquad$ $s_1 := 10 \cdot mm$

$\sigma_{sn} := 500 \cdot MPa$ $\quad$ tensione snervamento materiale

Momento massimo dovuto alla massa W_0:

$$M_0 := 2 \cdot W_0 \cdot g \cdot L_0 = 1.765 \times 10^5 \cdot N \cdot m$$

Tensione assiale dovuta al momento M_0:

$$J_x := \frac{B_1 \cdot H_1^{\,3} - \left(B_1 - s_1\right) \cdot \left(H_1 - 2 \cdot s_1\right)^3}{12} = 3.738 \times 10^7 \cdot mm^4$$

$$\sigma_{zW} := \frac{M_0}{J_x} \cdot \frac{\left(H_1\right)}{2} = 472.23 \cdot MPa$$

Numeri di cicli a rottura per ogni livello di carico

$$\Delta\sigma_1 := \sigma_{zW} \qquad \sigma_{m1} := \frac{\sigma_{zW}}{2}$$

$$\Delta\sigma_{1eq} := \Delta\sigma_1 \cdot \frac{\sigma_{sn}}{\sigma_{sn} - \sigma_{m1}} = 894.766 \cdot MPa$$

$$N_{R1} := 7 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_{1eq}}{MPa}\right)^{-10} = 2.128 \times 10^3$$

$$\Delta\sigma_2 := 0.85 \cdot \sigma_{zW} \qquad \sigma_{m2} := \frac{0.85 \cdot \sigma_{zW}}{2}$$

$$\Delta\sigma_{2eq} := \Delta\sigma_2 \cdot \frac{\sigma_{sn}}{\sigma_{sn} - \sigma_{m2}} = 670.553 \cdot MPa$$

$$N_{R2} := 7 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_{2eq}}{MPa}\right)^{-10} = 3.809 \times 10^4$$

$$\Delta\sigma_3 := 0.7 \cdot \sigma_{zW} \qquad \sigma_{m3} := \frac{0.7 \cdot \sigma_{zW}}{2}$$

$$\Delta\sigma_{3eq} := \Delta\sigma_3 \cdot \frac{\sigma_{sn}}{\sigma_{sn} - \sigma_{m3}} = 493.789 \cdot MPa$$

$$N_{R3} := 7 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_{3eq}}{MPa}\right)^{-10} = 8.122 \times 10^5$$

Calcolo numero di cicli a rottura

$$n_R := \frac{1}{\left(\frac{0.15}{N_{R1}} + \frac{0.25}{N_{R2}} + \frac{0.6}{N_{R3}}\right)} = 1.286 \times 10^4$$

Esercizio 3

La trave a cassono in acciaio mostrata nella Figura 3.1, è ottenuta tramite saldatura a cordoni d'angolo a tratti (4 cordoni) di lamiere piane. Il catdeto della saldatura è uguale allo spessore della lamiera
Condurre la verifica della saldatura.

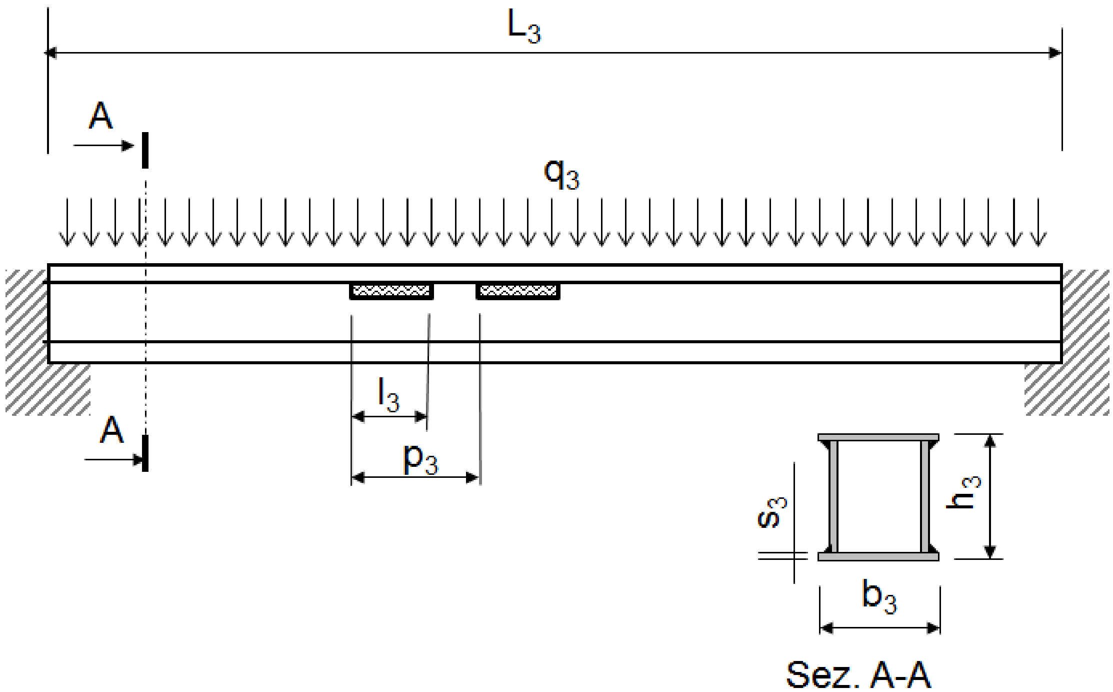


Fig. 3.1

Dati:

$s_3 := 10 \cdot mm$ $h_3 := 250 \cdot mm$ $b_3 := 200 \cdot mm$ $L_3 := 12 \cdot m$

$l_3 := 100 \cdot mm$ $p_3 := 200 \cdot mm$

$q_3 := 100 \cdot \frac{N}{mm}$ $f_1 := 0.8$ $f_2 := 0.75$ $\sigma_{amm\_base} := 350 \cdot MPa$

La saldatura risente degli effetti del taglio, che causa delle tensioni tangenziali parallele, mentre non risente degli effetti della flessione, che causa delle tensioni normali parallelele.

$$T_{max} := \frac{q_3 \cdot L_3}{2} = 6 \times 10^5 \, N$$ Taglio massimo

$$J_x := \frac{b_3 \cdot h_3^{\,3}}{12} - \frac{\left(b_3 - 2 \cdot s_3\right) \cdot \left(h_3 - 2 \cdot s_3\right)^3}{12} = 7.791 \times 10^7 \cdot mm^4$$

$$S_{x\_p} := b_3 \cdot s_3 \cdot \frac{\left(h_3 - s_3\right)}{2} = 2.4 \times 10^5 \cdot mm^3$$ Momento statico piattabanda

$$a := \frac{s_3}{\sqrt{2}} = 7.071 \cdot mm$$

$$\tau_{par} := \frac{T_{max} \cdot S_{x\_p}}{J_x \cdot 2 \cdot a} = 130.691 \cdot MPa$$

$$\tau_{eq} := \tau_{par} \cdot \frac{p_3}{l_3} = 261.382 \cdot MPa$$

Verifica

$\sqrt{\tau_{eq}^{\,2}} = 261.382 \cdot MPa$ < $f_1 \cdot \sigma_{amm\_base} = 280 \cdot MPa$ OK