

## COSTRUZIONI DI APPARECCHIATURE CHIMICHE

Esame del 07/06/2012

### Esercizio

La piastra circolare rappresentata in sezione nella figura 1, realizzata in lega leggera ( $E = 76\text{GPa}$ ,  $\nu = 0.3$ ,  $\sigma_{am} = 250\text{MPa}$ ), avente spessore  $h = 12\text{mm}$  e raggio  $a = 20h$ , è appoggiata sul bordo esterno e sollecitata da una distribuzione assialsimmetrica di pressione che ha intensità linearmente variabile con la distanza dall'asse:  $p = p_0 \frac{r}{a}$ .

a) Impostare l'equazione risolvente e le rispettive condizioni al contorno per la freccia della piastra. Considerando che una soluzione particolare dell'equazione non omogenea per il caso in esame è:

$$w = -\frac{p_0 r^5}{225Da}$$

b) determinare la risultante del carico compatibile con la resistenza della piastra,

c) con il carico valutato in b) determinare il valore della freccia massima per i punti del piano medio della piastra.

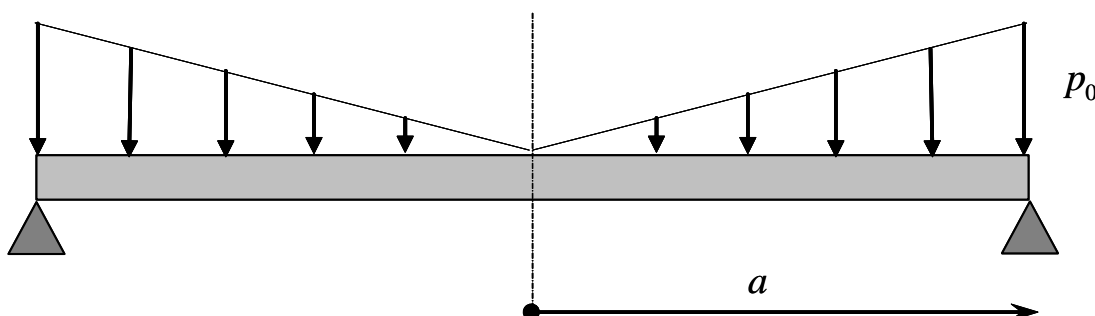


Figura 1

### Risposta a)

Il taglio è dato da:

$$S(r) = \frac{1}{2\pi r} \int_0^r p_0 \frac{r}{a} 2\pi r dr = \frac{p_0}{3a} r^2$$

L'equazione del terzo ordine:

$$\frac{d}{dr} \left[ \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{dw}{dr} \right) \right] = -\frac{p_0}{3aD} r^2 \quad \left( = -\frac{S}{D} \right)$$

Le condizioni al contorno sono:

$$w(a) = M_{rr}(a) = c_2 = 0$$

### Risposta b)

La soluzione è la seguente:

$$w(r) = -\frac{p_0 r^5}{225Da} + \frac{c_1}{4} r^2 + c_3$$

per  $p_0$  unitario si ottiene:

$$c_1 = 7.041 \cdot 10^{-4} \text{mm}^{-1}; \quad c_3 = -8.913 \text{mm}$$

La zona critica è il centro dove:

$$M_{rr}(0) = M_{\theta\theta}(0) = -5.504 \cdot 10^3 \text{N}$$

Il carico può essere aumentato fino a  $p_{0max} = 1.09\text{MPa}$  da cui si ottiene la risultante:

$$F = 131.5 \text{kN}$$

### Risposta c)

La freccia massima (in modulo) è nel centro e vale:

$$w(0) = -9.72 \text{mm}$$

## Esercizio 2

Nella Fig. 2.1 è mostrato un ponte, soggetto all'azione del peso proprio e di un carico  $F$  dovuto ad un veicolo che lo attraversa periodicamente.

Condurre la verifica a fatica a vita infinita nella sezione centrale del ponte, trascurando gli effetti del taglio.

Dati:

$$L_0 := 20 \cdot \text{m}$$

$$F_0 := 150 \cdot \text{kN}$$

$$b := 400 \cdot \text{mm}$$

$$h := 700 \cdot \text{mm}$$

$$s_p := 20 \cdot \text{mm}$$

$$\rho := 7850 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\sigma_s := 300 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{\text{lim}} := 250 \cdot \text{MPa}$$

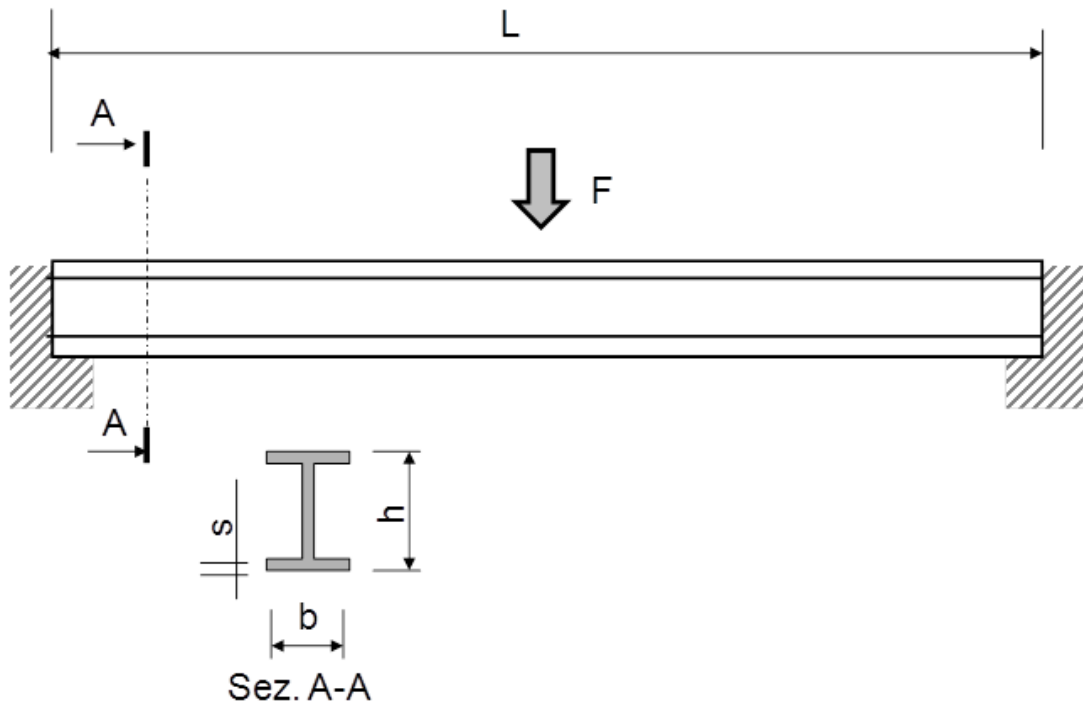


Fig. 2.1

Dati sezione

$$A_0 := b \cdot h - (b - s_p) \cdot (h - 2 \cdot s_p) = 0.029 \text{ m}^2$$

$$J_0 := \frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{(b - s_p) \cdot (h - 2 \cdot s_p)^3}{12} = 2.329 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

## Carichi

$$p := A_0 \cdot \rho \cdot g = 2.248 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}} \quad \text{Peso proprio}$$

## Caratteristiche sollecitazione

$$M_{mn} := \frac{p \cdot L_0^2}{8} = 1.124 \times 10^5 \cdot \text{N} \cdot \text{m} \quad \text{Peso proprio}$$

$$M_{mx} := \frac{F_0 \cdot L_0}{4} + M_{mn} = 8.624 \times 10^5 \cdot \text{N} \cdot \text{m} \quad \text{Peso proprio +veicolo}$$

## Tensioni

$$\sigma_{mx} := \frac{M_{mx} \cdot h}{J_0} = 129.583 \cdot \text{MPa} \quad \text{Massima}$$

$$\sigma_{mn} := \frac{M_{mn} \cdot h}{J_0} = 16.888 \cdot \text{MPa} \quad \text{Minima}$$

$$\Delta\sigma := \sigma_{mx} - \sigma_{mn} = 112.695 \cdot \text{MPa} \quad \text{Range di tensione}$$

$$\sigma_m := \frac{\sigma_{mx} + \sigma_{mn}}{2} = 73.236 \cdot \text{MPa} \quad \text{Tensione media}$$

$$\Delta\sigma_{\text{eff}} := \Delta\sigma \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_s - \sigma_m} = 149.091 \cdot \text{MPa} \quad \text{Correzione di Sodeberg}$$

## Verifica

$$\Delta\sigma_{\text{eff}} = 149.091 \cdot \text{MPa} < \Delta\sigma_{\text{lim}} = 250 \cdot \text{MPa}$$

### ESERCIZIO 3

Il tubo in acciaio mostrato in Fig. 3.1 è collegato alla parete con una flangia a quattro bulloni. Esso è soggetto all'azione del solo peso proprio.  
Condurre la verifica ad attrito dei bulloni.

Dati:

- $L = 10 \text{ m}$
- $\Phi_B = 2060 \text{ mm}$
- $\Phi_T = 2 \text{ m}$
- $s_p = 20 \text{ mm}$
- $\Phi_b = 30 \text{ mm}$  diametro bullone
- $f = 0.3$  coefficiente attrito flange
- $\sigma_{bamm} = 550 \text{ MPa}$  tensione ammissibile bullone
- $\Psi = 1.5$  coefficiente sicurezza verifica attrito

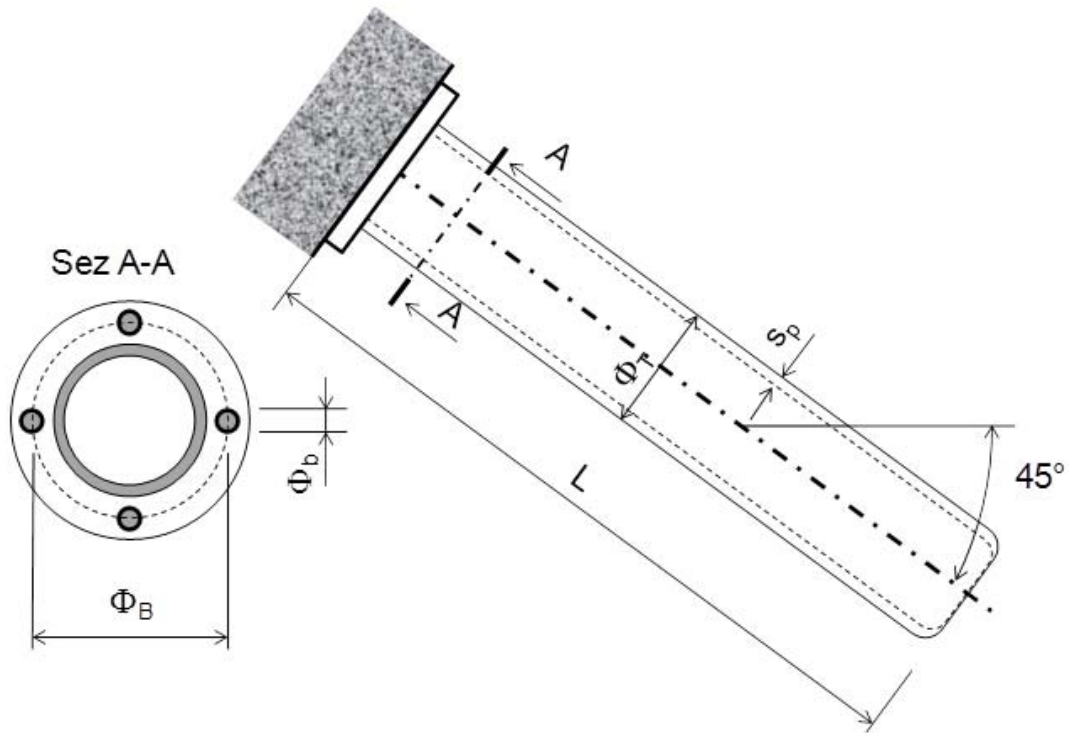


Fig. 3.1

$$\Phi_b := 30 \cdot \text{mm}$$

$$L := 10 \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{bamm} := 550 \cdot \text{MPa}$$

$$\Phi_T := 2 \cdot \text{m}$$

$$s_p := 20 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi_B := \Phi_T + 2 \cdot \Phi_b = 2.06 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

$$f_0 := 0.3$$

Dati bullone

$$A_b := \pi \cdot \frac{\Phi_b^2}{4} = 7.069 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N_0 := 0.8 \cdot \sigma_{\text{bamm}} \cdot A_b = 3.11 \times 10^5 \text{ N}$$

Carichi agenti

$$W := L_0 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left[ \Phi_T^2 - (\Phi_T - 2 \cdot s_p)^2 \right] \cdot \rho \cdot g = 9.577 \times 10^4 \text{ N}$$

Forze e momenti sul giunto

$$M_x := W \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{L_0}{2} = 3.386 \times 10^5 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$F_z := W \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6.772 \times 10^4 \text{ N}$$

$$F_y := F_z$$

Azioni sui bulloni

$$T_i := \frac{F_y}{4} = 1.693 \times 10^4 \text{ N}$$

$$N_{zi} := \frac{F_z}{4}$$

$$N_{xi} := M_x \cdot \frac{\Phi_B}{\Phi_B^2} = 1.644 \times 10^5 \text{ N}$$

Verifica

$$N_i := N_{zi} + N_{xi} = 1.813 \times 10^5 \text{ N} < 0.8 \cdot N_0 = 2.488 \times 10^5 \text{ N}$$

$$T_i = 1.693 \times 10^4 \text{ N} < \frac{f_0 \cdot (N_0 - N_i)}{1.5} = 2.594 \times 10^4 \text{ N}$$