

## ESERCIZIO 2

Nella Fig. 2.1 è mostrato un tubo chiuso, da considerarsi appoggiato agli estremi, soggetto al peso proprio ed ad una pressione interna.

Il tubo reca una saldatura longitudinale a piena penetrazione, della quale si chiede di condurre la verifica.

Dati:

- $L = 20 \text{ m}$
- $\Phi = 300 \text{ mm}$  diametro esterno del tubo
- $s = 15 \text{ mm}$  spessore del tubo
- $p = 2 \text{ MPa}$  pressione interna
- $\sigma_{amm} = 150 \text{ MPa}$  tensione ammissibile del materiale
- $f = 0.9$  efficienza della saldatura

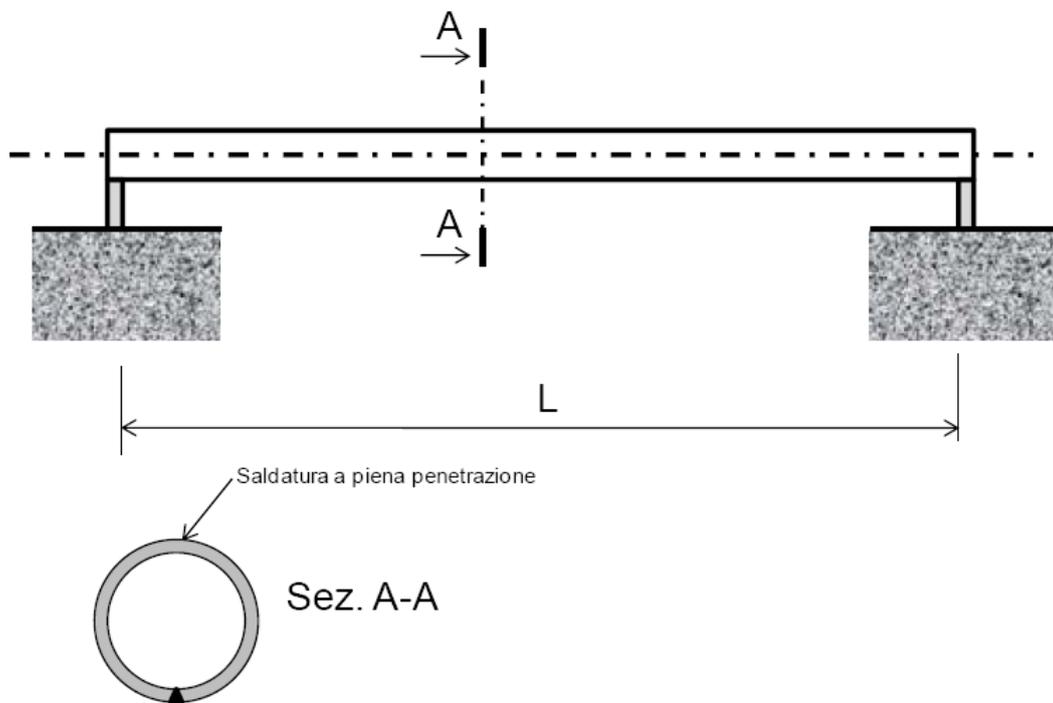


Figura 2.1

$$\begin{aligned} L_0 &:= 20\text{-m} & \Phi &:= 300\text{mm} & p_0 &:= 2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \sigma_{amm} &:= 150\text{MPa} & s_p &:= \frac{\Phi}{20} = 15\text{-mm} & f &:= 0.9 \\ \rho &:= 7810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

### Proprietà sezione

$$A_0 := \pi \frac{[\Phi^2 - (\Phi - 2 \cdot s_p)^2]}{4} = 0.013 \text{ m}^2$$

$$J_0 := \pi \frac{[\Phi^4 - (\Phi - 2 \cdot s_p)^4]}{64} = 1.367 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$w := A_0 \cdot \rho \cdot g = 1.029 \times 10^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Carico dovuto al peso

$$M_{\text{mx}} := \frac{w \cdot L_0^2}{8} = 5.143 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Momento max dovuto al peso

### Tensioni

$$\sigma_{\text{pp}} := \frac{p_0 \cdot \pi \cdot \frac{(\Phi - 2 \cdot s_p)^2}{4}}{A_0} = 8.526 \cdot \text{MPa}$$

Tensione parallela da pressione

$$\sigma_{\text{pf}} := \frac{M_{\text{mx}}}{J_0} \cdot \frac{\Phi}{2} = 56.42 \cdot \text{MPa}$$

Tensione parallela da peso proprio

$$\sigma_{\text{p}} := \sigma_{\text{pp}} + \sigma_{\text{pf}} = 64.946 \cdot \text{MPa}$$

Tensione parallela totale

$$\sigma_{\theta} := \frac{p_0 \cdot (\Phi - s_p)}{2 \cdot s_p} = 19.00 \cdot \text{MPa}$$

Tensione circonferenziale da pressione

### Verifica

$$\sigma_{\text{eq}} := \sqrt{\sigma_{\text{p}}^2 + \sigma_{\theta}^2} - \sigma_{\text{p}} \cdot \sigma_{\theta} = 57.836 \cdot \text{MPa} < \sigma_{\text{amm}} \cdot f = 135 \cdot \text{MPa}$$

### ESERCIZIO 3

Il bullone mostrato in Fig. 3.1 opera alla temperatura di 700 °C. Esso è inizialmente serrato in modo da produrre una tensione assiale pari all'80% del valore ammissibile.

Assumendo che le flange siano infinitamente rigide calcolare:

- la forza assiale agente dopo un periodo operativo di  $10^4$  ore
- la forza di taglio trasmissibile per attrito all'istante iniziale e dopo  $10^4$  ore

Dati:

- $L = 120$  mm      lunghezza bullone
- $\sigma_{b,amm} = 350$  MPa      tensione ammissibile materiale bullone a 700 °C
- $E = 150000$  MPa      Modulo di Young del materiale del bullone a 700 °C
- $\Phi = 20$  mm      diametro del bullone
- $f = 0.3$       coefficiente di attrito flange
- $\frac{d\varepsilon}{dt} = 5.078 \cdot 10^{-18} \cdot \sigma^{4.08}$       velocità di creep secondario (legge di Norton) del materiale  
(tensioni in MPa, risultato in 1/s)

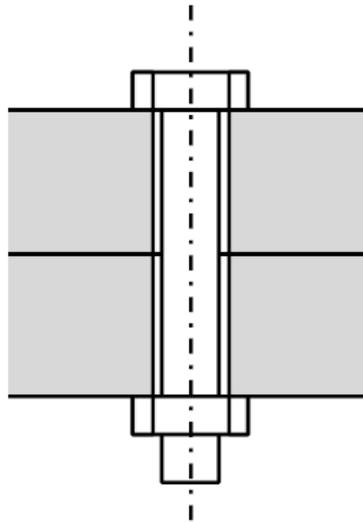


Figura 3.1

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

$$L_b := 120 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{bamm} := 350 \cdot \text{MPa}$$

$$E_{\text{young}} := 150000 \cdot \text{MPa}$$

$$h := 3600 \cdot \text{s}$$

$$f_0 := 0.3$$

$$B := 5.078 \cdot 10^{-18} \cdot \frac{1}{\text{s}}$$

$$n := 4.08$$

Dati bullone

$$A_b := \pi \cdot \frac{\Phi_b^2}{4} = 3.142 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N_0 := \sigma_{\text{bamm}} \cdot A_b = 1.1 \times 10^5 \text{ N}$$

Risposta a)

$$\sigma_0 := 0.8 \cdot \sigma_{\text{bamm}} = 280 \cdot \text{MPa} \quad \text{Tensione iniziale}$$

$$t_h := 0, 1000 \dots 10000 \cdot 3600$$

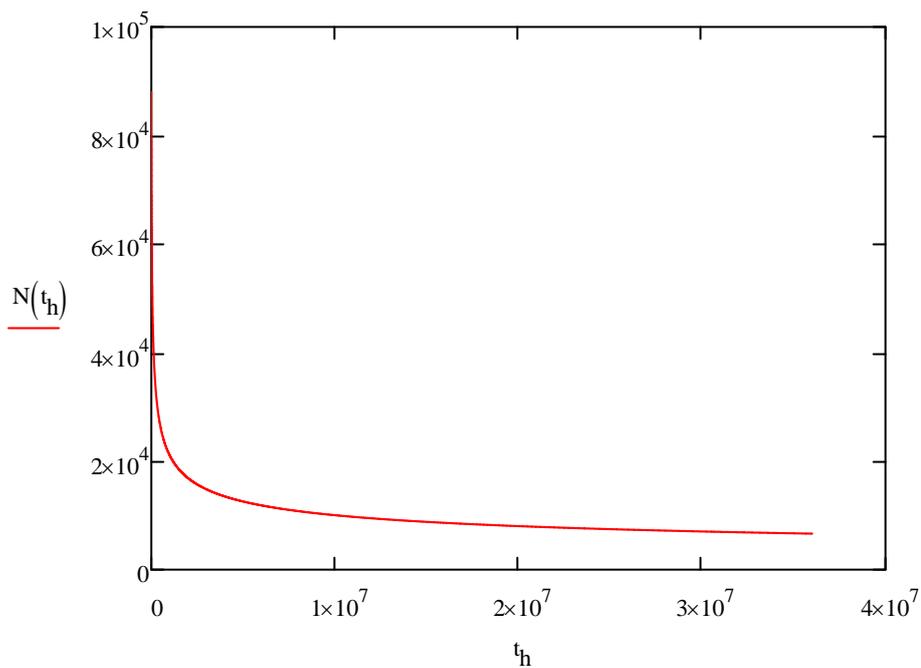
$$\sigma(t_h) := \left[ \left( \frac{\sigma_0}{1 \cdot \text{MPa}} \right)^{1-n} + (n-1) \cdot B \cdot \left( \frac{E_{\text{young}}}{1 \cdot \text{MPa}} \right) \cdot t_h \cdot \text{s} \right]^{\frac{1}{1-n}} \cdot \text{MPa} \quad \text{Legge variazione tensione}$$

$$N(t) := \sigma(t) \cdot A_b \quad \text{Legge variazione carico}$$

$$\sigma(3600 \cdot 10^4) = 21.012 \cdot \text{MPa}$$

$$N(3600 \cdot 10^4) = 6.601 \times 10^3 \text{ N}$$

Valori a  $10^4$  ore



Risposta b)

$$T(t_h) := \sigma(t_h) \cdot A_b \cdot f_0$$

Legge variazione forza di taglio

$$T(0) = 2.639 \times 10^4 \text{ N}$$

Taglio trasmissibile a 0 ore

$$T(10^4 \cdot 3600) = 1.98 \times 10^3 \text{ N}$$

Taglio trasmissibile a  $10^4$  ore