

## ESERCIZI PROPOSTI

### Argomenti:

- A Calcolo del rapporto di snellezza
- B Verifica di un profilato di sezione quadrata cava
- C Progetto di una trave di sezione circolare piena
- D Progetto di una trave HEA
- E Lunghezza di un tubolare di sezione circolare
- F Calcolo della lunghezza di una trave di sezione rettangolare piena
- G Verifica di un tubolare quadro
- H Calcolo del carico assiale applicabile in sicurezza

#### A | Esercizio 1

Calcolare il rapporto di snellezza di una trave di sezione circolare cava soggetta a carico di punta; la trave ha diametro esterno  $D = 100$  mm, diametro interno  $d = 70$  mm, è incastrata alle estremità e ha lunghezza  $l = 4$  m.

$$[\lambda = 91,75]$$

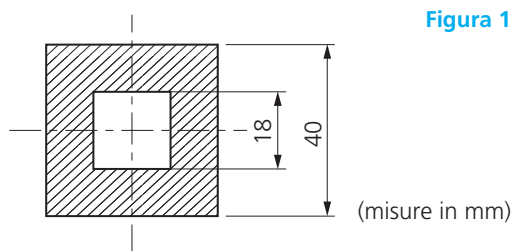


#### B | Esercizio 2



Un'asta, incastrata a un'estremità e incernierata all'altra estremità, è soggetta a una forza assiale di compressione che vale 30 kN.

La struttura ha sezione quadrata cava avente le dimensioni riportate nello schema di **Figura 1**. Il materiale è acciaio UNI EN 10025-S 275. La lunghezza della trave è  $l = 2$  m. Verificare la stabilità della struttura con la formula di Eulero qualora tale formula fosse applicabile a questo caso, con il metodo omega e con la formula di Rankine.



[Utilizzando il "Prospetto riassuntivo" risulta:  $i = 12,66$  mm; inoltre è:  $I_1 = 1,6$  m;  
 $\lambda = 126,4$ ;  $\lambda_{\min(\text{Eulero})} = 86$ . Essendo  $\lambda > \lambda_{\min(\text{Eulero})}$  è possibile applicare la formula di Eulero; da questa, avendo posto:  $E = 205\,000$  N/mm<sup>2</sup> e  $k_{(\text{Eulero})} = 5$ , si ricava:

$$\sigma = 23,51 \text{ N/mm}^2 < 25,34 \text{ N/mm}^2 = \sigma_{\text{adm}(\text{Eulero})}$$

Con il metodo omega si ottiene:  $\omega = 2,56$  per  $\lambda = 127$ ;

$$\sigma_{(\omega)} = 60,19 \text{ N/mm}^2 < 183,3 \text{ N/mm}^2 = \sigma_{\text{adm}}$$

Con la formula di Rankine:  $\sigma = 23,51 \text{ N/mm}^2 < 56,54 \text{ N/mm}^2 = \sigma_{\text{adm}(\text{Rankine})}$ ,  
 avendo posto:  $\alpha = 0,00014$ .

Pertanto la verifica a stabilità della trave dà esito positivo qualunque sia il metodo adottato]

**C | Esercizio 3**



Progettare una trave di sezione circolare piena, in acciaio UNI EN 10025-S 275, lunga 2,2 m, caricata da una forza assiale di compressione  $F_{\text{ass}} = 22$  kN. L'asta è incastrata a entrambe le estremità. Per la successiva verifica a carico di punta utilizzare la formula di Eulero (qualora fosse applicabile a questo caso), la formula di Rankine e il metodo omega.

[ $l_1 = 1,54$  m; dalla (15) viene suggerito di prendere in esame, come primo tentativo, una sezione di diametro maggiore di 40 mm; assumendo un diametro  $D = 41$  mm, si ricava:  $\lambda = 150,24 > \lambda_{\text{min (Eulero)}} = 86$ ; l'asta risulta verificata sia secondo la formula di Eulero (in quanto, per  $E = 205\,000$  N/mm<sup>2</sup> e  $k_{\text{(Eulero)}} = 5$  è:  $\sigma \approx 16,66$  N/mm<sup>2</sup> <  $\sigma_{\text{adm (Eulero)}} \approx 17,92$  N/mm<sup>2</sup>), sia secondo la formula di Rankine (si ottiene infatti:  $\sigma < \sigma_{\text{adm (Rankine)}} \approx 44$  N/mm<sup>2</sup>, se si assume  $\alpha = 0,00014$ ), sia con il metodo omega (risulta infatti dalla Tabella 9.12 per  $\lambda = 151$ ,  $\omega = 4,04$  e quindi, essendo  $\sigma_{\text{adm}} \approx 183,3$  N/mm<sup>2</sup> con  $k_{\text{sn}} = 1,5$ , si ottiene:  $\sigma_{(\omega)} \approx 67,32$  N/mm<sup>2</sup> <  $\sigma_{\text{adm}}$ )]

**D | Esercizio 4**



Progettare un pilastro alto 3,5 m, in acciaio UNI EN 10025-S 275, incastrato alla base e soggetto, all'estremità libera, a un carico assiale di compressione pari a 60 kN. Usare a tale scopo un profilato HEA UNI EN 10365:2017. Per la successiva verifica a carico di punta utilizzare la formula di Eulero (qualora fosse applicabile a questo caso), la formula di Rankine e il metodo omega.

[ $l_1 = 7$  m; l'espressione (15) suggerisce di adottare come profilato di tentativo l'HE 180 A. Essendo  $\lambda = 154,87 > \lambda_{\text{min (Eulero)}} = 86$ , verificando la struttura con la formula di Eulero risulta:  $\sigma \approx 13,25$  N/mm<sup>2</sup> <  $\sigma_{\text{adm (Eulero)}} \approx 16,86$  N/mm<sup>2</sup> con  $k_{\text{(Eulero)}} = 5$  e  $E = 205\,000$  N/mm<sup>2</sup>; con la formula di Rankine si ottiene:  $\sigma < \sigma_{\text{adm (Rankine)}} \approx 42,07$  N/mm<sup>2</sup>, con  $\alpha = 0,00014$ ; con il metodo omega, essendo  $\omega = 4,00$  (ricavabile dalla Tabella 9.10 per  $\lambda = 155$ ), si ha:  $\sigma_{(\omega)} \approx 52,98$  N/mm<sup>2</sup> <  $\sigma_{\text{adm}} \approx 183,3$  N/mm<sup>2</sup>, per  $k_{\text{sn}} = 1,5$ . Dunque, la trave HE 180 A risulta verificata a carico di punta qualunque sia il metodo di calcolo scelto]

**E | Esercizio 5**



Calcolare la lunghezza che può assumere una trave di sezione circolare cava soggetta a carico di punta, affinché il suo rapporto di snellezza valga 140. La trave ha diametro esterno pari a 80 mm, spessore 5 mm, è incastrata a un'estremità e libera all'altra estremità.

[Essendo  $l_1 = 2 \cdot l$  e  $i \approx 26,57$  mm, risulta:  $l \approx 1,86$  m]

**F | Esercizio 6**



Determinare la lunghezza di una trave di sezione rettangolare piena 60 × 120 mm, sottoposta a un carico assiale di compressione, sapendo che è incastrata alle estremità e ha rapporto di snellezza pari a 100.

[Essendo  $l_1 = 0,7 \cdot l$  e  $i \approx 17,32$  mm, risulta:  $l \approx 2,47$  m]

**G | Esercizio 7**

Utilizzando il metodo  $\omega$  e la formula di Eulero (qualora fosse applicabile a questo caso) verificare la resistenza a carico di punta di un tubo lungo 2 m di sezione quadrata, in acciaio UNI EN 10025-S 235, incernierato alle estremità, soggetto a un carico assiale di compressione pari a 90 kN, sapendo che la sezione ha le seguenti dimensioni: spessore = 4 mm; lato esterno = 70 mm.

[Essendo  $i \approx 27$  mm e  $\lambda \approx 74$ , dalla Tabella 9.5 si ricava:  $\omega = 1,25$ . Di conseguenza è  $\sigma_{(\omega)} \approx 106,5$  N/mm<sup>2</sup>. Essendo  $\sigma_{adm} = 157$  N/mm<sup>2</sup> con  $k_{sn} = 1,5$ , la verifica a carico di punta ha dato esito positivo. Essendo infine  $\lambda < \lambda_{min(Eulero)}$ , in quanto per l'acciaio utilizzato è  $\lambda_{min(Eulero)} = 93$ , la formula di Eulero non può essere applicata a questo caso]

**H | Esercizio 8**

Determinare l'entità del carico assiale di compressione applicabile in sicurezza all'estremità libera di una trave di sezione circolare, cava, lunga 1,3 m, in acciaio UNI EN 10025-S 235, sapendo che la struttura è incastrata all'altra estremità.

La sezione della trave ha diametro esterno  $D = 80$  mm e diametro interno  $d = 60$  mm. Utilizzare a tale scopo la formula di Eulero, dopo averne constatato l'applicabilità a questo caso.

[Essendo  $I_1 = 2600$  mm e  $i = 25$  mm, si ricava  $\lambda \approx 104 > \lambda_{min(Eulero)}$  in quanto per l'acciaio utilizzato è  $\lambda_{min(Eulero)} = 93$ . La formula di Eulero è dunque applicabile

e risulta, adottando  $k_{(Eulero)} = 5$  ed  $E = 205\,000 \frac{N}{mm^2}$ :  $P_{adm(Eulero)} \approx 82,27$  kN, essendo:  $I_n \approx 1\,374\,447$  mm<sup>4</sup>]