

Matricola	Cognome	Nome

**Note:**

- Indicare sulla prima facciata di ogni foglio protocollo e sulla "scheda dei risultati": Nome, Cognome, Matricola.
- Non è consentito utilizzare libri o dispense ad eccezione del formulario prestabilito.
- Riportare i risultati richiesti nella "scheda dei risultati".
- Non vi è interdipendenza tra le varie richieste degli esercizi pertanto la risoluzione deve essere adeguata a questa dichiarazione.

**QUESITO 1 (11 punti)**

Si deve realizzare il componente in Fig. 1 (Acciaio) con un processo di fonderia a verde, orientandolo secondo il piano di separazione indicato.

A) Calcolare i moduli termici delle zone A e B, come indicati, e identificare la direzione di solidificazione.

B) Riesce una materozza cilindrica ( $H = 50\text{mm}$ ,  $\delta = 1,5$ ) posizionata sul componente A (il cui Modulo termico si suppone  $= 5\text{ mm}$ ) ad alimentare correttamente il pezzo di Volume totale  $= 0,125\text{ dm}^3$ ? Si considerino i coefficienti di Caine  $a = 0,1$ ,  $b = 0,04$ ,  $c = 1$ .

C) Quanto varia la velocità di colata attuale  $v = 0,75\text{ m/s}$  se al posto del sistema non pressurizzato ( $c = 0,85$ ) si utilizza un sistema pressurizzato ( $c = 0,6$ )?

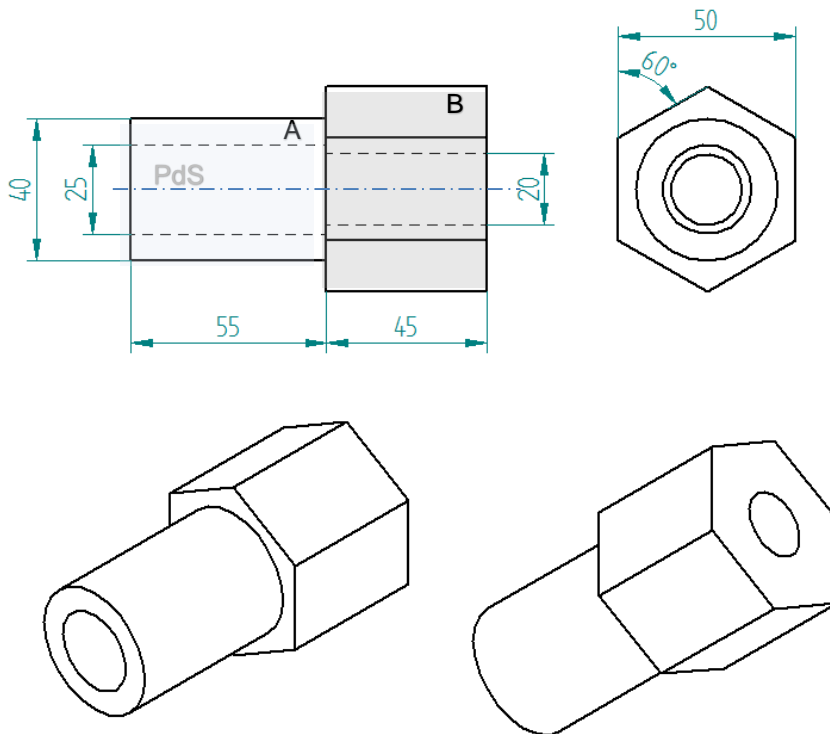


Figura 1

**QUESITO 2 (11 punti)**

Considerando componenti in acciaio ( $R_m = 500\text{ MPa}$ ,  $Y = 300\text{ MPa}$ ):

- A) Calcolare la forza ed il lavoro ideale che si generano in un'estrusione diretta a caldo di una barra lunga 1 m, passando da  $L_0 = 6\text{ mm}$  a  $L_f = 5\text{ mm}$  (sezione quadrata con L lato della sezione).
- B) Per la barra che si ottiene al punto A), indicare la massima riduzione percentuale di area che sarebbe possibile raggiungere idealmente su una pressa con forza massima di 5 kN. Per tale valutazione si consideri un unico passaggio di estrusione inversa a caldo.

- C) Indicare il numero minimo di passaggi necessari per portare un filo di diametro 4 mm ad un diametro di 1 mm mediante trafilatura, supponendo di non avere vincoli di forza nel macchinario. Considerare un indice di incrudimento pari a 0,1.
- D) Indicare la forza ideale per riuscire a tranciare da una lamiera con spessore  $t = 10$  mm, dei tondi di diametro  $D = 300$  mm. Supponendo di avere un punzone inclinato di 6 gradi, dire se è idealmente possibile tranciare la lamiera con una pressa da 1 tonnellata di forza.

### QUESITO 3 (8 punti)

- A) In un taglio ortogonale misurate una forza di taglio pari a 99 N, ed una forza lungo la direzione di avanzamento pari a 13,9 N. Calcolare le componenti di forza, normale e parallela sia sul petto dell'utensile (angolo di spoglia superiore =  $12^\circ$ ) sia sul piano di scorrimento (supponendo una sua inclinazione pari a  $35^\circ$ ).
- B) Confrontare la rugosità teoricamente ottenibile nella fresatura di spianatura di una piastra supponendo di utilizzare due frese diverse: una Periferica ( $D = 50$  mm) e l'altra Frontale ( $D = 150$  mm, raggio di raccordo dei taglienti = 1 mm)). Avanzamento al dente:  $f_z = 1$  mm/giro.
- C) Dovete effettuare una tornitura longitudinale di una barra cilindrica di titanio (Diametro  $D_0 = 50$  mm; Lunghezza tornita  $L = 500$  mm;  $K_{c0,4} = 500$  MPa,  $x = 0,19$ ,  $E = 100$  GPa) portandola fino al diametro  $D_f = 48$  mm in un'unica passata con avanzamento di  $f = 0.5$  mm/giro.
- Calcolare la pressione di serraggio delle griffe necessaria per bloccare la barra di cui sopra su un mandrino autocentrante a 4 griffe ( $\mu = 0.1$ ,  $A_{griffa} = 10$  mm<sup>2</sup>) supponendo una forza di taglio pari a 100 N.
  - L'utensile in Metallo Duro che state utilizzando ha durata 1 minuto se utilizzato a 180 m/min, mentre quello in CERMET ha durata 3 volte superiore, se utilizzato alla stessa velocità. Quanto dura il CERMET se utilizzato a 150 m/min? Il coefficiente di sensitività  $n = 0.1$  è uguale per entrambi.

# SOLUZIONE

## QUESITO 1

A) Calcolare i moduli termici delle zone A e B, come indicati, identificare la direzione di solidificazione. Il componente è stato progettato correttamente?

### COMPONENTE B)

$$L_{es} = \frac{50/2}{\sin(60)} = 28.86mm$$

$$p_{es} = 6 * L_{es} = 173.20mm$$

$$A_{es\_lati} = L_{es} * 45 * 6 = 7794mm^2$$

$$A_{es\_pieno} = \frac{p_{es} * 50/2}{2} = 2165mm^2$$

$$A_{es} = \left[ A_{es\_pieno} - \pi \left( \frac{20^2}{4} \right) \right] = 1850mm^2$$

$$A_{es\_frontale} = \left[ A_{es\_pieno} - \pi \left( \frac{40^2}{4} \right) \right] = 908mm^2$$

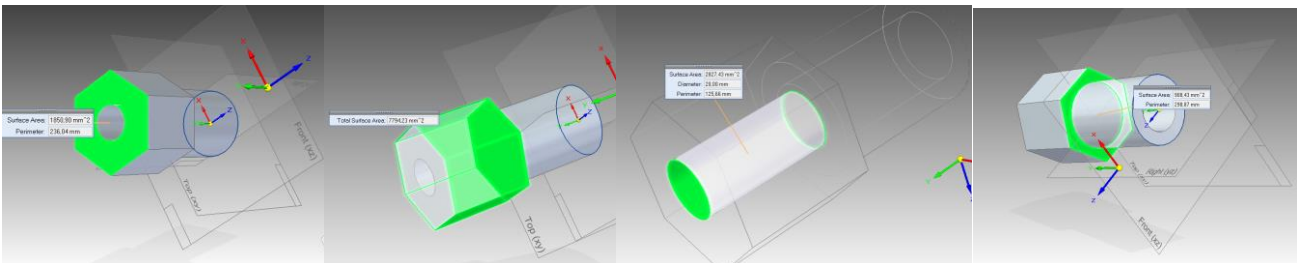
$$A_{int\_foro} = \pi * 20 * 45 = 2827mm^2$$

$$A_{intersezione} = \left[ \pi \left( \frac{25^2}{4} \right) - \pi \left( \frac{20^2}{4} \right) \right] = 176mm^2$$

$$V_B = A_{es} * 45 = 83290 mm^3$$

$$S_B = A_{es} + A_{es\_lati} + A_{int\_foro} + A_{es\_frontale} + A_{intersezione} = 13557 mm^2$$

$$M_B = \frac{V_B}{S_B} = 6.14 mm$$



### COMPONENTE A)

$$A_{A\_cil} = \pi * 40 * 55 = 6911mm^2$$

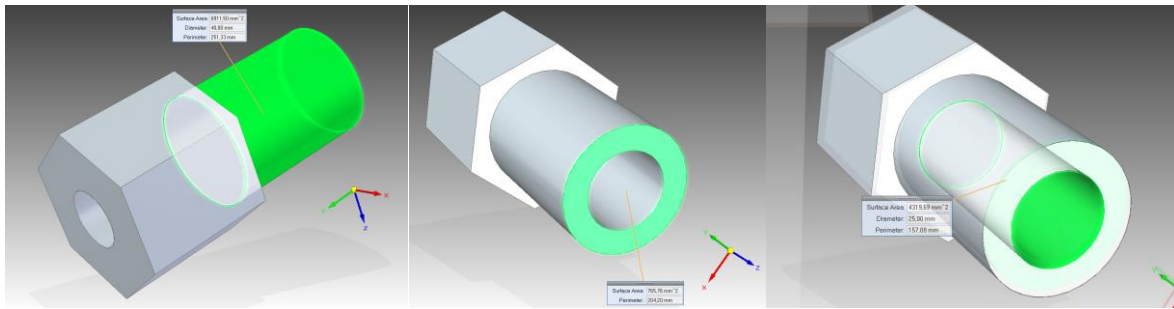
$$A_{A\_foroint} = \pi * 25 * 55 = 4319mm^2$$

$$A_{A\_frontale} = \left[ \pi \left( \frac{40^2}{4} \right) - \pi \left( \frac{25^2}{4} \right) \right] = 765mm^2$$

$$V_A = A_{A\_frontale} * 55 = 42116 mm^3$$

$$S_A = A_{A\_frontale} + A_{A\_cil} + A_{A\_foroint} = 11966 mm^2$$

$$M_A = \frac{V_A}{S_A} = 3.51 mm$$



La direzione di solidificazione è  $A \rightarrow B$ .

**B) Riesce una materozza cilindrica ( $H=50\text{mm}$ ,  $\delta=1,5$ ) posizionata sul componente A (il cui Modulo termico si suppone =  $5\text{ mm}$ ) ad alimentare correttamente il pezzo di Volume totale= $0,125\text{ dm}^3$ ? Si considerino i coeff. di Caine  $a=0,1$ ,  $b=0,04$ ,  $C=1$ .**

Il diametro della materozza è:

$$D=H/\delta=33.3\text{mm}$$

Il rapporto tra i volumi della materozza e del pezzo vale:

$$Y = \frac{V_M}{V_P} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 H}{125000} = \frac{43633}{125000} = 0.349$$

Mentre il rapporto tra i moduli termici della materozza e del pezzo è pari a:

$$X = \frac{M_M}{M_P} = \frac{M_M}{M_A} = \frac{\frac{V_M}{\frac{\pi}{4} D^2 + \pi D H}}{M_A} = \frac{7,14}{5} = 1.43$$

Il valore limite di Y risulta quindi:

$$Y_{Caine} = \frac{a}{X - c} + b = \frac{0.1}{1.43 - 1} + 0.04 = 0.273$$

Essendo  $Y > Y_{Caine}$ , la materozza proposta consente una corretta alimentazione del pezzo.

**C) Quanto varia la velocità di colata attuale  $v = 0,75\text{ m/s}$  se al posto del sistema non pressurizzato ( $c = 0,85$ ) si utilizza un sistema pressurizzato ( $c = 0,6$ )?**

La variazione di velocità è semplicemente pari alla variazione delle perdite di carico ovvero il 29,4%.

$$V_p = c_p \sqrt{2gH}$$

$$V_{np} = c_{np} \sqrt{2gH}$$

$$V_p = c_p / c_{np} * V_{np} = 0,6 / 0,85 * 0,75 = 0.52\text{ m/s}$$

## QUESITO 2

Considerando componenti in acciaio ( $R_m = 500\text{ MPa}$ ,  $Y = 300\text{ MPa}$ ):

**A) Calcolare la forza ed il lavoro ideale che si generano in un'estrusione diretta a caldo di una barra lunga  $1\text{ m}$ , passando da  $L_0 = 6\text{ mm}$  a  $L_f = 5\text{ mm}$  (sezione quadrata con  $L$  lato della sezione).**

Rapporto di Estrusione e Deformazione

$$r_x = \frac{A_0}{A_f} = \frac{6^2}{5^2} = 1,44$$

$$\varepsilon_x = \ln(r_x) = 0,365$$

Essendo una lavorazione a caldo:

$$\bar{Y}_f = Y = 300 \text{ MPa}$$

$$p = Y_f \varepsilon_x = 109 \text{ MPa}$$

$$F = p A_0 = 109 \cdot 36 = 3938 \text{ N}$$

$$E = F \cdot L = 3938 \text{ J}$$

B) Per la barra che si ottiene al punto A), indicare la massima riduzione percentuale di area che sarebbe possibile raggiungere idealmente su una pressa con forza massima di 5 kN. Per tale valutazione si consideri un unico passaggio di estrusione inversa a caldo.

$$A_0 = L_0 = 5^2 = 25 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon_x = F / (Y_f A_0) \quad \text{e} \quad A_f = \frac{A_0}{e^{F / (Y_f A_0)}} = \frac{25}{e^{5 \cdot 93 / (300 \cdot 25)}} = 12,8 \text{ mm}^2$$

Riduzione percentuale

$$\Delta A\% = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \cdot 100 = 48,7\%$$

C) Indicare il numero minimo di passaggi necessari per portare un filo di diametro 4 mm ad un diametro di 1 mm mediante trafilatura, supponendo di non avere vincoli di forza nel macchinario. Considerare un indice di incrudimento pari a 0,1.

È necessario raggiungere:

$$\frac{A_0}{A_f} = \frac{1}{1-r} = \frac{D_0^2}{D_f^2} = \frac{4^2}{1^2} = 16$$

Laddove il massimo possibile è:

$$\frac{A_0}{A_f} = \frac{1}{1-r_{\max}} = e^{n+1} = 3$$

Quindi:

$$\frac{A_0}{A_i} = (e^{n+1})^i ; \quad i = \frac{\ln\left(\frac{A_0}{A_f}\right)}{\ln(e^{n+1})} = \frac{\ln(16)}{\ln(3)} = 2,52 \rightarrow 3 \text{ passaggi}$$

D) Indicare la forza ideale per riuscire a tranciare da una lamiera con spessore  $t = 10 \text{ mm}$ , dei tondi di diametro  $D = 300 \text{ mm}$ . Supponendo di avere un punzone inclinato di 6 gradi, dire se è idealmente possibile tranciare la lamiera con una pressa da 1 tonnellata di forza.

$$R_t = 0,8 \cdot R_m = 400 \text{ MPa}$$

$$l_{\text{est}} = \pi D = 942 \text{ mm}$$

$$\tan \alpha = H/D \rightarrow H = D \tan \alpha = 31,5 \text{ mm}$$

$$F_{\text{max}} = R_t \cdot l_{\text{est}} \cdot t = 400 \cdot 942 \cdot 10 = 3,77 \text{ MN}$$

$$F'_{\text{max}} = F_{\text{max}} \cdot \frac{t}{H+t} = 3,77 \text{ e}6 \cdot \frac{10}{31,5+10} = 907 \text{ kN} > 10 \text{ kN}$$

Non è possibile.

### QUESITO 3

A) In un taglio ortogonale misurate una forza di taglio pari a 99N, ed una forza lungo la direzione di avanzamento pari a 13,9 N. Calcolare le componenti di forza, normale e parallela sia sul petto dell'utensile (angolo di spoglia superiore = 12°) sia sul piano di scorrimento (supposto una sua inclinazione pari a 35°).

$$F_\gamma = F_f \cos \gamma_0 + F_c \sin \gamma_0 = 34,2 \text{ N}$$

$$F_{\gamma N} = F_c \cos \gamma_0 - F_f \sin \gamma_0 = 93,97 \text{ N}$$

$$F_{sh} = F_c \cos \phi - F_f \sin \phi = 73,13 \text{ N}$$

$$F_{shN} = F_c \sin \phi + F_f \cos \phi = 68,20 \text{ N}$$

B) Confrontare la rugosità teoricamente ottenibile nella fresatura di spianatura di una piastra supponendo di utilizzare due frese diverse: una Periferica (D = 50 mm) e l'altra Frontale (D = 150 mm, raggio di raccordo dei taglienti = 1 mm). Avanzamento al dente:  $f_z = 1 \text{ mm/giro}$ .

$$R_a = \frac{fz^2}{32R} 10^3 (\mu m) \text{ Periferica}$$

$$R_a = \frac{1^2}{32 * 25} * 1000 = 1,25 \text{ micron}$$

$$R_a = \frac{fz^2}{32r_\epsilon} 10^3 (\mu m) \text{ Frontale}$$

$$R_a = \frac{1^2}{32 * 1} * 1000 = 31,25 \text{ micron}$$

C) Dovete effettuare una tornitura longitudinale di una barra cilindrica di titanio (Diametro  $D_0 = 50 \text{ mm}$ ; Lunghezza tornita  $L = 500 \text{ mm}$ ;  $K_{c0,4} = 500 \text{ MPa}$ ,  $x = 0,19$ ,  $E = 100 \text{ GPa}$ ) portandola fino al diametro  $D_f = 48 \text{ mm}$  in un'unica passata con avanzamento di  $f = 0.5 \text{ mm/giro}$ .

Calcolare la pressione di serraggio delle griffe necessaria per bloccare la barra di cui sopra su un mandrino autocentrante a 4 griffe ( $\mu = 0.1$ ,  $A_{griffa} = 10 \text{ mm}^2$ ) supponendo una forza di taglio pari a 100 N.

$$M_c = F_c D_f / 2$$

$$M_r = z \mu p A D_0 / 2$$

Ricavo  $p$  dall'uguaglianza  $M_r = M_c$

$$p = \frac{F_c D_f / 2}{z \mu A D_0 / 2} = \frac{100 * 48 / 2}{4 * 0.1 * 10 * 50 / 2} = 24 \text{ Mpa}$$

L'utensile in Metallo Duro che state utilizzando ha durata 1 minuto se utilizzato a 180 m/min, mentre quello in CERMET ha durata 3 volte superiore, se utilizzato alla stessa velocità. Quanto dura il CERMET se utilizzato a 150 m/min? Il coefficiente di sensitività  $n=0.1$  è uguale per entrambi.

$$v_c = \frac{C}{T_c^n}$$

$$C_{car} = 180 \frac{m}{min}; n_{car} = n_{cer} = 0,1$$

Si procede:

$$C_{cer} = T_{c,cer}^n * v_c = (3 * T_{c,car})^n * v_c = (3 * 1)^{0.1} * 180 = 201 \text{ m/min}$$

Quindi:

$$T_c = \sqrt[n]{\frac{C}{v_c}} = \sqrt[0.1]{\frac{201}{150}} = 18,5 \text{ min} = 1114 \text{ s}$$