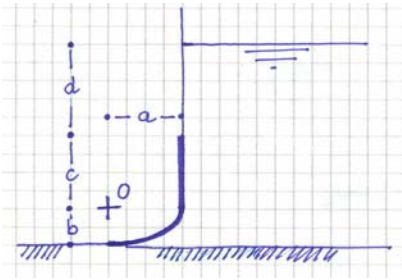




| | | | | | |
|------------------|---|---|---|--|---|
| Nome | | | | | <i>barrare la voce che interessa X</i> |
| Cognome | | | | | |
| Matricola | | | | | |
| Corso di Laurea | <input type="checkbox"/> N.O. Civile | <input type="checkbox"/> N.O. Civ.-Amb. | <input type="checkbox"/> V.O. Ing. Civ. | <input type="checkbox"/> N.O. Ing. Mecc. | |
| Data prova orale | <i>E' necessario iscriversi in rete</i> | | | | |



Es. 1

Una paratoia di lunghezza L ha una sezione composta da un tratto rettilineo verticale di lunghezza c ed un arco di ellisse di semiassi (a , b). L'affondamento del lembo superiore è d . Determinare modulo, direzione, verso e retta d'applicazione della spinta idrostatica sulla paratoia.

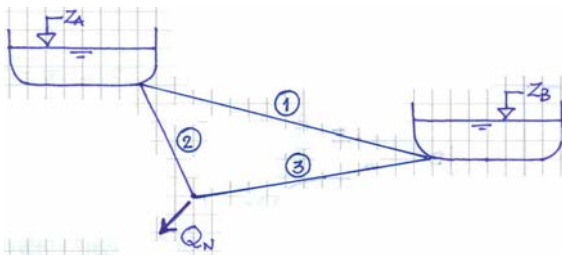
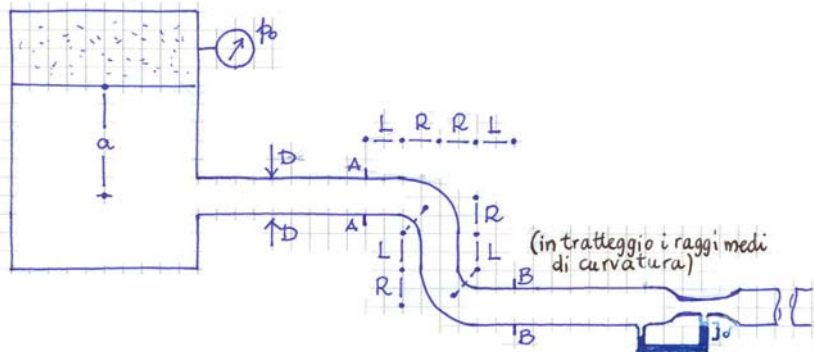
Dati numerici:

$$L = 6 \text{ m}; \quad d = 5.0 \text{ m}; \quad c = 4 \text{ m}; \quad a = 4.0 \text{ m}; \quad b = 2 \text{ m}$$

Es. 2

Un'autoclave, in cui l'aria è mantenuta alla pressione relativa costante p_0 , alimenta, per mezzo di un tratto di condotta di diametro D_1 , un gomito a doppia curva flangiato la cui geometria è descritta in figura. A valle del gomito è innestato un venturimetro, munito di piezometro differenziale a mercurio ($\gamma_m = 13.57 \gamma$), la cui lettura è δ . La sezione ridotta ha un diametro D_2 . Si richiede di determinare, nell'ipotesi di comportamento ideale del fluido: (a) la portata nell'impianto; (b) la spinta dinamica sul gomito flangiato a doppia curva.

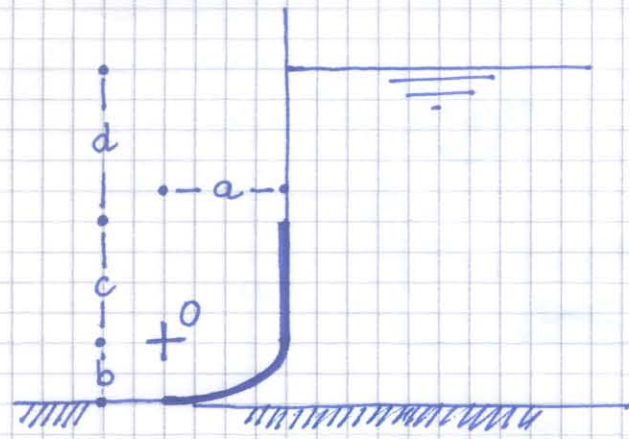
Dati numerici: $p_0 = 2 \text{ bar}; \quad a = 1.5 \text{ m}; \quad D_1 = 100 \text{ mm}; \quad R = 300 \text{ mm}; \quad L = 500 \text{ mm}; \quad \delta = 28 \text{ mm}; \quad D_2 = 40 \text{ mm}$



Es. 3

Nella rete di lunghe condotte in figura sono note le caratteristiche delle condotte (diametri, lunghezze, scabrezze assolute) $= (D_k, L_k, \epsilon_k)$, $k = 1, 2, 3$. Le quote delle superfici libere dei serbatoi sono z_A e z_B . E' nota la portata emunta al nodo N , Q_N . Si richiede il calcolo della portata in tutti i lati e del carico nel nodo N , nonché il disegno delle linee dei carichi, nelle ipotesi semplificate tipiche delle reti di lunghe condotte.

Dati numerici:
 $L_{1,2,3} = [5 \quad 2 \quad 3] \text{ km}; \quad D_{1,2,3} = [150 \quad 125 \quad 100] \text{ mm}; \quad \epsilon_k = 0.35 \text{ mm}, \forall k;$
 $z_A = 900 \text{ m}; \quad z_B = 880 \text{ m}; \quad Q_N = 6 \text{ l/s}$



$$(\leftarrow) F_x = \gamma \bar{y}_{Gx} \Omega_{ox} = \gamma \left(d + \frac{c+b}{2} \right) L (c+b) = 2.82 \text{ MN}$$

essendo:

$$\bar{y}_{Gx} = d + \frac{c+b}{2} = 8 \text{ m} \quad \Omega_{ox} = L (c+b) = 36 \text{ m}^2$$

$$(\uparrow) F_z = \gamma A \cdot L = \gamma L a \left[d+c + \frac{\pi b}{4} \right] = 2.49 \text{ MN}$$

essendo:

$$A = a(d+c) + \frac{\pi ab}{4} = 42.28 \text{ m}^2$$

Retta d'azione F_x

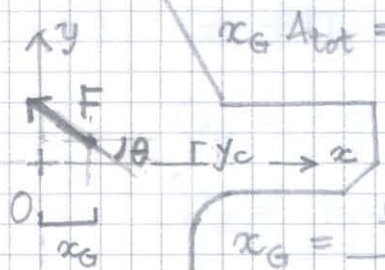
$$\bar{z}_{Gx} = \bar{y}_{Gx} + \frac{J_G}{W} = \left(d + \frac{c+b}{2} \right) + \frac{\frac{1}{12} L (b+c)^3}{L(b+c) \left(d + \frac{c+b}{2} \right)}$$

$$\bar{z}_{Gx} = \left(d + \frac{c+b}{2} \right) + \frac{1}{12} \frac{(b+c)^2}{\left(d + \frac{c+b}{2} \right)} = 8.375 \text{ m}$$

$$y_c = (d+c) - \bar{z}_{Gx} = 0.625 \text{ m}$$

Retta d'azione F_z $\left[A_1 = \text{rett. } (d+c) \cdot a; A_2 = \frac{1}{4} \text{ di ellisse} \right]$
 $A_{tot} = a(d+c) + \frac{\pi ab}{4}$

$$\theta = 41^\circ,4$$

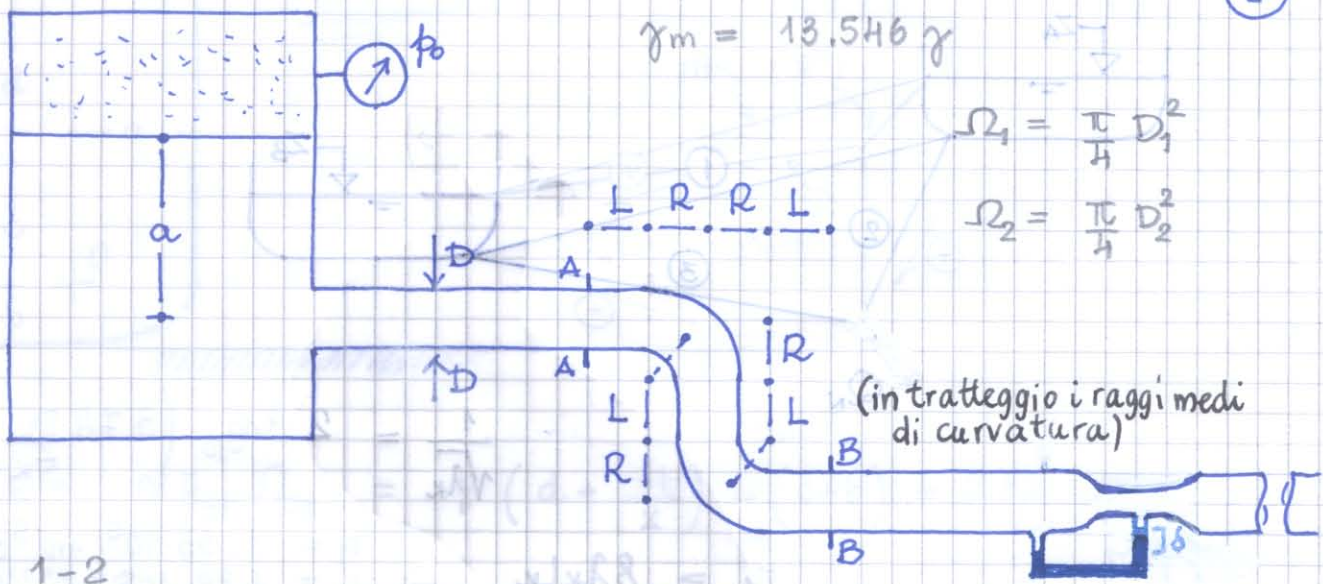


$$x_G A_{tot} = A_1 x_{G1} + A_2 x_{G2}$$

$$\downarrow \frac{a}{2} \quad \downarrow \frac{4}{3\pi} a$$

$$x_G = \frac{\frac{a}{2} [a(d+c)] + \frac{4}{3\pi} a \left[\frac{\pi ab}{4} \right]}{a(d+c) + \frac{\pi ab}{4}} = 1.955 \text{ m}$$

$$F = 3.76 \text{ MN}$$



$\gamma_m = 13.546 \gamma$

$\Omega_1 = \frac{\pi}{4} D_1^2$

$\Omega_2 = \frac{\pi}{4} D_2^2$

(in tratteggio i raggi medi di curvatura)

TdB 1-2

$$h_1 + \frac{Q^2}{2g\Omega_1^2} = h_2 + \frac{Q^2}{2g\Omega_2^2} \Rightarrow Q = \frac{\Omega_2}{\sqrt{1 - (\Omega_2/\Omega_1)^2}} \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

Manometro differenziale : $h_1 - h_2 = \frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \delta = 0.352 \text{ m}$

$Q = 3.34 \text{ l/s}$

TdB 0-A

$$a + \frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_A}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega_1^2} \Rightarrow p_A = \gamma a + p_0 - \rho \frac{Q^2}{2\Omega_1^2} = 214.6 \text{ kPa}$$

Bilancio di QdM $\left[\begin{matrix} A \\ A \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} B \\ B \end{matrix} \right] : \bar{G} + \bar{\Pi} = \bar{M}u - \bar{M}c \quad \left[\begin{matrix} \bar{F}_f \text{ sul fluido} \\ \bar{F}_g \text{ sul gomito} \end{matrix} \right]$

1) $\Pi_x = M_{ux} - M_{cx}$

$\Pi_x = p_A \Omega_1 + F_{fx} - p_B \Omega_1$

$M_{ux} - M_{cx} = 0$

$p_A + \gamma(2R+L) = 225.4 \text{ kPa}$

$F_{fx} = (p_B - p_A) \Omega_1 = \gamma(2R+L) \Omega_1 = 84.7 \text{ N}$

$F_{gx} = -84.7 \text{ N}$

$\uparrow z$

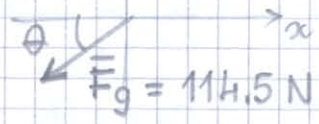
$\theta \approx 42.3$

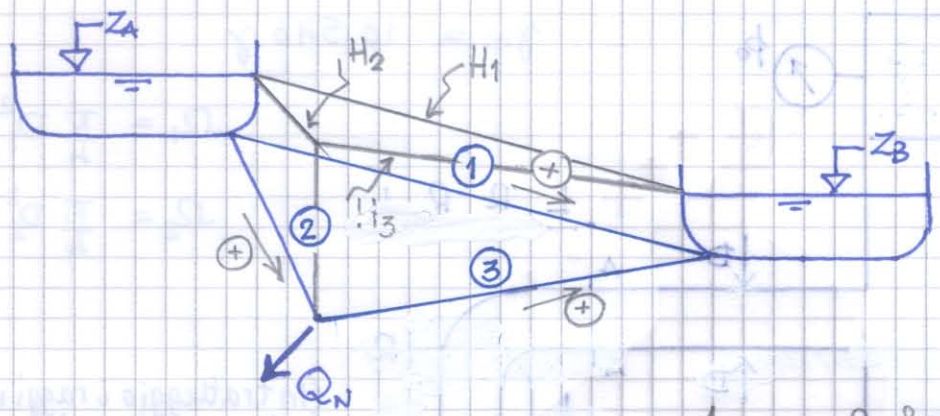
2) $G_z + \Pi_z = M_{uz} - M_{cz} = 0$

$G_z = -\gamma \Omega_1 (3L + \pi R)$

$\Pi_z = F_{fz}$

$F_{gz} = -F_{fz} = -\gamma \Omega_1 (3L + \pi R) = -77.0 \text{ N}$





$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} = 2 \log_{10} \left(3.7 H \frac{D_k}{\epsilon_k} \right) \Rightarrow \begin{aligned} \lambda_1 &= 0.0244 \\ \lambda_2 &= 0.0256 \\ \lambda_3 &= 0.0273 \end{aligned}$$

$$r_k = \frac{8 \lambda_k L_k}{g \pi^2 D_k^5} \Rightarrow \begin{aligned} r_1 &= 1.33 \cdot 10^5 \text{ m}^{-5} \text{ s}^2 \\ r_2 &= 1.39 \cdot 10^5 \text{ " " } \\ r_3 &= 6.77 \cdot 10^5 \text{ " " } \end{aligned}$$

$$\begin{cases} z_A - z_B = r_1 Q_1^2 \\ z_A - h_N = r_2 Q_2^2 \\ h_N - z_B = r_3 Q_3 |Q_3| \\ Q_2 = Q_3 + Q_N \end{cases}$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{z_A - z_B}{r_1}} = 12.3 \text{ l/s}$$

$$z_A - z_B = r_2 Q_2^2 + r_3 Q_3 |Q_3|$$

$$z_A - z_B = r_2 (Q_3 + Q_N)^2 + r_3 Q_3 |Q_3|$$

(a) $Q_3 \geq 0$: $(r_2 + r_3) Q_3^2 + 2(r_2 Q_N) Q_3 + [r_2 Q_N^2 - (z_A - z_B)] = 0$

(b) $Q_3 < 0$: $(r_2 - r_3) Q_3^2 + 2(r_2 Q_N) Q_3 + [r_2 Q_N^2 - (z_A - z_B)] = 0$

(a) $\Rightarrow Q_3 = 3.39 \text{ l/s}$
 SCEGLIENDO LA SOLA RADICE POSITIVA

(b) $\Rightarrow Q_3 = 2 \text{ soluz. complesse coniugate} \Rightarrow \underline{\text{da scartare}}$

$$h_N = z_B + r_3 Q_3^2 = 887.8 \text{ m}$$

$$Q_2 = 9.39 \text{ l/s}$$

Cadenti (non richiesti)

$$j_1 = 4 \text{ ‰} \quad j_2 = 6.12 \text{ ‰} \quad j_3 = 2.59 \text{ ‰}$$