



Nome		<i>barrare la voce che interessa ↓</i>	
Cognome			
Matricola			
Corso di Laurea	<input type="checkbox"/> N.O. Civile - Ambientale	<input type="checkbox"/> V.O. Ing. Civ.	<input type="checkbox"/> N.O. Ing. Mecc.
Data prova orale	<i>E' necessario iscriversi in rete</i>	<i>barrare per sostenere l'orale il 9.1.2008</i> <input type="checkbox"/>	

Es. 1

Un serbatoio di forma tronco conica e dimensioni note (altezza a , raggio della base circolare r_{\max} , raggio della cerchio in sommità r_{\min}) giace su un piano orizzontale e contiene acqua fino ad un'altezza $2/3 a$. Il serbatoio è altresì circondato da acqua, per una altezza di $1/3 a$. Si richiede di trovare la risultante delle azioni idrostatiche sulla superficie laterale del serbatoio (modulo, direzione, verso, retta di applicazione).

Dati numerici: $a = 4.5 \text{ m}$; $r_{\max} = 3.6 \text{ m}$; $r_{\min} = 1.8 \text{ m}$

Es. 2

Un serbatoio sigillato e pressurizzato alimenta una condotta di diametro D e questa un pezzo speciale flangiato che termina con due ugelli ben sagomati identici, aventi diametro d , che emettono getti liberi nell'aria, inclinati di un angolo α rispetto alla verticale. Sono altresì note la geometria del sistema (in particolare le distanze f , m , c in figura e il volume V_γ del pezzo speciale) e la pressione relativa p_m al manometro in figura. Nell'ipotesi di fluido ideale si richiede di determinare:

- la portata totale uscente dagli ugelli;
- la pressione p_0 alla quale è necessario mantenere il gas compresso affinché si mantenga tale portata;
- la spinta dinamica sul pezzo speciale flangiato.

Dati numerici:

$$D = 125 \text{ mm}; \quad d = 60 \text{ mm}; \quad \alpha = 25^\circ; \quad f = 2.2 \text{ m}; \\ m = 1.2 \text{ m}; \quad c = 2.0 \text{ m}; \quad V_\gamma = 25 \text{ l}; \quad p_m = 1.2 \text{ bar}$$

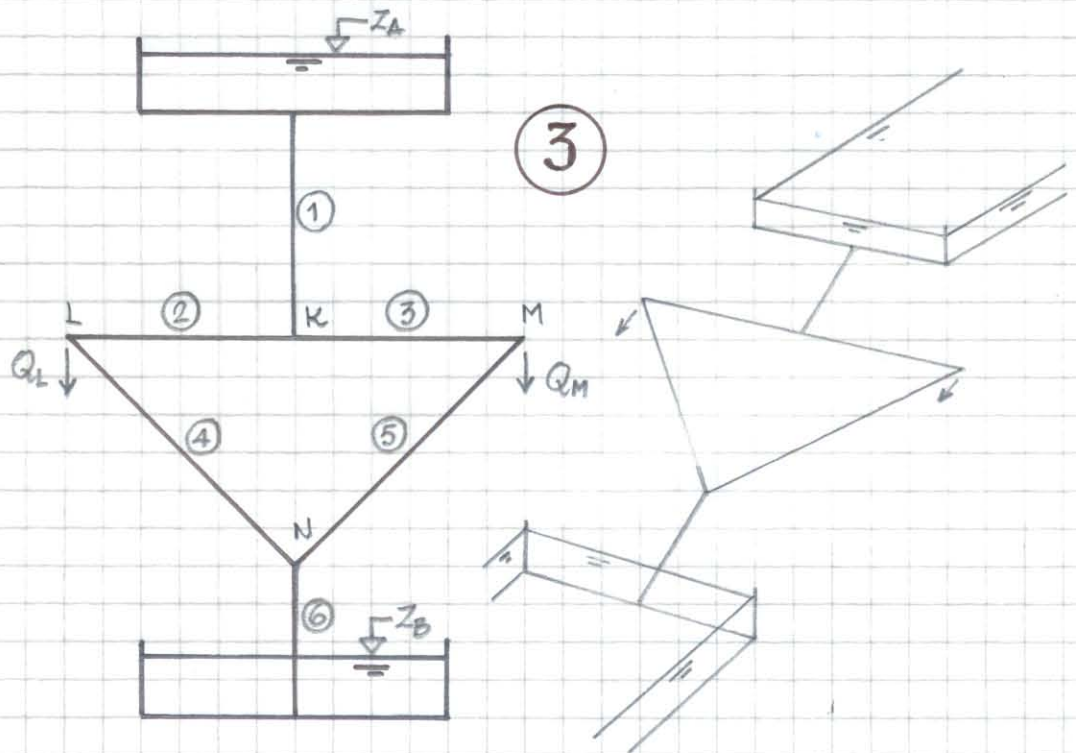
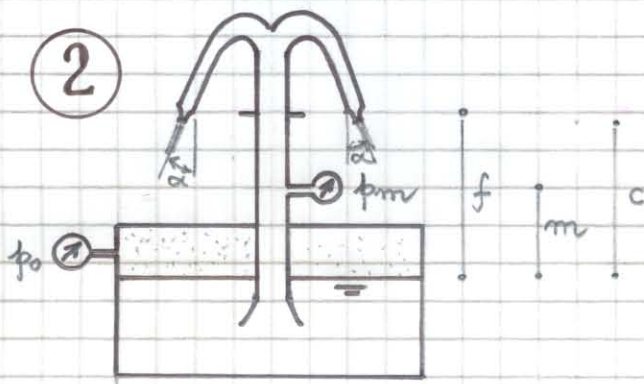
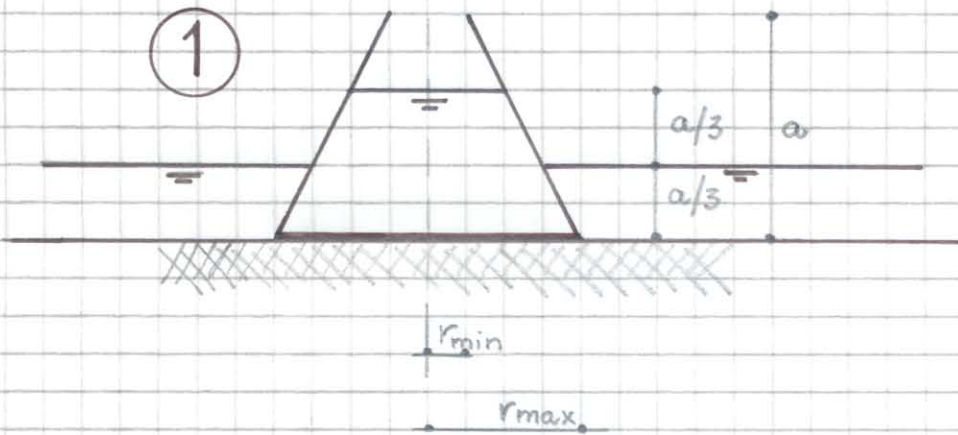
Es. 3

Un serbatoio a quota nota z_A alimenta una rete formata da una maglia, sei rami, quattro nodi (oltre i serbatoi), che alimenta a sua volta un serbatoio a quota nota z_B . Sono note le caratteristiche delle condotte $[L_k, D_k, \varepsilon_k]$ ($k=1,2,\dots,6$), e le portate erogate dai nodi **L** ed **M**, rispettivamente Q_L e Q_M . Nelle ipotesi semplificative tipiche delle reti di lunghe condotte e di moto assolutamente turbolento di parete scabra, calcolare le portate nei rami ed i carichi nei nodi (**K**, **L**, **M**, **N**). Disegnare altresì le linee dei carichi.

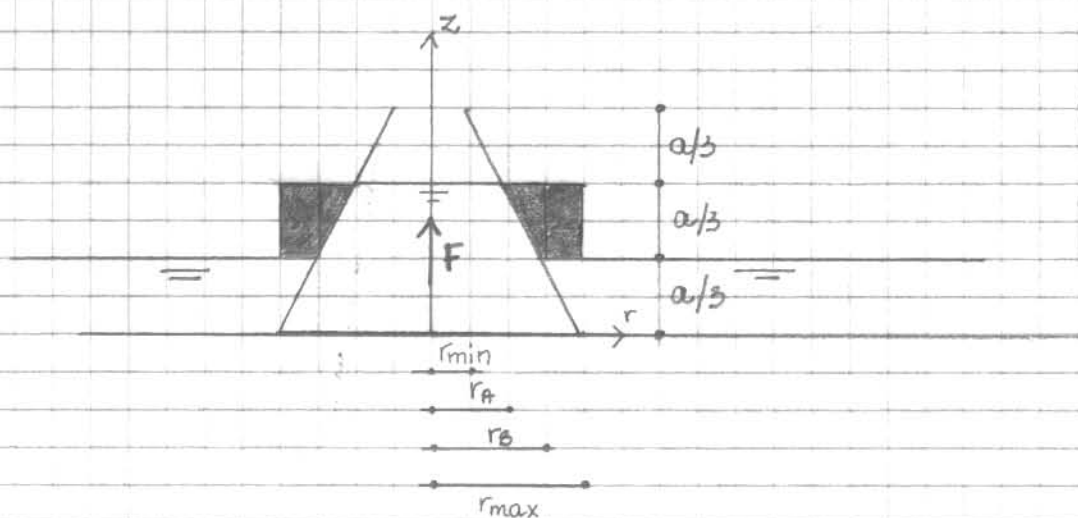
Dati numerici:

$$L_{1,2,\dots,6} = [3 \quad 3 \quad 3 \quad 4.25 \quad 4.25 \quad 2] \text{ km}; \quad D_{1,2,\dots,6} = [150 \quad 100 \quad 100 \quad 80 \quad 80 \quad 100] \text{ mm}; \\ \varepsilon = 0.35 \text{ mm}, \forall k = 1, 2, \dots, 6; \quad Q_L = Q_M = 4 \text{ l/s}; \quad z_A = 600 \text{ m}; \quad z_B = 525 \text{ m}$$

7-1-2008



①



$$\Delta r = r_{\max} - r_{\min}$$

$$r_A = r_{\max} - \frac{2}{3} \Delta r = r_{\min} + \frac{1}{3} \Delta r = 2.4 \text{ m}$$

$$r_B = r_{\max} - \frac{1}{3} \Delta r = r_{\min} + \frac{2}{3} \Delta r = 3 \text{ m}$$

Volume cilindro avente cerchio di base di raggio r_{\max}
altezza $a/3$

$$V_{\text{cil}} = \frac{\pi a}{3} r_{\max}^2 \approx 61.07 \text{ m}^3$$

Volume tronco di cono compreso fra le ordinate
 $z = a/3$ e $z = 2/3 a$
[basi di raggio r_A ed r_B]

$$V_{\text{tc}} = \frac{\pi a}{9} (r_A^2 + r_A r_B + r_B^2) \approx 34.49 \text{ m}^3$$

Volume di controllo da considerare
nel calcolo della risultante

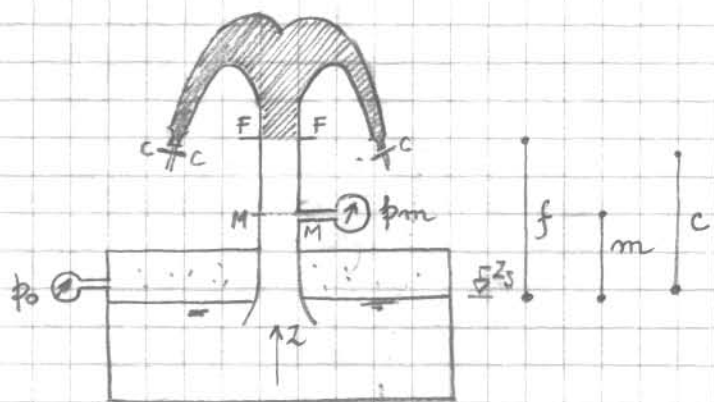
$$V_{\text{con}} = V_{\text{cil}} - V_{\text{tc}} \approx 26.58 \text{ m}^3$$

Spinta idrostatica sulla sup. laterale

$$F_z = \gamma V_{\text{con}} \approx 261 \text{ kN}$$

$$\vec{F} = F_z \vec{e}_z$$

verticale
diretta verso l'alto
applicata sull'asse



$$\Omega = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$z_c - z_m = c - m$$

$$z_m - z_s = m$$

TdB M-C

$$z_c + \frac{Q_c^2}{2g\omega^2} = z_m + \frac{p_m}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega^2} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q \text{ portata totale} \\ Q_c \text{ portata uscente da 1 ugello} \\ Q = 2Q_c \end{array} \right.$$

$$\frac{p_m}{\gamma} - (c - m) = \frac{Q_c^2}{2g\omega^2} \left(1 - 4 \frac{\omega^2}{\Omega^2} \right)$$

$$r_d = d/D$$

$$Q_c = \frac{\omega \sqrt{2g \left(\frac{p_m}{\gamma} - (c - m) \right)}}{\sqrt{1 - 4r_d^4}} \approx 47.7 \text{ l/s}$$

$$Q = 2Q_c = 95.4 \text{ l/s}$$

TdB S-M

$$z_s + \frac{p_0}{\gamma} = z_m + \frac{p_m}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega^2}$$

$$p_0 = \gamma \left[m + \frac{p_m}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega^2} \right] = 162 \text{ kPa} = 1.62 \text{ bar}$$

Bilancio di QdM sul volume di controllo tratteggiato

Per simmetria, $F_x = F_{xz} \bar{e}_z$

$G_z + \Pi_z = M_{uz} - M_{ez}$; \bar{F}_f sul fluido \bar{F}_r sul pezzo speciale

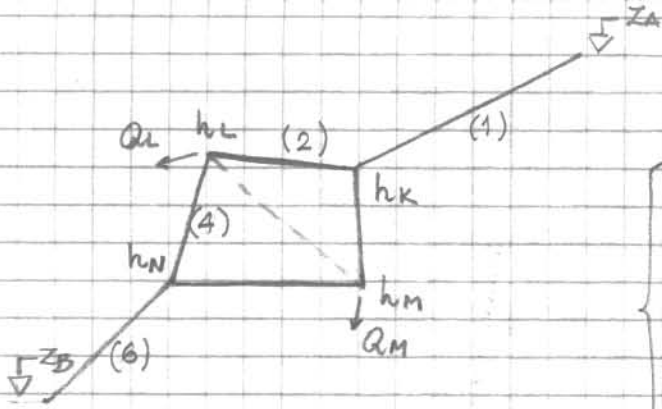
$$-\gamma V_r + F_{fz} + \underbrace{p_f}_{p_m - \gamma(f-m)} \Omega = -2\rho \frac{Q_c^2}{\omega} \cos \alpha - \rho \frac{Q^2}{\Omega}$$

$$p_m - \gamma(f-m) \approx 110.2 \text{ kPa} = 1.102 \text{ bar}$$

$$F_{rz} = p_f \Omega + \rho \frac{Q^2}{\Omega} + 2 \rho \frac{Q_c^2}{\omega} \cos \alpha - \gamma V_r \approx 3.31 \text{ kN}$$

$F_{rx} = 0 \quad \forall x \perp z$ (simmetria)

$$r_k = \frac{8 \lambda_k L_k}{g \pi^2 D_k^5}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_1 = 0.0244 \\ \lambda_2 = \lambda_3 = 0.0273 \\ \lambda_4 = \lambda_5 = 0.0292 \\ \lambda_6 = 0.0273 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} r_1 = 7.97 \cdot 10^4 \text{ m}^{-5} \text{ s}^2 \\ r_2 = r_3 = 6.77 \cdot 10^5 \text{ " " } \\ r_4 = r_5 = 3.13 \cdot 10^6 \text{ " " } \\ r_6 = 4.52 \cdot 10^5 \text{ " " } \end{array} \right.$$

- i) $Z_A - Z_B = r_1 Q_1^2 + r_2 Q_2^2 + r_4 Q_4^2 + r_6 Q_6^2$
- ii) $Q_1 = 2 Q_2 \Rightarrow Q_1 = 2 Q_L + Q_6$
- iii) $Q_2 = Q_L + Q_4 \Rightarrow Q_2 = Q_L + Q_6/2$
- iv) $2 Q_4 = Q_6 \Rightarrow Q_4 = Q_6/2$
- v) $h_K = Z_A - r_1 Q_1^2$
- vi) $h_L = h_M = h_K - r_2 Q_2^2$
- vii) $h_N = Z_B + r_6 Q_6^2$

Esprimendo tutte le portate in funzione di Q_6 ,
la i) diventa:

$$0 = \left(r_1 + \frac{r_2}{4} + \frac{r_4}{4} + r_6 \right) Q_6^2 + \left[(4r_1 + r_2) Q_L \right] Q_6 + \left[(4r_1 + r_2) Q_L^2 - (Z_A - Z_B) \right]$$

- $\Rightarrow Q_6 = 5.11 \text{ l/s}$
- iv) $\Rightarrow Q_4 = Q_5 = 2.56 \text{ l/s}$
- iii) $\Rightarrow Q_2 = Q_3 = 6.56 \text{ l/s}$
- ii) $\Rightarrow Q_1 = 13.11 \text{ l/s}$
- v) $\Rightarrow h_K = 586.3 \text{ m}$
- vii) $\Rightarrow h_L = h_M = 557.2 \text{ m}$
- viii) $\Rightarrow h_N = 536.8 \text{ m}$

Cadenti (non richieste)

$$j_1 \approx 4.56\text{‰}; j_2 = j_3 \approx 9.7\text{‰}; j_4 = j_5 \approx 4.8\text{‰}; j_6 \approx 5.9\text{‰}$$