



Nome		Note del candidato
Cognome		
Matricola		
Prova orale: <i>E' necessario iscriversi in rete</i>		

Es. 1

Un recipiente assialsimmetrico, la cui sezione diametrale è rappresentata in figura, contiene acqua nella porzione superiore (di spessore $2a$) ed una miscela di acqua e limo, di peso specifico γ_m , nella porzione inferiore (di spessore $2a$). Il diametro minimo del recipiente è d , quello massimo D . Le porzioni di differente diametro sono raccordate tra loro da superfici laterali di tronchi di cono. Si richiede di determinare la spinta idrostatica sulla superficie laterale (**ACEB**) del recipiente. Specificare modulo, direzione, verso e retta d'azione della forza.

Dati numerici:

$$a = 1 \text{ m}; \quad d = 1 \text{ m}; \quad D = 3 \text{ m}; \quad \gamma_m = 15000 \text{ N/m}^3$$

Es. 2

Un serbatoio alimenta, mediante una pompa centrifuga, una condotta di diametro D , che presenta due gomiti flangiati consecutivi, ciascuno di ampiezza α , ed un tratto rettilineo finale, terminante con un ugello ben sagomato, di diametro finale d . Il getto investe una piastra ortogonale al getto, esercitando su questa una forza F . La distanza verticale tra superficie libera del serbatoio e condotta alimentata è a , mentre $b/2$ è la distanza verticale tra i baricentri delle sezioni flangiate **A** e **B**. E' noto il volume interno di ogni gomito flangiato, pari a V_g . Nell'ipotesi di comportamento ideale di fluido e pompa, si richiede di determinare: la portata liquida e la potenza della pompa necessarie perché la forza sulla piastra sia quella assegnata; la spinta dinamica sul gomito flangiato **AB**.

Dati numerici:

$$D = 150 \text{ mm}; \quad \alpha = 45^\circ; \quad d = 50 \text{ mm}; \quad F = 80 \text{ N}; \quad a = 3 \text{ m}; \quad b = 1.5 \text{ m}; \quad V_g = 36 \text{ l}$$

Es. 3

Un serbatoio a quota nota z_A alimenta una rete a rami, formata da cinque condotte di caratteristiche note $[L_k, D_k, \varepsilon_k]$ ($k = 1, 2, \dots, 5$), quattro delle quali, a partire dal nodo N (che eroga altresì una portata nota Q_N), alimentano serbatoi a due a due posti ad identica quota ($z_B = z_C, z_D = z_E$): i primi due vengono alimentati mediante pompaggio, gli altri due a gravità.

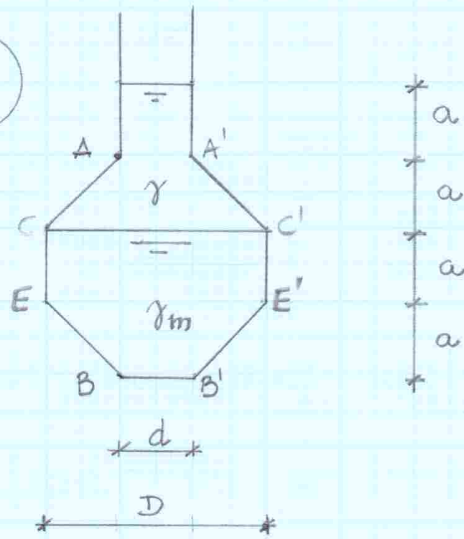
Nelle ipotesi semplificative tipiche delle reti di lunghe condotte e di moto assolutamente turbolento di parete scabra, si richiede il calcolo delle portate nei rami della rete, del carico nel nodo N, della potenza delle pompe nei rami 2 e 3, supposte di uguale rendimento $\eta_2 = \eta_3$, nell'ipotesi che la portata di alimentazione sia equiripartita tra i quattro serbatoi B, C, D, E.

Dati numerici:

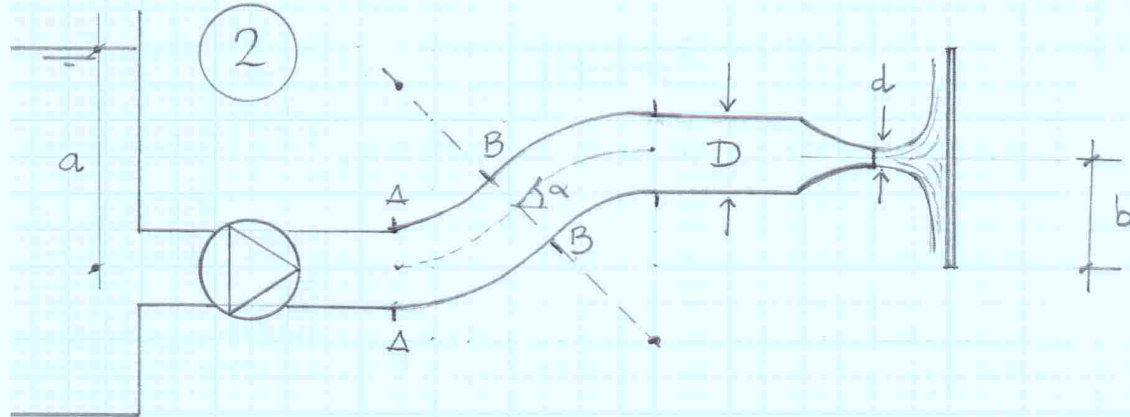
$$L_{1..5} = [3 \quad 4 \quad 4 \quad 5 \quad 5] \text{ km}; \quad D_{1..5} = [150 \quad 80 \quad 80 \quad 80 \quad 80] \text{ mm}; \quad \varepsilon_{1..5} = 0.40 \text{ mm}; \\ z_A = 460 \text{ m}; \quad z_B = z_C = 420 \text{ m}; \quad z_D = z_E = 300 \text{ m}; \quad Q_N = 6 \text{ l/s}; \quad \eta_2 = \eta_3 = 0.80.$$

19.9.2012

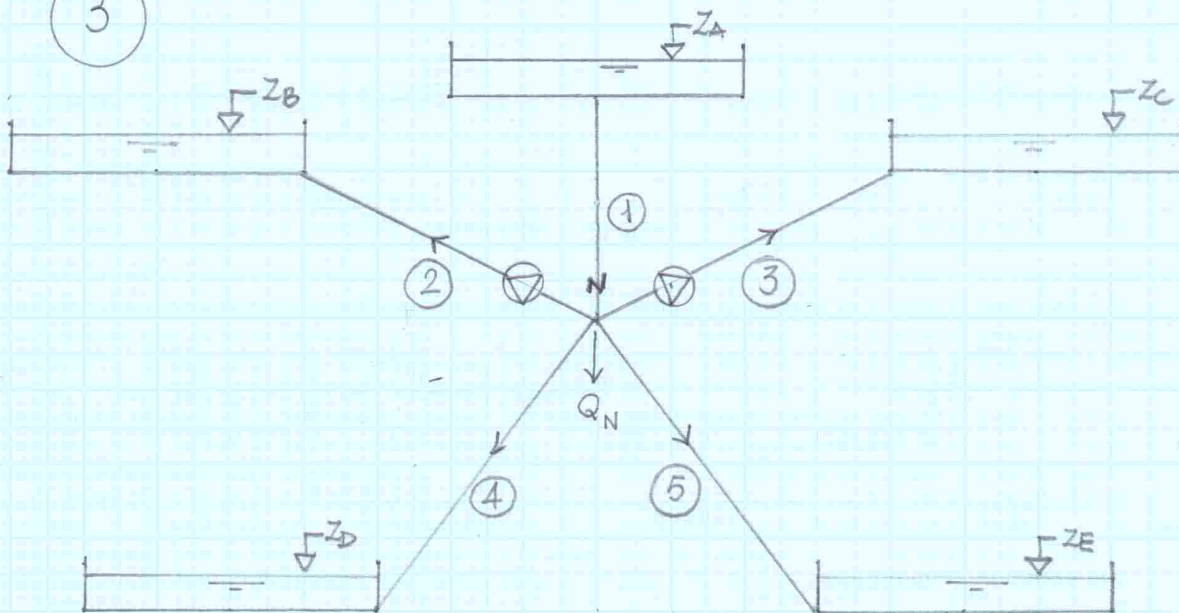
1

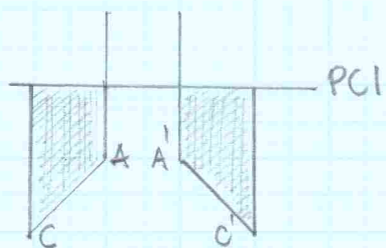


2



3





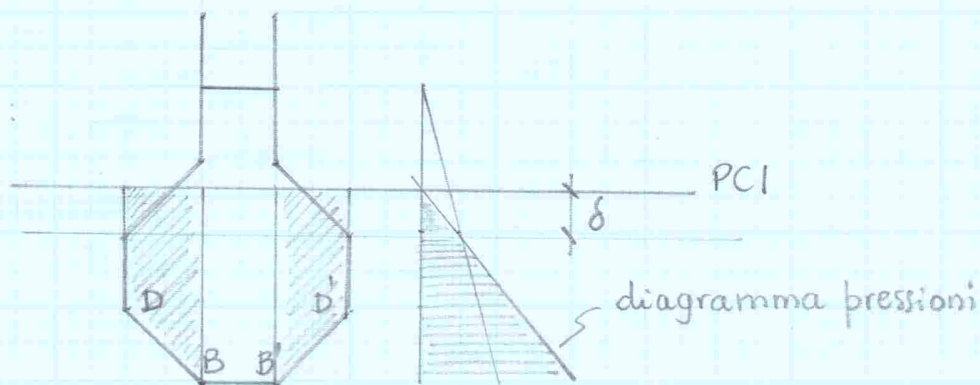
assialsimmetria

⇒ spinte verticali applicate sull'asse

Acqua:

$$\begin{aligned}
 (\uparrow) F_a &= \gamma V_a = 97.6 \text{ kN} \\
 &= \gamma \left[\frac{\pi D^2}{4} (2a) - \frac{\pi d^2}{4} a - \frac{\pi a}{12} (D^2 + Dd + d^2) \right]
 \end{aligned}$$

Miscela:



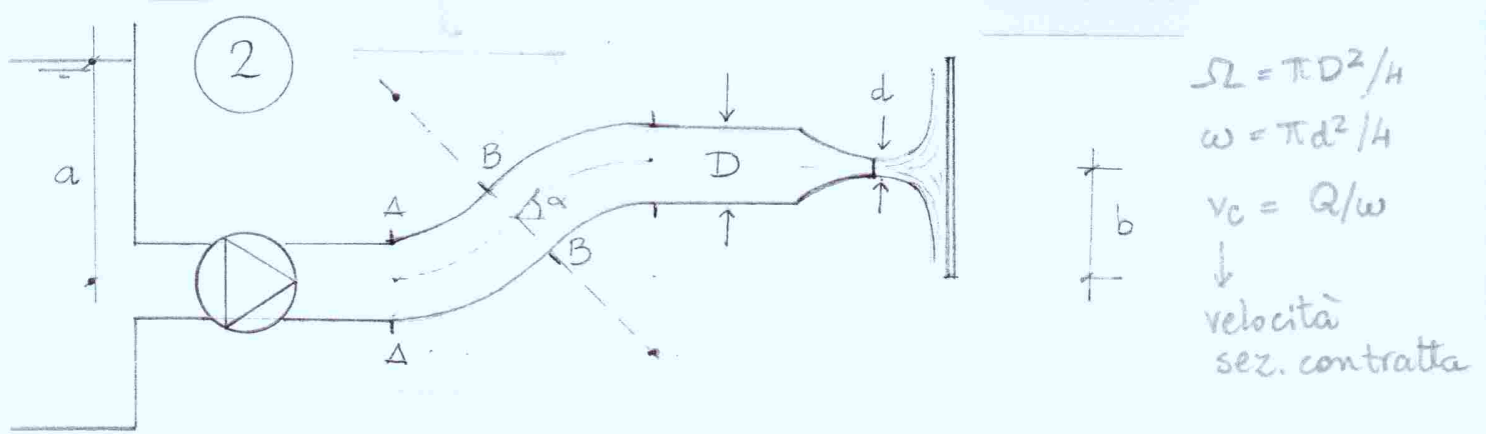
$$\gamma_m \delta = \gamma 2a \quad \Rightarrow \quad \delta = \frac{\gamma}{\gamma_m} 2a = 1.31 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 (\downarrow) F_m &= \gamma_m V_m = 257 \text{ kN} \\
 &= \gamma_m \left[\frac{\pi D^2}{4} (a + \delta) + \frac{\pi a}{12} (D^2 + Dd + d^2) - \frac{\pi d^2}{4} (2a + \delta) \right]
 \end{aligned}$$

Spinta idrostatica totale:

$$(\downarrow) F = F_m - F_a = 159 \text{ kN}$$

Verticale, applicata sull'asse



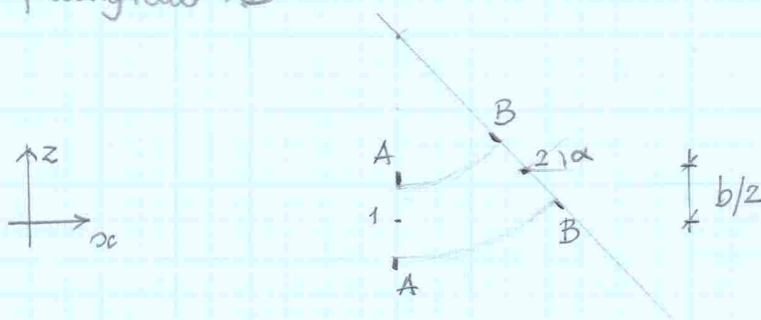
Forza sulla piastra: $F = \rho Q v_c = \rho \frac{Q^2}{\omega}$

Portata: $Q = \sqrt{\frac{F \omega}{\rho}} = 12.5 \text{ l/s}$

Prevalenza pompa: $\left(b + \frac{v_c^2}{2g} \right) - a = \Delta H = 0.58 \text{ m}$

Potenza pompa: $P = \gamma Q \Delta H = 71 \text{ W}$

Pezzo flangiato AB



TdB B-sez. contr. $z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega^2} = z_c + \frac{Q^2}{2g\omega^2} \Rightarrow p_2 = \gamma \frac{b}{2} + \frac{\rho Q^2}{2\omega^2} \left(1 - \frac{d^4}{D^4} \right)$
 $p_2 = 27.5 \text{ kPa}$

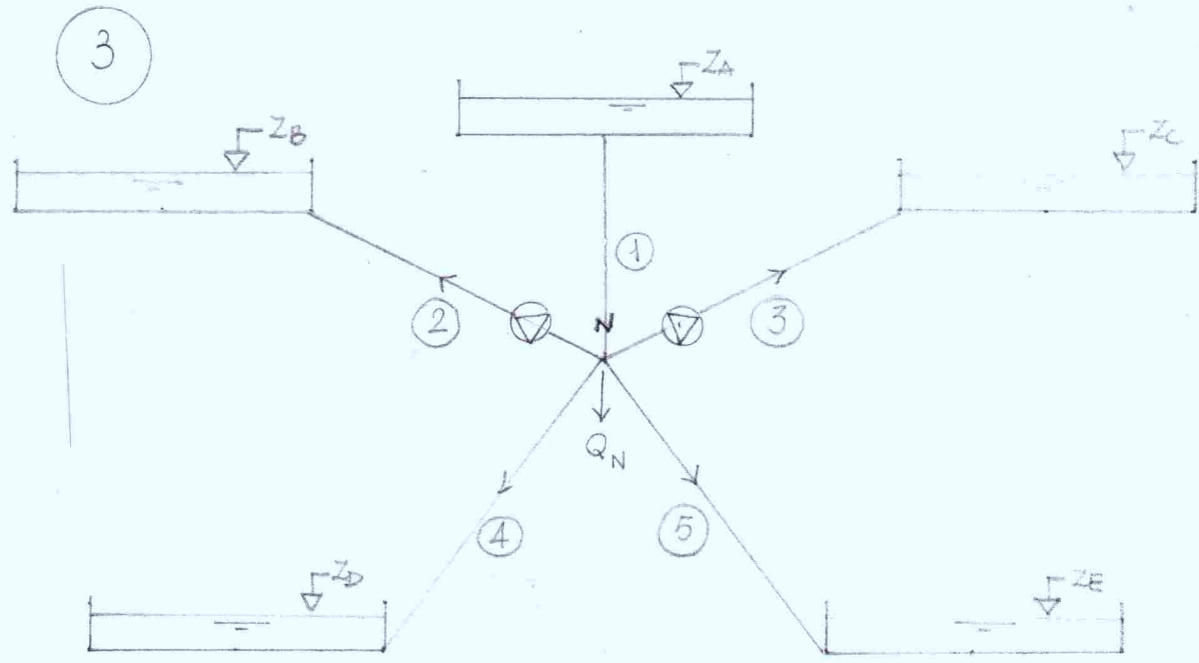
$p_1 = p_2 + \gamma b/2 = 34.8 \text{ kPa}$

QdM x) $\Pi_x = M_{ux} - M_{ex} \Rightarrow p_1 \Omega - p_2 \Omega \cos \alpha + F_{fx} = \frac{\rho Q^2}{\Omega} \cos \alpha - \frac{\rho Q^2}{\Omega}$
 sul gomito: $F_{gx} = -F_{zx} = \left(p_1 \Omega + \frac{\rho Q^2}{\Omega} \right) - \left(p_2 \Omega + \frac{\rho Q^2}{\Omega} \right) \cos \alpha = 275 \text{ N}$

QdM z) $G_z + \Pi_z = M_{uz} - M_{ez} \Rightarrow -\gamma V g - p_2 \Omega \sin \alpha + F_{fz} = \frac{\rho Q^2}{\Omega} \sin \alpha$
 sul gomito: $F_{gz} = -\gamma V g + \left(p_2 \Omega + \frac{\rho Q^2}{\Omega} \right) \sin \alpha = -703 \text{ N}$

Risultante: $F_g = 754 \text{ N}$
 $\theta = 68.6^\circ$





$\lambda_1 = 0.0253$
 $\lambda_2 = \lambda_3 = 0.0303$
 $\lambda_4 = \lambda_5$

$$r_k = \frac{8 \lambda_k L_k}{g \pi^2 D_k^5} \Rightarrow \begin{aligned} r_1 &= 8.26 \cdot 10^4 \text{ m}^{-5} \text{ s}^2 \\ r_2 = r_3 &= 3.06 \cdot 10^6 \text{ " " } \\ r_4 = r_5 &= 3.83 \cdot 10^6 \text{ " " } \end{aligned}$$

SIMM. $\Rightarrow Q_3 = Q_2; Q_5 = Q_4; \Delta H_{P3} = \Delta H_{P2}; P_3 = P_2$

(a) $z_A - h_N = r_1 Q_1^2$
 (b) $\Delta H_{P2} = z_B - h_N + r_2 Q_2^2$
 (c) $h_N - z_D = r_4 Q_4^2$
 (d) $Q_1 = 2Q_2 + 2Q_4 + Q_N$
 (e) $Q_2 = Q_4$

$\rightarrow z_A - z_D = r_1 Q_1^2 + r_4 Q_4^2$
 $\rightarrow Q_1 = 4Q_4 + Q_N$

$$z_A - z_D = r_1 (16Q_4^2 + 8Q_4 Q_N + Q_N^2) + r_4 Q_4^2$$

$$(16r_1 + r_4) Q_4^2 + (8r_1 Q_N) Q_4 + (r_1 Q_N^2 - (z_A - z_D)) = 0$$

$$Q_4 = \frac{-4r_1 Q_N \pm \sqrt{16r_1^2 Q_N^2 - (16r_1 + r_4)(r_1 Q_N^2 - (z_A - z_D))}}{(16r_1 + r_4)} = \begin{matrix} -5.9 \text{ l/s} \\ 5.15 \text{ l/s} \end{matrix}$$

$Q_2 = Q_3 = Q_5 = 5.15 \text{ l/s}; Q_1 = 26.6 \text{ l/s}$

$h_N = z_D + r_4 Q_4^2 = 401.5 \text{ m}$

$\Delta H_{P2} = \Delta H_{P3} = z_B - h_N + r_2 Q_2^2 = 99.7 \text{ m}$

$P_2 = P_3 = \frac{\gamma Q_2 \Delta H_{P2}}{\eta_2} = 6.29 \text{ kW}$

