UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CdL in ING. CIVILE; CdL ING. CIVILE–AMBIENTALE
CdL in INGEGNERIA MECCANICA

Prova scritta
di Idraulica, Idraulica I
e Meccanica dei Fluidi
del 14/9/2005

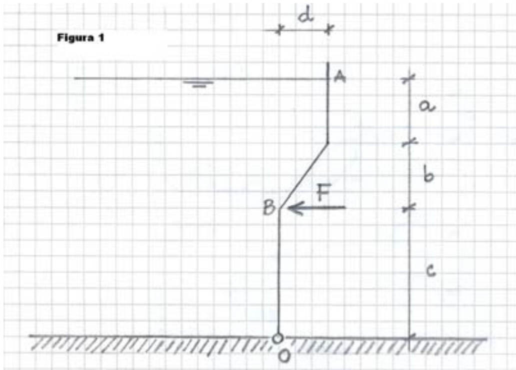
Nome			***barrare la voce che interessa X***	
Cognome				
Matricola				
Corso di Laurea	☐ N.O. Civile	☐ N.O. Civ.-Amb.	☐ V.O. Ing. Civ.	☐ N.O. Ing. Mecc.
Data prova orale	☐ 14.09.2005	☐ 20.09.2005	☐ 28.09.2005	☐ 11.10.2005

Es. 1

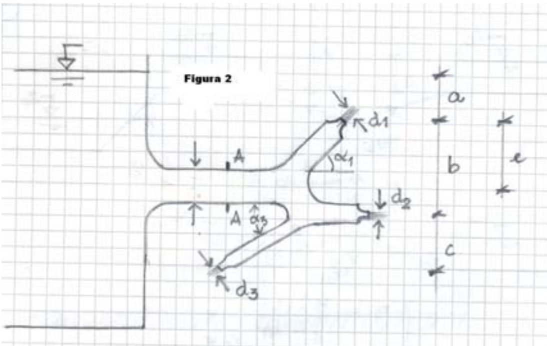
Una parete **OA** incernierata in **O** è formata dall'assemblaggio di tre pareti piane, due verticali ed una inclinata. La dimensione del problema in direzione ortogonale al piano del disegno è L. La geometria è nota (si veda la fig. 1). Si richiede il modulo della forza orizzontale F, da applicare in **B**, affinché la parete non ruoti.

<u>*Dati numerici*</u>:

$L = 4\,m; \quad a = 2\,m; \quad b = 2\,m; \quad c = 4\,m; \quad d = 1.5\,m$



Es. 2



Un serbatoio alimenta una condotta di diametro D, sulla quale è flangiato (in **A**) un pezzo speciale sul quale si innestano tre ugelli di differente diametro (d_1, d_2, d_3) diversamente orientati. Si richiede di determinare, nell'ipotesi di comportamento ideale del fluido, la portata totale uscente dal serbatoio, nonché la spinta dinamica sul pezzo flangiato in **A**, trascurando il peso proprio del liquido. La geometria del sistema è nota (si veda la fig. 2).

<u>*Dati numerici*</u>:

$D = 150\,mm; \quad d_1 = 60\,mm; \quad d_2 = 40\,mm; \quad d_3 = 30\,mm;$

$\alpha_1 = 45°; \quad \alpha_3 = 30°;$

$a = 1.5\,m; \quad b = 2.8\,m; \quad c = 1.5\,m; \quad e = 2\,m$

Es. 3

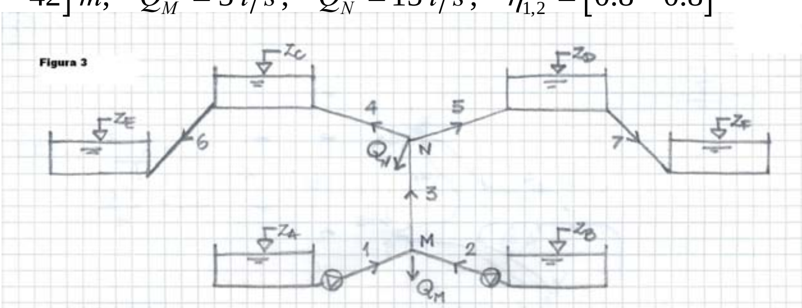
Nella rete di lunghe condotte in figura i serbatoi A e B alimentano (per pompaggio) i serbatoi C e D, che alimentano (a gravità) rispettivamente i serbatoi E ed F . Sono note le quote dei serbatoi, le caratteristiche dei rami (L_k, D_k, ε_k) , k=1, 2, …, 7, le portate emunte nei nodi M ed N, rispettivamente pari a Q_M e Q_N , i rendimenti delle pompe ($\eta = \eta_1 = \eta_2$). Si richiede di determinare: la portata in tutti i rami, il carico nei nodi M ed N, la potenza delle due pompe (P_1, P_2), tenendo conto che il sistema si trova in condizioni stazionarie. Ipotizzare valide le ipotesi tipiche per le reti di lunghe condotte ed il moto ovunque assolutamente turbolento di parete scabra. Si richiede altresì il **diagramma del carico totale**.

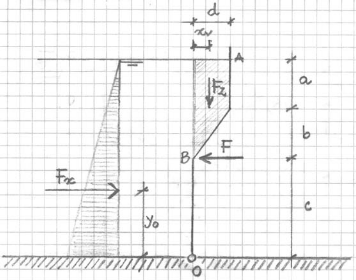
<u>*Dati numerici:*</u>

$L_{1,2,3,4,5,6,7} = [2 \quad 2 \quad 3.8 \quad 2 \quad 2 \quad 2.4 \quad 2.4]\,km;$

$D_{1,2,3,4,5,6,7} = [200 \quad 200 \quad 250 \quad 100 \quad 100 \quad 100 \quad 100]\,mm; \quad \varepsilon_k = 0.50\,mm, \forall k;$

$z_{A,B,C,D,E,F} = [20 \quad 20 \quad 50 \quad 50 \quad 42 \quad 42]\,m; \quad Q_M = 5\,l/s; \quad Q_N = 15\,l/s; \quad \eta_{1,2} = [0.8 \quad 0.8]$





Spinta idrostatica.

$$(\rightarrow) \qquad F_x = \gamma L \frac{(a+b+c)^2}{2} = 1.255 \text{ MN}$$

La retta di applicazione ha una distanza dal fondo pari a:

$$y_0 = \frac{a+b+c}{3} = 2.67 \, m$$

$$(\downarrow) \qquad F_z = \gamma L \frac{(2a+b)\, d}{2} = 177 \text{ kN}$$

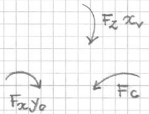
La retta di applicazione ha una distanza dalla retta OB pari a:

$$x_v = \frac{\left(ad + \frac{bd}{3}\right)}{(2a+b)} = 0.67 \, m$$

che discende dalla proprietà:

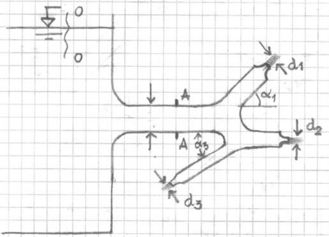
$$x_v \cdot (2a+b)\frac{d}{2} = \frac{d}{2}(ad) + \frac{d}{3}\left(\frac{bd}{2}\right)$$

Equilibrio alle rotazioni. Polo in O:



$$Fc = F_x y_0 + F_z x_v$$

$$F = F_x \frac{y_0}{c} + F_z \frac{x_v}{c} = 866 \text{ kN}$$



$$\omega_i = \frac{\pi d_i^2}{4} \quad i = 1,2,3$$

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

TdB 0-1 $\quad Q_1 = \omega_1 \sqrt{2ga} = 15.3\ l/s$

TdB 0-2 $\quad Q_2 = \omega_2 \sqrt{2g(a+b)} = 11.5\ l/s$

TdB 0-3 $\quad Q_3 = \omega_3 \sqrt{2g(a+b+c)} = 7.54\ l/s$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 34.4\ l/s$$

TdB 0-A $\quad z_0 = z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega^2}$

$$p_A = \gamma(a+e) - \rho\frac{Q^2}{2\Omega^2} = 32.4\ kPa$$

Bilancio QdM $\quad$ (S_f sul fluido, S_A sulla flangia)

$$\bar{G} + \bar{\Pi} = \bar{M}_u - \bar{M}_e + \bar{I}$$

x) $\quad p_A\Omega + S_{fx} = \rho\frac{Q_1^2}{\omega_1}\cos\alpha_1 + \rho\frac{Q_2^2}{\omega_2} - \rho\frac{Q_3^2}{\omega_3}\cos\alpha_3 - \rho\frac{Q^2}{\Omega}$

$$S_{Ax} = -S_{fx} = p_A\Omega + \rho\frac{Q_3^2}{\omega_3}\cos\alpha_3 - \rho\frac{Q_1^2}{\omega_1}\cos\alpha_1 - \rho\frac{Q_2^2}{\omega_2} + \rho\frac{Q^2}{\Omega}$$

$S_{Ax} = 545$ N

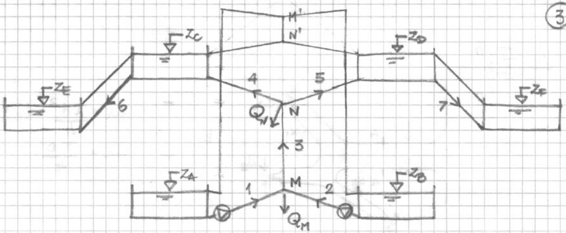
z) $\quad S_{fz} - \gamma V = \rho\frac{Q_1^2}{\omega_1}\sin\alpha_1 - \rho\frac{Q_3^2}{\omega_3}\sin\alpha_3$

$$S_{Az} = -S_{fz} = -\underbrace{\cancel{\gamma V}}_{\text{trasc.}} - \rho\frac{Q_1^2}{\omega_1}\sin\alpha_1 + \rho\frac{Q_3^2}{\omega_3}\sin\alpha_3$$

$S_{Az} = -18.6$ N

$\theta = 1.96°$

$S_A \simeq 545$ N



$$\begin{cases} \lambda_1 = 0.0249 \\ \lambda_3 = 0.0234 \\ \lambda_4 = 0.0303 \\ \lambda_6 = 0.0303 \end{cases} \qquad \begin{cases} r_1 = \dfrac{8\lambda_1 L_1}{g\pi^2 D_1^5} = 1.28\cdot 10^4 \ m^{-5}s^2 \\ r_3 = 7.53\cdot 10^3 \ \text{"} \ \text{"} \\ r_4 = 5.02\cdot 10^5 \ \text{"} \ \text{"} \\ r_6 = 6.02\cdot 10^5 \ \text{"} \ \text{"} \end{cases}$$

$$\begin{array}{ll} \mathrm{I} & \Delta H_1 = h_M - z_A + r_1 Q_1^2 \\ \mathrm{II} & h_M - h_N = r_3 Q_3^2 \\ \mathrm{III} & h_N - z_C = r_4 Q_4^2 \\ \mathrm{IV} & 2Q_1 = Q_M + Q_3 \\ \mathrm{V} & Q_3 = 2Q_4 + Q_N \\ \mathrm{VI} & z_C - z_E = r_6 Q_6^2 \\ \mathrm{VII} & Q_4 = Q_6 \end{array} \qquad \begin{array}{ll} \mathrm{VI} \rightarrow & Q_6 = \sqrt{\dfrac{z_C - z_E}{r_6}} = Q_7 \\ \mathrm{VII} \rightarrow & Q_4 = Q_5 = Q_6 \\ \mathrm{V} \rightarrow & Q_3 = 2Q_4 + Q_N \\ \mathrm{IV} \rightarrow & Q_1 = \dfrac{(Q_M + Q_3)}{2} = Q_2 \\ \mathrm{III} \rightarrow & h_N = z_C + r_4 Q_4^2 \\ \mathrm{II} \rightarrow & h_M = h_N + r_3 Q_3^2 \\ \mathrm{I} \rightarrow & \Delta H_1 = h_M - z_A + r_1 Q_1^2 \end{array}$$

$Q_1 = Q_2 = 13.6 \ l/s$

$Q_3 = 22.3 \ l/s$

$Q_4 = Q_5 = Q_6 = Q_7 = 3.65 \ l/s$

$h_N = 56.7 \ m; \quad h_M = 60.4 \ m$

$\Delta H_1 = 42.8 \ m$

$$P_1 = P_2 = \frac{\gamma Q_1 \Delta H_1}{\eta_1} = 7.16 \ kW$$