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 12/9/2007

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	***E' necessario iscriversi in rete***			

Es. 1

Un parabordo, di lunghezza L, è costituito dall'assemblaggio di porzioni di cilindro (due quarti di cilindro ed un semicilindro, di raggio R) e di un parallelepipedo. Le dimensioni geometriche del parabordo sono indicate in figura. Calcolare la risultante (modulo, direzione, verso e retta di applicazione) delle azioni idrostatiche sul parabordo.

<u>*Dati numerici*</u>: $R = 0.80\ m;\quad L = 6\ m$

Es. 2

Due serbatoi di uguale livello $(z_A = z_B)$ alimentano, mediante condotte identiche (inclinate sull'orizzontale di un angolo α) di diametro $D_1 = D_2$, un giunto flangiato ad $\mathbf{Y}$, che a sua volta alimenta, mediante una condotta verticale di diametro D_3, un ugello ben sagomato di diametro d. Nota la geometria del sistema (si veda la figura 2), sapendo che il volume di liquido contenuto dal giunto flangiato è $V_\mathbf{Y}$, si richiede di determinare:

- la spinta dinamica sul giunto flangiato ad $\mathbf{Y}$;
- a quale distanza dalla sezione contratta il getto verticale uscente riduce la sua sezione del 10%.

Considerare fluido ideale.

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

$$D_1 = D_2 = 100\ mm;\quad D_3 = 150\ mm;\quad d = 70\ mm;$$
$$\alpha = 30°;\quad a = 2.0\ m;\quad b = 2.5\ m;\quad c = 5.0\ m;\quad V_\mathbf{Y} = 10\ l$$

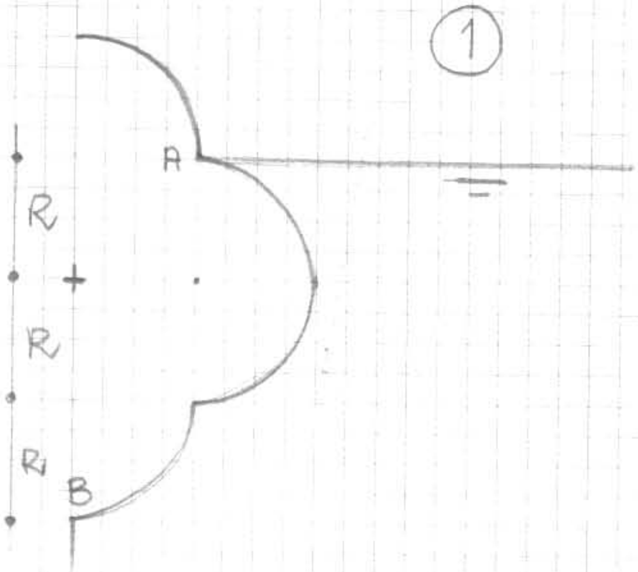
Es. 3

Nella rete di lunghe condotte in figura, sono note le caratteristiche delle condotte $(L_k, D_k, \varepsilon_k)$, $k = 1, 2, \ldots, 7$, le quote dei serbatoi z_A, z_B, z_C, z_D, le portate emunte nei nodi Q_F, Q_G. Si richiede la determinazione delle portate nei lati e dei carichi nei nodi. Considerare valide le ipotesi classiche di reti di lunghe condotte e ipotizzare moto turbolento di parete scabra ovunque.

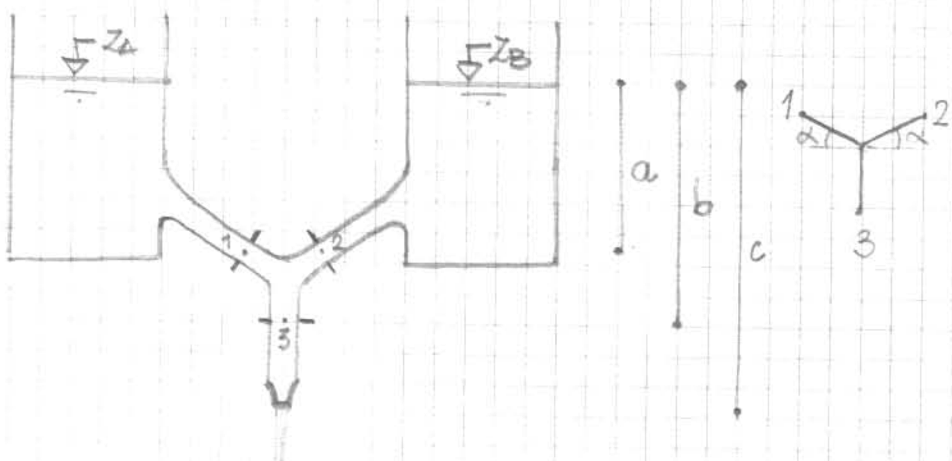
<u>*Dati numerici:*</u>

$$L_k = 1.5\ km, \forall k;\quad D_{1,2,3,4,5,6,7,8} = [100\quad 100\quad 100\quad 100\quad 80\quad 80\quad 80\quad 80]\ mm;$$
$$\varepsilon_k = 0.45\ mm, \forall k;\quad Q_F = Q_G = 5\ l/s;\quad z_A = z_B = 640\ m;\quad z_C = z_D = 600\ m$$

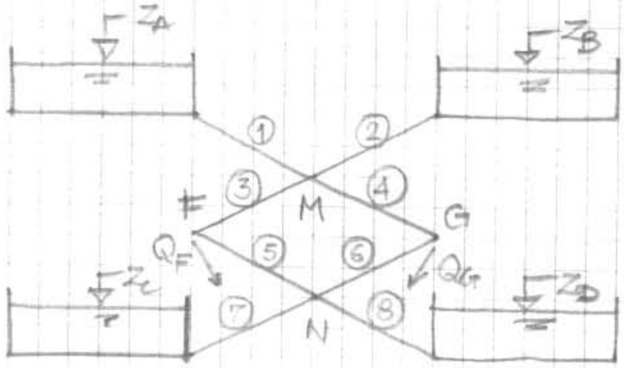
1

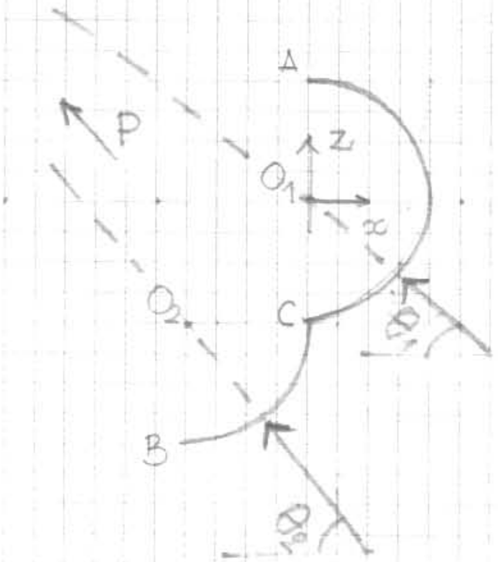


2



3





$$\leftarrow F_x = \gamma L \, \frac{3}{2} R \cdot 3R = \frac{9}{2} \gamma L R^2 = 169.5\,kN$$

$$\leftarrow F_x(AC) = 2 \gamma L R^2$$

$$\leftarrow F_x(CB) = \frac{5}{2} \gamma L R^2$$

$$\uparrow F_z = \gamma L \left[R \cdot 2R + \frac{\pi R^2}{2} + \frac{\pi R^2}{4} \right]$$

$$\uparrow F_z = \gamma L R^2 \left(2 + \frac{3}{4}\pi \right) = 164\,kN$$

$$\uparrow F_z(AC) = \gamma L \frac{\pi R^2}{2}$$

$$\uparrow F_z(CB) = \gamma L R^2 \left(2 + \frac{\pi}{4} \right)$$

$O_1 \equiv (0\,;0)$

$$\theta_1 = \mathrm{arctg}\left(\frac{-\pi/2}{2} \right) = \mathrm{arctg}\left(-\frac{\pi}{4} \right) = -0$$

$$\theta_2 = \mathrm{arctg}\left(\frac{2+\pi/4}{5/2} \right) = \mathrm{arctg}\left(-\frac{8+\pi}{10} \right)$$

$$O_2 \equiv (-R\,;-R)$$

Eq.ne retta d'azione $r_1 \Rightarrow z = [\mathrm{tg}\,\theta_1]\, x$

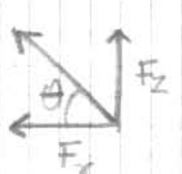
Eq.ne retta d'azione $r_2 \Rightarrow z = -R + [\mathrm{tg}\,\theta_2](x+R)$

Intersezione $P \equiv (-5.14\,m; +4.04\,m)$

La risultante passa per P

Ha modulo: $F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} \simeq 235.8\,kN$

è inclinata sull'orizzontale di



$$\theta = \mathrm{arctg}\left(\frac{8+3\pi}{} \right) = 44^\circ.07$$

sez. contratta

TdB A - C (B - C)

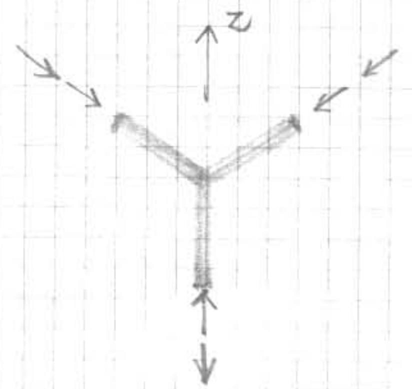
$$z_A = z_C + \frac{Q_C^2}{2g\Omega_C^2} \Rightarrow Q_C = \Omega_C\sqrt{2g\,c} \simeq 38.1\ l/s$$

$$Q_A = Q_B = \frac{Q_C}{2} = 19.05\ l/s$$

TdB A - 1 :

$$p_1 = \gamma a - \rho\frac{Q_A^2}{2\Omega_1^2} = 16.7\ kPa = p_2$$

$$p_3 = \gamma b - \rho\frac{Q_C^2}{2\Omega_3^2} = 22.2\ kPa$$



Bilancio qdm [$\overline{F}_f$ sul fluido]

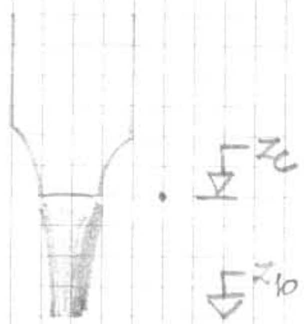
$$\overline{G} + \overline{\Pi} = \overline{M}_u - \overline{M}_e$$

x) $F_x = 0$ per simmetria

$$z)\ -\gamma V_r - 2p_1\Omega_1\sin\alpha + p_3\Omega_3 + F_{fx} = -\rho\frac{Q_C^2}{\Omega_3} + 2\rho\frac{Q_A^2}{\Omega_1}\sin\alpha$$

$$F_{rx} = -F_{fx} = -\gamma V_r - 2p_1\Omega_1\sin\alpha - 2\rho\frac{Q_A^2}{\Omega_1}\sin\alpha + p_3\Omega_3 + \rho\frac{Q_C^2}{\Omega_3} = 199\ N$$

↑ (verso l'alto)



$$z_C + \frac{Q_C^2}{2g\Omega_C^2} = z_{10} + \frac{Q_C^2}{2g\Omega_{10}^2}$$

$$\Omega_{10} = 0.9\,\Omega_C$$

$$z_C - z_{10} = \frac{Q_C^2}{2g\Omega_C^2}\left(\frac{1}{0.81} - 1\right)$$

$$z_C - z_{10} \simeq 1.17\ m$$

$\lambda_1 = \lambda_3 = 0.0294$

$\lambda_5 = \lambda_7 = 0.0315$

$r_1 = r_3 = 0.3645 \cdot 10^6 \, m^{-5} s^2 \; ; \; r_5 = r_7 = 1.190 \cdot 10^6 \, m^{-5} s^2$

$$\begin{cases} z_A - h_M = r_1 Q_1^2 \\ h_M - h_F = r_3 Q_3^2 \\ h_F - h_N = r_5 Q_5^2 \\ h_N - z_C = r_7 Q_7^2 \\ Q_1 = Q_3 \\ Q_5 = Q_7 \\ Q_3 = Q_5 + Q_F \end{cases}$$

$z_A - h_F = 2 r_1 Q_1^2$

$h_F - z_C = 2 r_5 Q_5^2$

$z_A - z_C = 2 r_1 (Q_5 + Q_F)^2 + 2 r_5 Q_5^2$

$Q_1 = Q_5 + Q_F$

$$2(r_1 + r_5) Q_5^2 + 4 r_1 Q_F Q_5 + \left[2 r_1 Q_F^2 - (z_A - z_C) \right] = 0$$

$Q_5 = 1.72 \; l/s = Q_7$

$Q_1 = 6.72 \; l/s = Q_3$

$h_N = 603.5 \; m$

$h_F = 607.1 \; m$

$h_M = 623.5 \; m$

$j_1 = j_3 = 10.98 \text{‰}$

$j_5 = j_7 = 2.35 \text{‰}$