



Nome		<i>Note del candidato</i>
Cognome		
Matricola		
Data prova orale ( <i>E' comunque necessario iscriversi in rete</i> )		

### Es. 1

Un paracolpi cilindrico di lunghezza  $L$ , posto a protezione di uno spigolo, è sagomato come assemblaggio di superfici che sono porzioni di cilindri circolari retti, tutti aventi raggio di curvatura  $R$ . L'affondamento della generatrice superiore del paracolpi è pari ad  $a$ . Si richiede di determinare la risultante delle azioni idrostatiche sul paracolpi (modulo, direzione, verso). La determinazione della retta d'azione della risultante comporta una valutazione premiante (+30%) dell'esercizio.

Dati numerici:

$$L = 5 \text{ m}; \quad R = 0.75 \text{ m}; \quad a = 2.50 \text{ m}$$

### Es. 2

Un serbatoio alimenta, mediante due pompe assiali identiche, un pezzo speciale ad  $Y$ , flangiato all'impianto di alimentazione, completamente simmetrico. Il diametro delle due condotte di alimentazione e dei due rami costituenti il pezzo speciale è  $D$ , il diametro dell'ugello di sbocco di tale pezzo speciale è  $d$ . Il piano dell'impianto è verticale. Si richiede quale debba essere la potenza di ciascuna pompa affinché l'altezza del getto emesso dal pezzo speciale sia nota e pari ad  $a$ , una volta che sia anche nota la geometria del sistema (vedi la definizione di  $b$  e  $c$  in figura).

Si richiede altresì la spinta dinamica sul pezzo speciale ad  $Y$  (che ha volume interno  $V_Y$  e inclinazione dei lati sull'orizzontale pari ad  $\alpha$ ).

Ipotizzare ideale il comportamento ideale del liquido e delle pompe.

Dati numerici:

$$D = 80 \text{ mm}; \quad d = 30 \text{ mm}; \quad a = 4 \text{ m}; \quad b = 1.5 \text{ m}; \quad c = 2 \text{ m}; \quad V_Y = 12 \text{ l}; \quad \alpha = 60^\circ$$

### Es. 3

Una rete è costituita da quattro serbatoi (le cui superfici libera si trovano alle quote note  $z_A, z_B, z_C, z_D$ ) undici rami, che hanno caratteristiche note ( $L_k, D_k, \varepsilon_k, k=1,2, \dots, 11$ ), sei nodi (E, F, K, L, M, N) che erogano portate note ( $Q_E=Q_F, Q_K=Q_L, Q_M=Q_N$ ). Nelle ipotesi semplificative di moto assolutamente turbolento di parete scabra ovunque e di rete di lunghe condotte, calcolare le portate in tutti i rami della rete. Calcolare altresì le cadenti relative a tutti i lati.

Dati numerici:

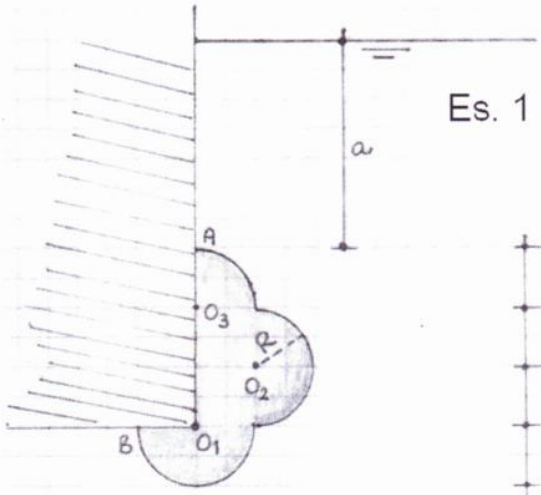
$$z_A = z_B = 250 \text{ m}; \quad z_C = z_D = 120 \text{ m};$$

$$L_k = 4 \text{ km}, \forall k = 1, 2, \dots, 11; \quad \varepsilon_k = 0.30 \text{ mm}, \forall k = 1, 2, \dots, 11;$$

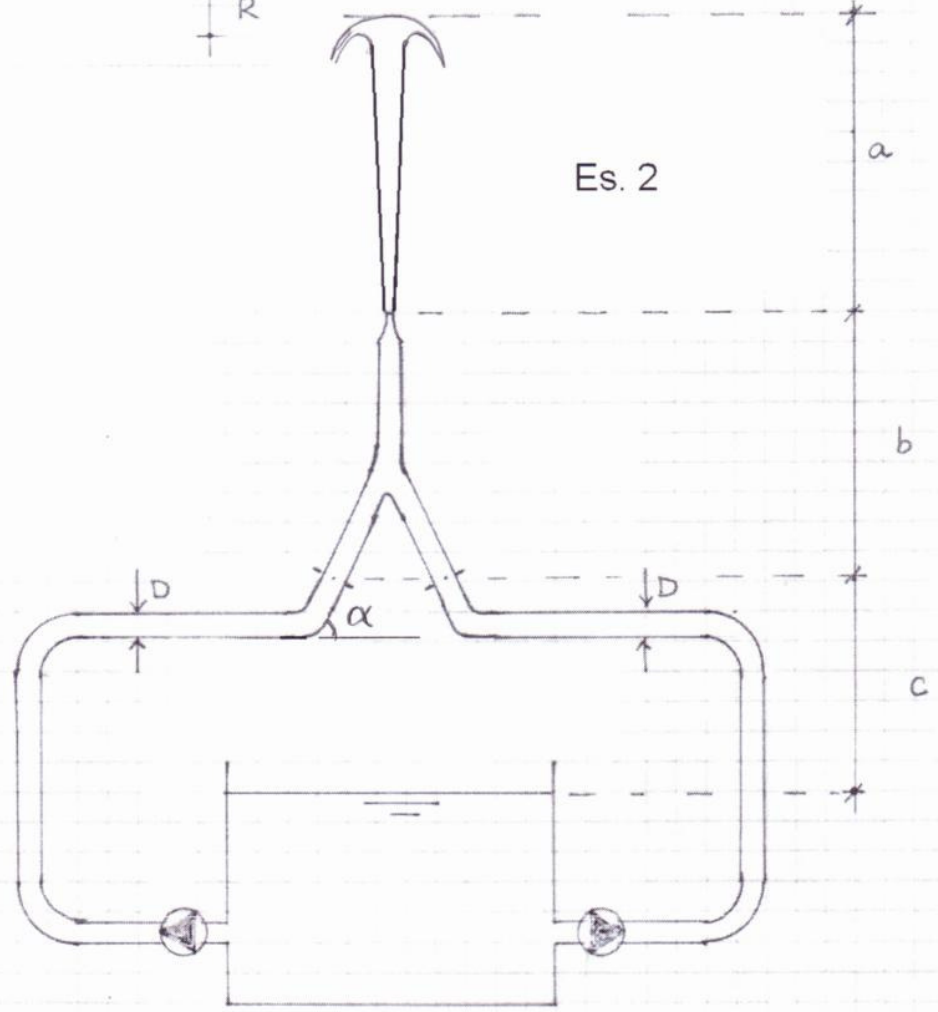
$$D_{1,2,\dots,11} = (150 \ 150 \ 80 \ 125 \ 125 \ 80 \ 100 \ 100 \ 80 \ 80 \ 80) \text{ mm};$$

$$Q_E = Q_F = 6 \text{ l/s}; \quad Q_K = Q_L = 5 \text{ l/s}; \quad Q_M = Q_N = 2.5 \text{ l/s}$$

13.07.2011

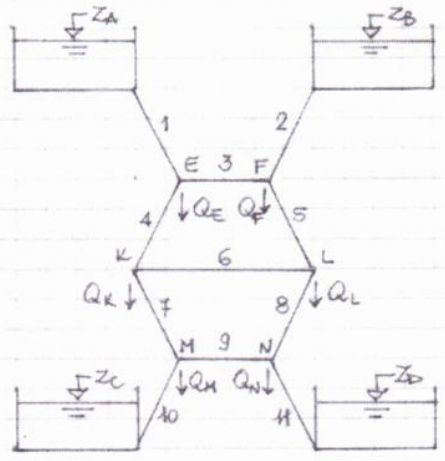


Es. 1



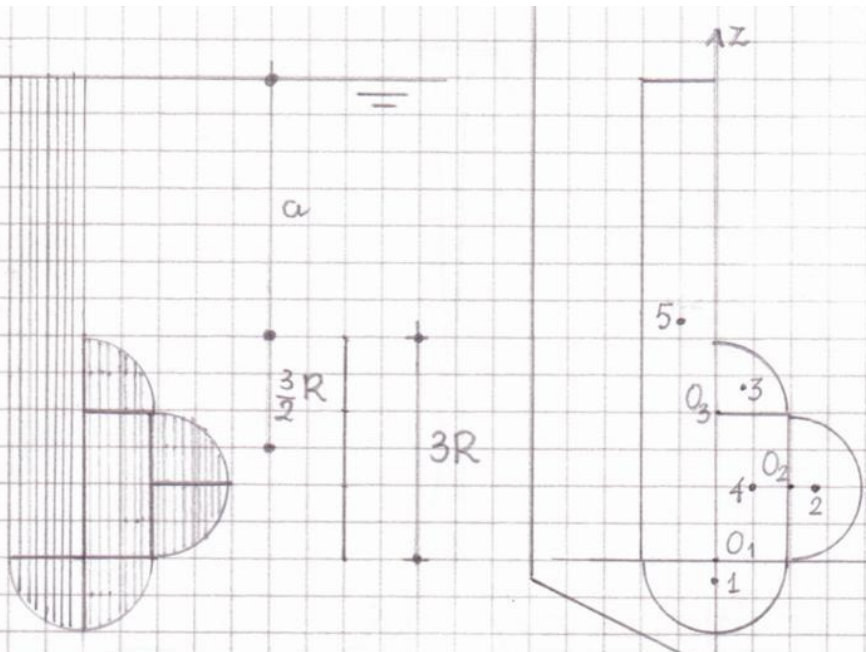
Es. 2

Es. 3



Es. (1)

13.7.2011



$$A_1 = \frac{\pi R^2}{2} ; x_1 = 0$$

$$A_2 = \frac{\pi R^2}{2} ; x_2 = R + \frac{4R}{3\pi}$$

$$A_3 = \frac{\pi R^2}{4} ; x_3 = \frac{4R}{3\pi}$$

$$A_4 = 2R^2 ; x_4 = R/2$$

$$A_5 = R \cdot (a + 3R) ; x_5 = -\frac{R}{2}$$

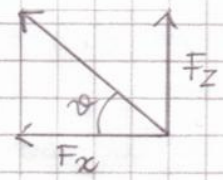
Retta d'azione forza verticale:  
 $x_G = \frac{\sum_i x_i A_i}{A_{tot}}$   
 $x_G = 0.0247m$

(←)  $F_x = \gamma \cdot (a + \frac{3}{2}R) (3RL) = 400 \text{ kN}$

(↑)  $F_z = \gamma L \left[ \frac{5\pi R^2}{4} + R(a + 3R) + 2R^2 \right]$   
 $F_z = \gamma LR \left[ \frac{5\pi R}{4} + a + 5R \right] = 338 \text{ kN}$

$F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = 524 \text{ kN}$

$\vartheta = \text{arctg} \left| \frac{F_z}{F_x} \right| = 40^\circ.2$



Retta d'azione forza orizzontale

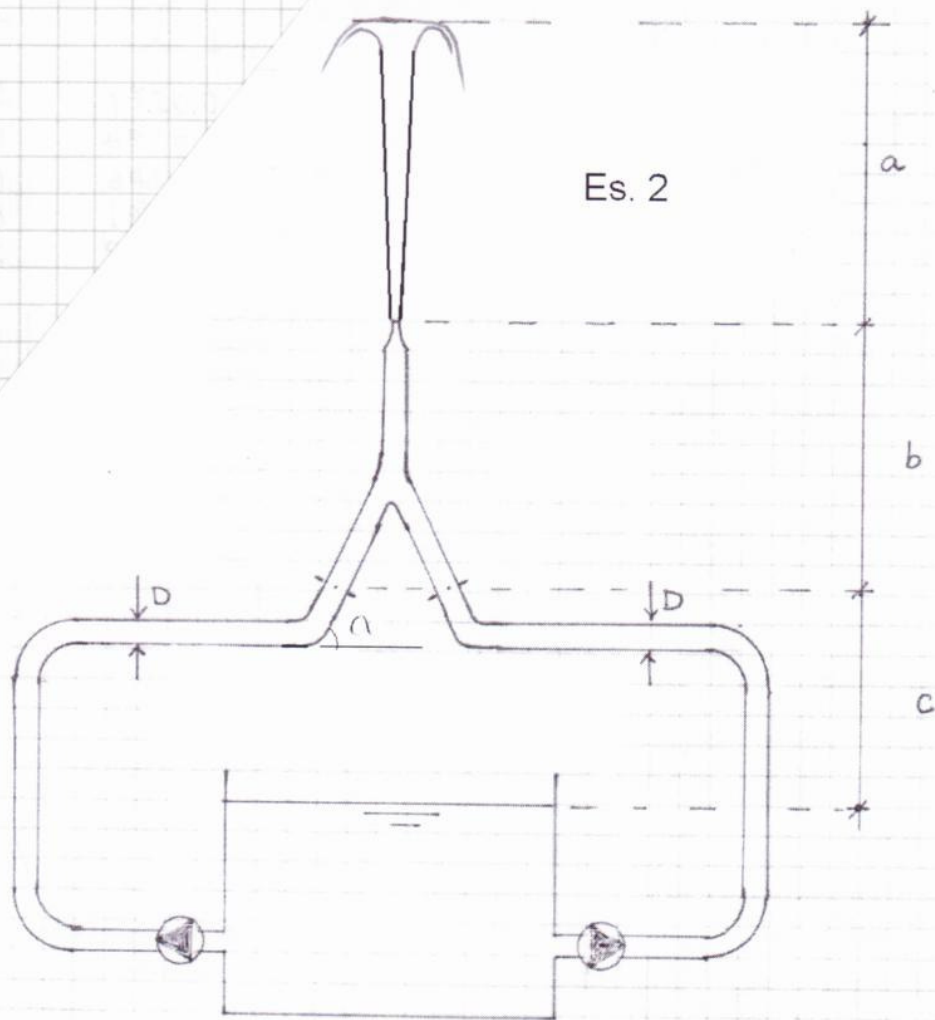
Affondam. baricentro (rett. lati  $3R \times L$ )

$\delta_{G0} = a + \frac{3}{2}R = 3.625m$

Affondam. centro di spinta

$\delta_{c0} = \delta_{G0} + \frac{1}{12} \frac{L \cdot (3R)^3}{(L \cdot 3R) \cdot \delta_{G0}}$

$\delta_{c0} = \delta_{G0} + \frac{3}{4} \frac{R^2}{\delta_{G0}} = 3.741m$



Max altezza getto :  $a = v_c^2 / 2g$

Velocità sez. contratta :  $v_c = \sqrt{2ga} = 8.86 \text{ m/s}$

Portata :  $Q = \omega v_c = 6.26 \text{ l/s}$  [ogni pompa solleva  $Q/2$ ]

Prevalenza :  $\Delta H = H_c - H_s = a + b + c = 7.5 \text{ m}$   
G sez. contr.      serb.

Potenza di ciascuna pompa :  $P = \gamma \frac{Q}{2} \Delta H = 230 \text{ W}$

TdB A-C (per calcolare  $p_A = p_B$ ) essendo  $v_A = \frac{Q/2}{\Omega} = 0.623 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

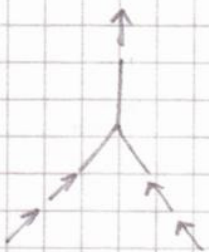
$$z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} = z_c + \frac{v_c^2}{2g} \Rightarrow p_A = \gamma (b+a) - \rho \frac{v_A^2}{2} = 53.7 \text{ kPa}$$

Bilancio QdM sul pezzo speciale ad Y : forza verticale  
( $F_x = 0$  per simmetria)

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

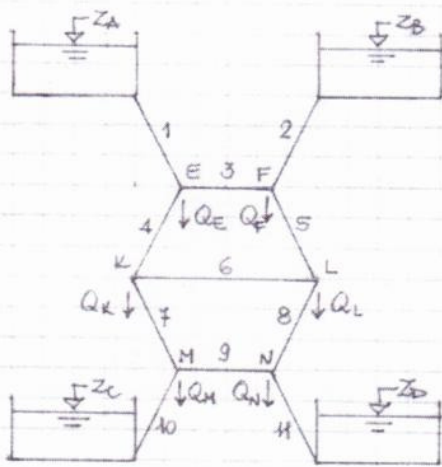
$$-\gamma V_Y + F_{Fz} + 2 p_A \Omega \sin \alpha = \rho Q v_c - 2 \rho \frac{Q}{2} v_A \sin \alpha$$

$$\uparrow F_{Fz} = -\gamma V_Y + (2 p_A \Omega + \rho Q v_A) \sin \alpha - \rho Q v_c = 298 \text{ N}$$





Es. 3



lato	$\lambda$	$r (m^{-5} s^2)$
3=6=9	0.0279	$2.81 \cdot 10^6$
1=2	0.0234	0.102 "
4=5	0.0246	0.266 "
7=8	0.0261	0.865 "
10=11	0.0279	2.81 "

da:

$$\lambda_k = \left\{ 2.0 \log_{10} \left( \frac{3.71 D_k}{\epsilon_k} \right) \right\}^{-2}$$

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

$Q_3 = Q_6 = Q_9 = 0$  per SIMM.

$$\begin{cases} Z_A - Z_C = r_1 Q_1^2 + r_4 Q_4^2 + r_7 Q_7^2 + r_{10} Q_{10}^2 \\ Q_1 = Q_4 + Q_E \\ Q_4 = Q_7 + Q_K \\ Q_7 = Q_{10} + Q_M \end{cases}$$

$\rightarrow = 13.5 \text{ l/s}$   
 $Q_{ME}$

$$Q_1 = Q_{10} + Q_M + Q_K + Q_E$$

$$Q_4 = Q_{10} + Q_M + Q_K$$

$Q_{MK} = 7.5 \text{ l/s}$

$$Z_A - Z_C = r_1 (Q_{10} + Q_{ME})^2 + r_4 (Q_{10} + Q_{MK})^2 + r_7 (Q_{10} + Q_M)^2 + r_{10} Q_{10}^2$$

$$Z_A - Z_C = \underbrace{(r_1 + r_4 + r_7 + r_{10})}_{a} Q_{10}^2 + 2 \underbrace{(r_1 Q_{ME} + r_4 Q_{MK} + r_7 Q_M)}_m Q_{10} + \underbrace{r_1 Q_{ME}^2 + r_4 Q_{MK}^2 + r_7 Q_M^2}_c$$

$$c = c' - (Z_A - Z_C) = -91.05 \text{ m}$$

$a = 4.04 \cdot 10^6 \text{ m}^5 \text{ s}^2$   
 $m = 5.53 \cdot 10^3 \text{ m}^2 \text{ s}$

$$a Q_{10}^2 + 2m Q_{10} + c = 0$$

CARICHI (nonrich.)

$h_E = 220.3 \text{ m}$

$h_K = 187.7 \text{ m}$

$h_M = 155.8 \text{ m}$

$$Q_{10} = \begin{cases} 3.57 \text{ l/s} & = Q_M \\ -6.31 \text{ l/s} & \text{da scartare} \end{cases}$$

$Q_7 = Q_8 = 6.07 \text{ l/s}$

$Q_4 = Q_5 = 11.07 \text{ l/s}$

$Q_1 = Q_2 = 17.07 \text{ l/s}$

$j_1 = j_2 = 7.4 \text{‰}$  ;  $j_4 = j_5 = 8.2 \text{‰}$  ;  $j_7 = j_8 = 8 \text{‰}$  ;  $j_{10} = j_{11} = 9 \text{‰}$

$j_3 = j_6 = j_9 = 0$