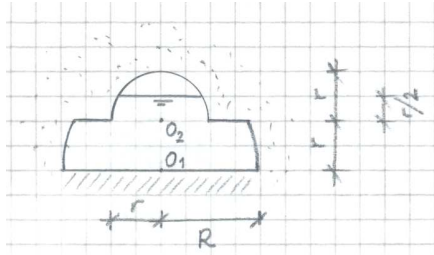




Nome		<i>barrare la voce che interessa</i> ↓	
Cognome			
Matricola			
Corso di Laurea	N.O. Civile - Ambientale	V.O. Ing. Civ.	N.O. Ing. Mecc.
Data prova orale	<i>E' necessario iscriversi in rete</i>	<i>Or prima del 23</i>	<i>Iscriz. NS</i>

**Es. 1**

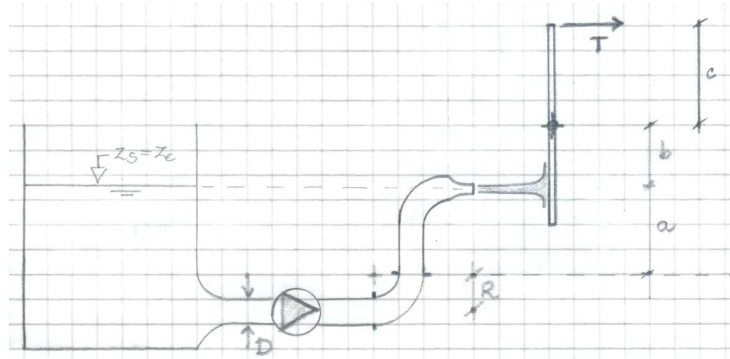


La sezione di una galleria di lunghezza  $L$  è costituita da una superficie piana e da una doppia volta circolare, la cui geometria è descritta in figura. Si richiedono modulo, direzione, verso e retta d'azione della risultante delle azioni idrostatiche sulla doppia volta (incluso la parete piana che unisce la volta di diametro maggiore con quella di diametro minore).

Dati numerici:  $L = 15 \text{ m}$ ;  $R = 4 \text{ m}$ ;  $r = 2 \text{ m}$

**Es. 2**

Un serbatoio alimenta una condotta di diametro  $D$ , sulla quale è innestata una pompa che trasmette al liquido una potenza  $P$ . A valle della pompa, un gomito a  $90^\circ$  flangiato (avente raggio di curvatura medio  $R$ ) alimenta un ugello ben sagomato di diametro  $d$ . La quota del baricentro dell'ugello è identica a quella del pelo libero del serbatoio. Il getto investe una piastra incernierata, che viene mantenuta ferma dal tiro di una fune applicato ad una distanza nota dal perno,  $c$ . Ulteriori dati relativi alla geometria del sistema sono rappresentati in figura.



Si richiede di determinare, nell'ipotesi di fluido ideale: (a) la portata uscente dall'ugello; (b) il tiro necessario per mantenere la piastra in equilibrio; (c) la spinta dinamica sul gomito a  $90^\circ$  flangiato.

Dati num.:  $D = 200 \text{ mm}$ ;  $d = 75 \text{ mm}$ ;  $R = 500 \text{ mm}$ ;  $a = 2 \text{ m}$ ;  $b = 1.5 \text{ m}$ ;  $c = 3 \text{ m}$ ;  $P = 12 \text{ kW}$

**Es. 3**

Le quote (costanti) di due serbatoi differiscono di un dislivello  $a$ . I serbatoi sono collegati da due condotte in serie, le cui caratteristiche sono note: lunghezza ( $L_1, L_2$ ), diametro ( $D_1, D_2$ ), scabrezza ( $\epsilon_1, \epsilon_2$ ). La condotta 1 si innesta nel serbatoio di monte mediante un tubo addizionale interno, la condotta 2 si innesta bruscamente nel serbatoio di valle, l'allargamento è brusco.

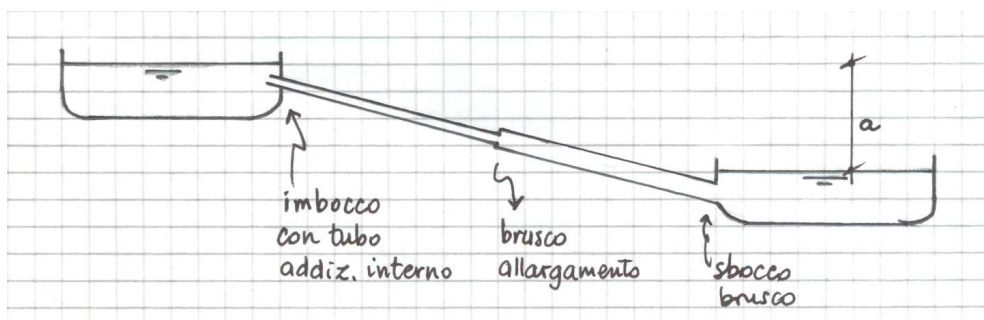
Prima parte. Si richiede il calcolo della portata fluente  $Q$  ed il disegno delle linee dei carichi (totale e piezometrico).

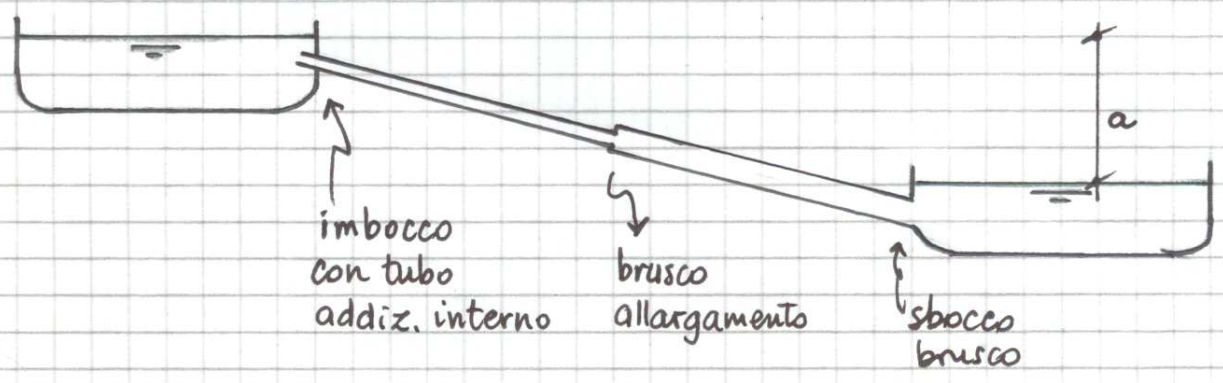
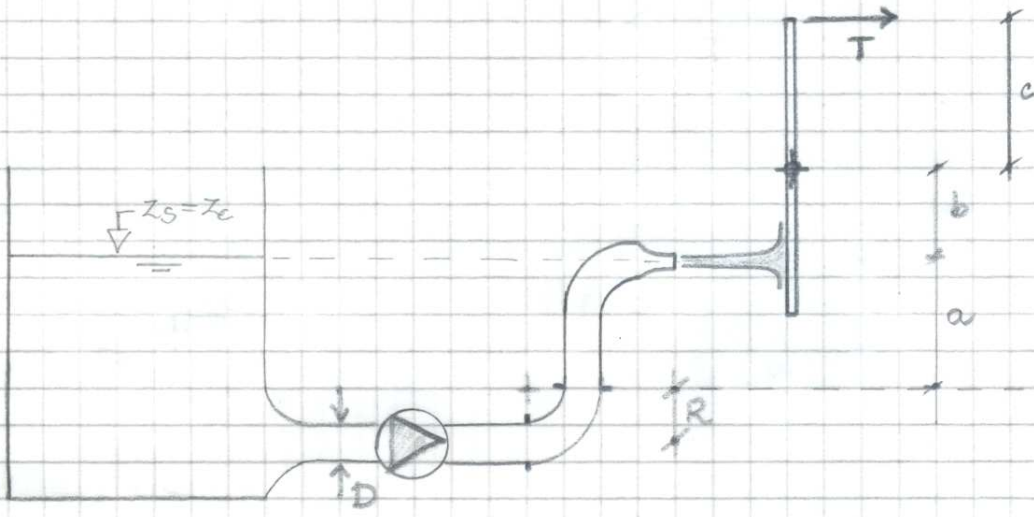
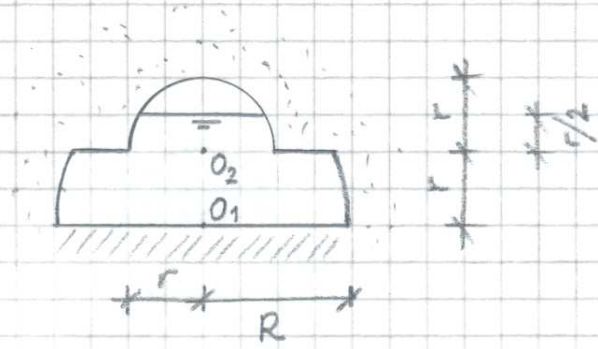
Seconda parte. Si richiede il calcolo della potenza della pompa acceleratrice, di rendimento  $\eta$ , necessaria ad aumentare la portata liquida ad un valore prescritto  $Q^*$ .

Nota sulla soluzione. Il calcolo delle resistenze deve essere svolto in maniera completa. A rigore, questo richiede un nuovo calcolo del coefficiente di resistenza  $\lambda$  nella *seconda parte* dell'esercizio. Questo ri-calcolo può essere, in prima approssimazione, omesso, e possono essere utilizzati i valori relativi alla soluzione della prima parte. Se, invece, il calcolo dei  $\lambda$  viene ri-eseguito anche per la seconda parte, la valutazione verrà incrementata del 25%.

Dati num.:

$L_1 = L_2 = 3000 \text{ m}$ ;  $D_1 = 100 \text{ mm}$ ;  $D_2 = 150 \text{ mm}$ ;  $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0.30 \text{ mm}$ ;  $a = 60 \text{ m}$ ;  $Q^* = 15 \text{ l/s}$ ;  $\eta = 0.85$

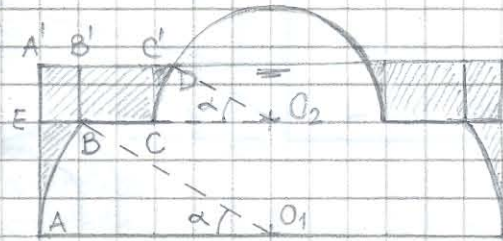
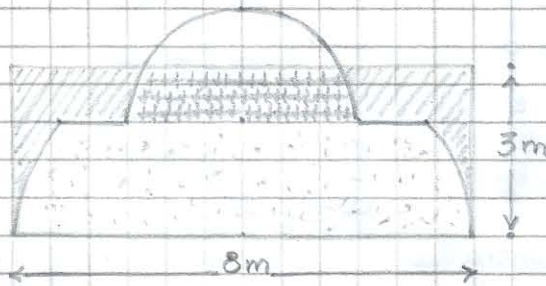




17.12.08

1

Area a crocette =  $3.826 \text{ m}^2$   
 Area puntinata =  $15.306 \text{ m}^2$



$\hat{CO_2D} = \hat{AO_1B} = \alpha = \pi/6$

La spinta sulla superficie laterale è verticale, passante per l'asse  $O_1O_2$  e applicata nel piano medio. È diretta verso l'alto.

$\vec{F} = F_z \vec{e}_z \quad (\uparrow)$  ( $V = LA = 73 \text{ m}^3$ )

$F_z = \gamma LA = 716 \text{ kN}$

$A = 2 \left\{ A_{\substack{E \\ A} B} + A_{\substack{A' \\ E} C} + A_{\substack{C' \\ C} D} \right\} \approx 4.87 \text{ m}^2$

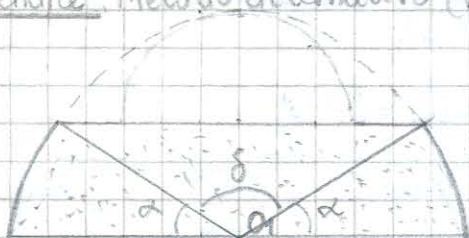
$A_{\substack{E \\ A} B} = A(\text{trapezio } AEBO_1) - A(\text{settore circolare } O_1AB)$   
 $\underbrace{\left[ R + (R - R \cos \alpha) \right] \frac{r}{2}}_{\sim 4.54 \text{ m}^2} - \underbrace{\frac{\alpha R^2}{2}}_{\sim 1.19 \text{ m}^2} = 0.347 \text{ m}^2$

con:  $(\alpha = \arcsin(1/2) = \pi/6)$

$A_{\substack{A' \\ E} C} = (R-r) \frac{r}{2} = 2 \text{ m}^2$  [  $A(BC'CB') = 1.164 \text{ m}^2$   
 $A(EBB'A') = 0.536 \text{ m}^2$  ]

$A_{\substack{C' \\ C} D} = A(\text{trapezio } CC'DO_2) - A(\text{settore circolare } O_2CD)$   
 $\underbrace{\left[ r + (r - r \cos \alpha) \right] \frac{r}{4}}_{\sim 1.13 \text{ m}^2} - \underbrace{\frac{\alpha r^2}{2}}_{\sim 1.05 \text{ m}^2} = 0.0868 \text{ m}^2$

Appendice Metodo alternativo (v. di figura in alto a sx)



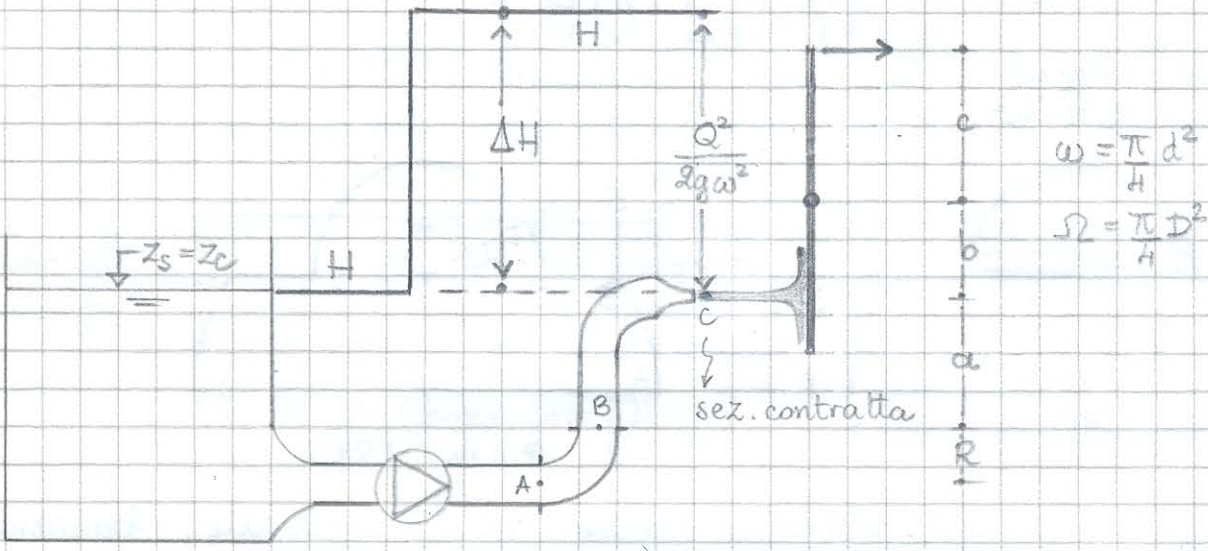
$\alpha = \pi/6$

$\delta = \frac{2\pi}{3}$



(PUNTI NATA)  $A_{\text{punti}} = \frac{\pi R^2}{2} - \frac{R^2}{2} (\delta - \sin \delta)$

(CROCETTE)  $A_{\text{crocette}} = \frac{\pi r^2}{2} - \frac{r^2}{2} (\delta - \sin \delta)$



$$H_s + \Delta H = H_c$$

$$P = \gamma Q \Delta H \Rightarrow \Delta H = \frac{P}{\gamma Q}$$

$$z_s + \frac{P}{\gamma Q} = z_c + \frac{Q^2}{2g\omega^2}$$

(e'  $z_s = z_c$ )

$$P = \rho \frac{Q^3}{2\omega^2}$$

$$\Rightarrow Q = \sqrt[3]{\frac{2\omega^2 P}{\rho}} = 77.7 \text{ l/s}$$

Spinta dinamica sulla piastra:  $F_p = \rho \frac{Q^2}{\omega} = 1.37 \text{ kN}$

Equilibrio alla rotazione della piastra.

$$F_p \cdot b = T \cdot c \Rightarrow T = \frac{b}{c} F_p = 683 \text{ N}$$

TdB B-C

$$z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega^2} = z_c + \frac{Q^2}{2g\omega^2} \Rightarrow$$

$$p_B = \gamma \left[ a + \frac{Q^2}{2g\omega^2} \left[ 1 - \frac{\omega^2}{\Omega^2} \right] \right]$$

$$p_B = 171 \text{ kPa}$$

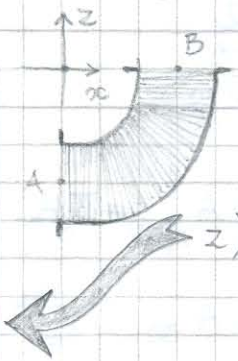
TdB A-B

$$p_A = p_B + \gamma R = 176 \text{ kPa}$$

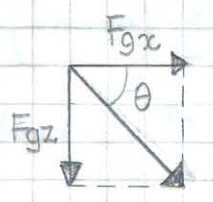
Bilancio qdm sul gomito:  $\bar{G} + \bar{\Pi} = \bar{M}_u - \bar{M}_e$  [  $\frac{\bar{F}_f \text{ sul fluido}}{\bar{F}_g \text{ sul gomito}}$  ]

$$x) F_{fx} + p_A \Omega = - \frac{\rho Q^2}{\Omega}$$

$$\Rightarrow F_{gx} = p_A \Omega + \frac{\rho Q^2}{\Omega} = 572 \text{ kN}$$

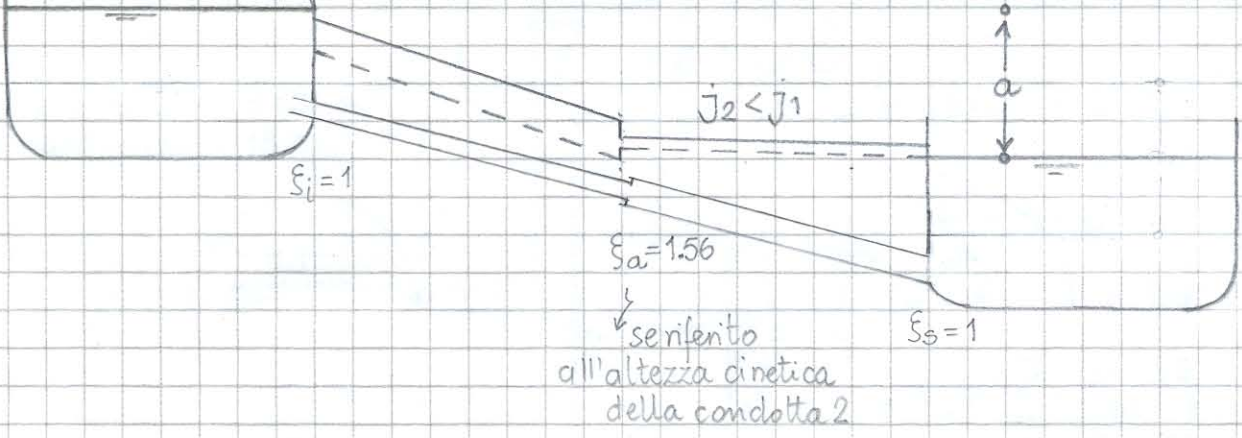


$F_g = 8.15 \text{ kN}$   
 $\theta = 45.4^\circ$



$$z) -\gamma \left( \Omega \frac{\pi R}{2} \right) + F_{gz} - p_B \Omega = \frac{\rho Q^2}{\Omega}$$

$$\Rightarrow F_{gz} = - \left[ \gamma \left( \Omega \frac{\pi R}{2} \right) + p_B \Omega + \frac{\rho Q^2}{\Omega} \right] = 5.81 \text{ kN}$$



$$a = \sum_{i=1}^n \frac{U_1^2}{2g} + \frac{\lambda_1 L_1}{D_1} \frac{U_1^2}{2g} + \underbrace{\frac{(U_1 - U_2)^2}{2g}}_{\xi_a \frac{U_2^2}} + \frac{\lambda_2 L_2}{D_2} \frac{U_2^2}{2g} + \sum_{s=1}^n \frac{U_2^2}{2g}$$

$\xi_a = \left(\frac{D_2}{D_1} - 1\right)^2 = 1.56$

$$a = \left[ \left( \xi_i r_d^4 + \xi_a + \xi_s \right) + \left( \frac{\lambda_1 L_1}{D_1} r_d^4 + \frac{\lambda_2 L_2}{D_2} \right) \right] \frac{Q^2}{2g \Omega_2^2}$$

M.A.T.P.S.  
 ↓  
 Molo assoluto  
 di turbolenza  
 da parete  
 scabra

$$Q = \frac{\Omega_2 \sqrt{2ga}}{\sqrt{\left( \xi_i r_d^4 + \xi_a + \xi_s \right) + \left( \frac{\lambda_1 L_1}{D_1} r_d^4 + \frac{\lambda_2 L_2}{D_2} \right)}} = 8.88 \text{ l/s}$$

$\lambda_1$  (iniz.) = 0.0261

$\lambda_2$  (iniz.) = 0.0234

$$\lambda_1 = f_{\text{cor}} \left( \frac{\epsilon_1}{D_1}, Re_1 \right) = 0.0273$$

$$\lambda_2 = f_{\text{cor}} \left( \frac{\epsilon_2}{D_2}, Re_2 \right) = 0.0255$$

dopo la procedura iterativa

Con pompa acceleratrice

$$a + \Delta Hd = \sum \text{perdite di carico}$$

VALORI PREC.

$\lambda_1$  (iniz.) = 0.0273

$\lambda_2$  (iniz.) = 0.0255

$\lambda_1 = \dots = 0.0268$

$\lambda_2 = \dots = 0.0248$

dopo la procedura iterativa (in cui i valori di Re sono noti, per cui si itera solo su  $\lambda$ )

$\Delta Hd = 110.4 \text{ mm}$

$$P_p = \frac{\rho Q^* \Delta Hd}{\eta_p} = 19.2 \text{ kW}$$