UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Corso di Laurea in ING. CIVILE e AMBIENTALE
Corso di Laurea in INGEGNERIA MECCANICA

Prova scritta di Idraulica e Meccanica dei Fluidi del 29/05/2014

Nome		***Note del candidato***
Cognome		
Matricola		
Prova orale: ***E' necessario iscriversi in rete***		

Es. 1

Una paratoia cilindrica di lunghezza L è incernierata su una cerniera cilindrica in corrispondenza della generatrice inferiore. La sezione della paratoia è circolare di raggio R. A monte della paratoia si trova acqua a livello costante: la quota di tale piano è individuata dall'angolo al centro α. A valle della paratoia si trova acqua a livello costante: la quota di tale piano è la stessa del centro della paratoia. Si richiede di determinare la risultante (modulo, direzione, verso, retta d'azione) delle azioni idrostatiche sulla paratoia cilindrica, ed il modulo della forza orizzontale $\boldsymbol{F}$, la cui retta d'azione passa per il centro O, applicata nel piano medio, affinché la paratoia non ruoti.

Dati numerici:

$$L = 5\,m; \quad R = 1.25\,m; \quad \alpha = 30^\circ$$

Es. 2

Un serbatoio alimenta una condotta di diametro D, inclinata di un angolo α, sulla quale è flangiato un pezzo speciale ad $\mathbf{Y}$, munito di due ugelli ben sagomati: uno di diametro d_A dal quale fuoriesce un getto verticale ed uno di diametro d_B dal quale fuoriesce un getto orizzontale. La geometria del sistema è nota, in particolare sono note le distanze verticali tra la superficie libera del serbatoio ed il baricentro della flangia, il baricentro della sezione contratta A, il baricentro della sezione contratta B, rispettivamente pari ad f, a, b, nonché il volume di liquido contenuto nel pezzo flangiato, V_{Y}. Si richiede: (a) la spinta dinamica sul pezzo flangiato; (b) la distanza longitudinale x_P dal baricentro della sezione B del punto di impatto del getto con il suolo, che dista verticalmente c dalla quota del baricentro della sezione B.

Dati numerici:

$$\alpha = 45^\circ; \quad D = 150\,mm; \quad d_A = 60\,mm; \quad d_B = 80\,mm;$$
$$f = 2.2\,m; \quad a = 3\,m; \quad b = 2.5\,m; \quad c = 1.8\,m; \quad V_{\mathrm{Y}} = 15\,l$$

Es. 3

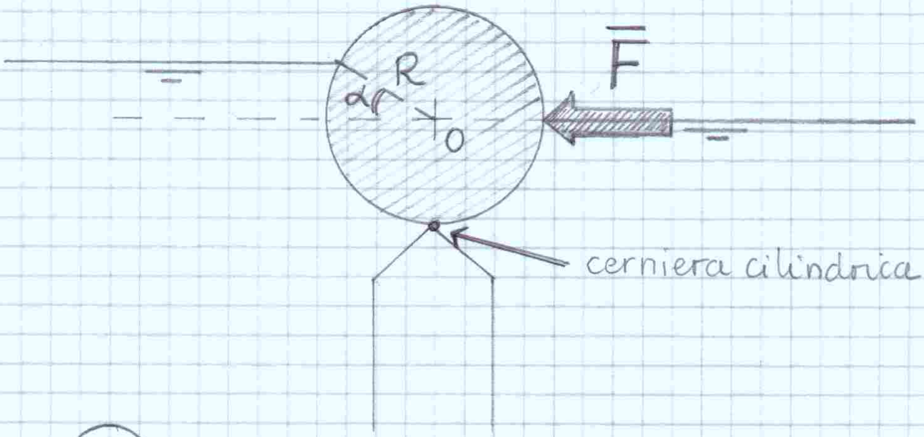
Una rete di lunghe condotte è costituita da 8 rami, 3 serbatoi (A, E, F), 3 nodi (B, C, D). Sono note le caratteristiche delle condotte (L_k, D_k, ε_k), k = 1, 2, …, 8; le quote delle superfici libere dei serbatoi (z_A, z_E, z_F); le portate erogate dai nodi (Q_B, Q_D), le quote dei nodi (z_B, z_C, z_D).
Si richiede la determinazione delle portate in tutti i rami nonché la determinazione della pressione nei nodi B, C, D. Per semplicità, ipotizzare moto assolutamente turbolento di parete scabra ovunque.

Dati numerici:

$$z_A = 500\,m; \quad z_B = z_C = z_D = 430\,m; \quad z_E = z_F = 350\,m;$$
$$L_{1,\ldots,8} = [8 \;\; 8 \;\; 5 \;\; 5 \;\; 6 \;\; 6 \;\; 6 \;\; 6]\,km; \quad D_{1,\ldots,8} = [150 \;\; 150 \;\; 125 \;\; 125 \;\; 80 \;\; 80 \;\; 80 \;\; 80]\,mm;$$
$$\varepsilon_{1,\ldots,8} = 0.4\,mm; \quad Q_B = Q_D = 5\,l/s.$$

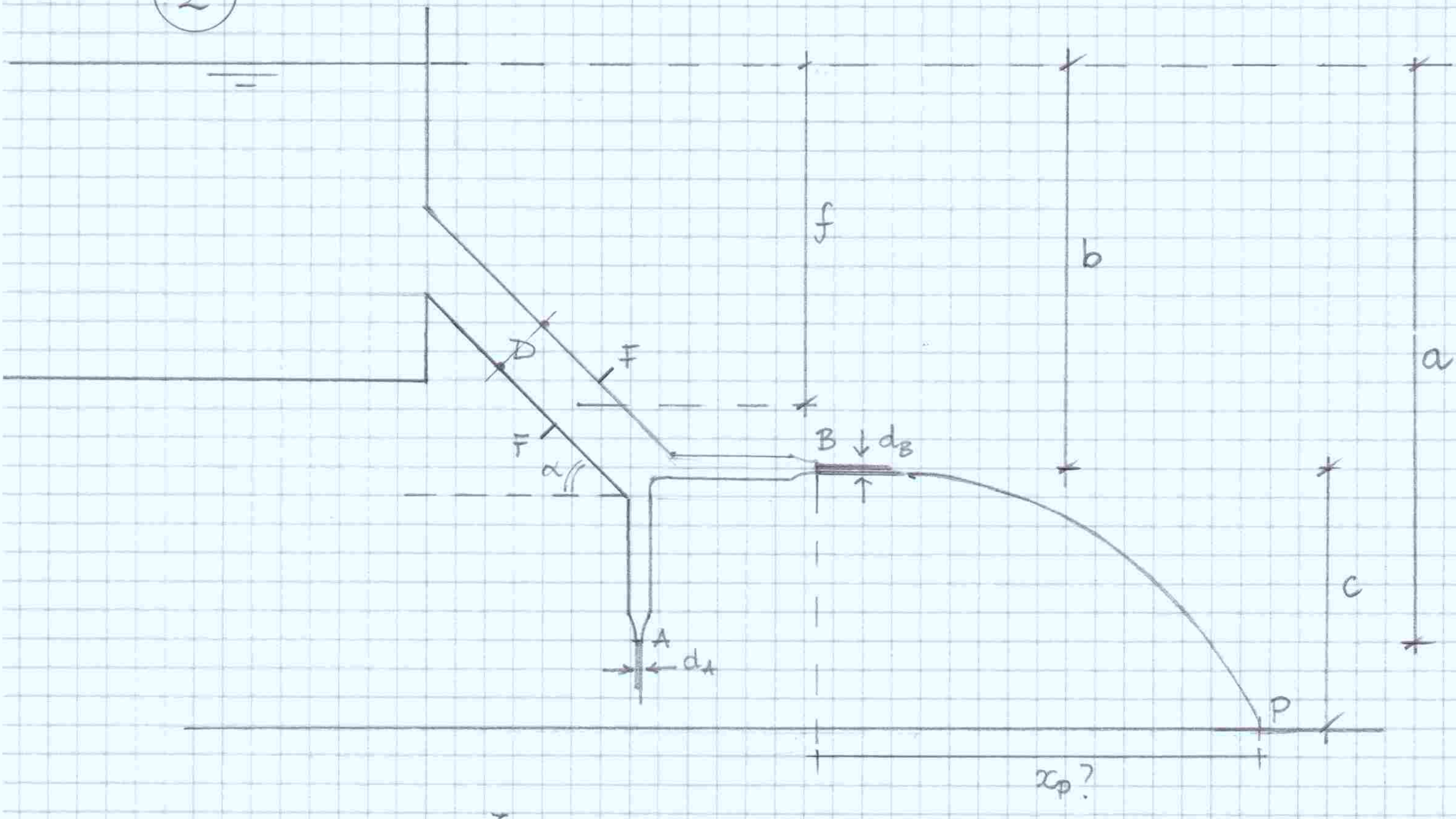
29·5·2014

1



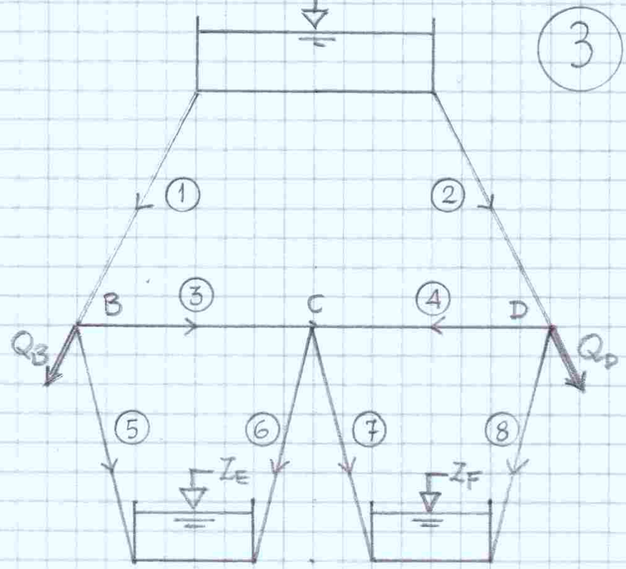
R
α
O
F̄
cerniera cilindrica

2

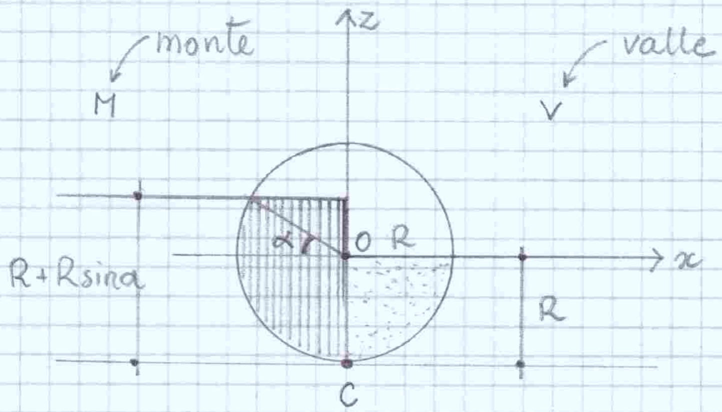


f
b
a
c
D
F
F
α
B
d_B
A
d_A
P
x_P?

3



z_A
1
2
B
3
C
4
D
Q_B
Q_D
5
6
7
8
z_E
z_F



I calcoli ⊕ possono essere omessi. Sono riportati solo per completezza

$(\longrightarrow)\quad F_{Mx} = \frac{1}{2}\gamma L\,(R + R\sin\alpha)^2 = 86.2\ kN$

$(\uparrow)\quad F_{Mz} = \gamma L\left[\frac{R^2}{2}\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right) + \frac{1}{2}R^2 \sin\alpha\cos\alpha\right] = 96.8\ kN$

calcoli riportati solo per dettagliare la fisica ⊕

$$\left\{\begin{aligned} F_M &= \sqrt{F_{Mx}^2 + F_{Mz}^2} = 130\,kN \\ \theta_M &= \mathrm{arctg}\left(\frac{F_{Mz}}{F_{Mx}}\right) = 48°.3 \end{aligned}\right.$$

$b_M = R\cos\theta_M = 0.831\,m$

$F_x = 47.9\ kN$

$F_z = 157\ kN$

$F_{tot} = 164\ kN$

$\theta = 73°$

$b = R\cos\theta$

$(\longleftarrow)\quad F_{Vx} = \frac{1}{2}\gamma L\,R^2 = 38.3\ kN$

$(\uparrow)\quad F_{Vz} = \gamma L\left(\frac{\pi R^2}{4}\right) = 60.2\ kN$

calcoli riportati solo per dettagliare la fisica ⊕

$$\left\{\begin{aligned} F_V &= \sqrt{F_{Vx}^2 + F_{Vz}^2} = 71.3\ kN \\ \theta_V &= \mathrm{arctg}\left|\frac{F_{Vz}}{F_{Vx}}\right| = 57°.5 \end{aligned}\right.$$

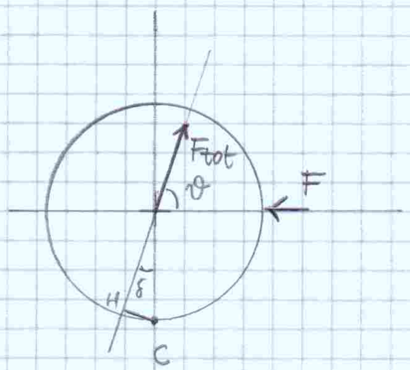
$b_V = R\cos\theta_V = 0.671\,m$

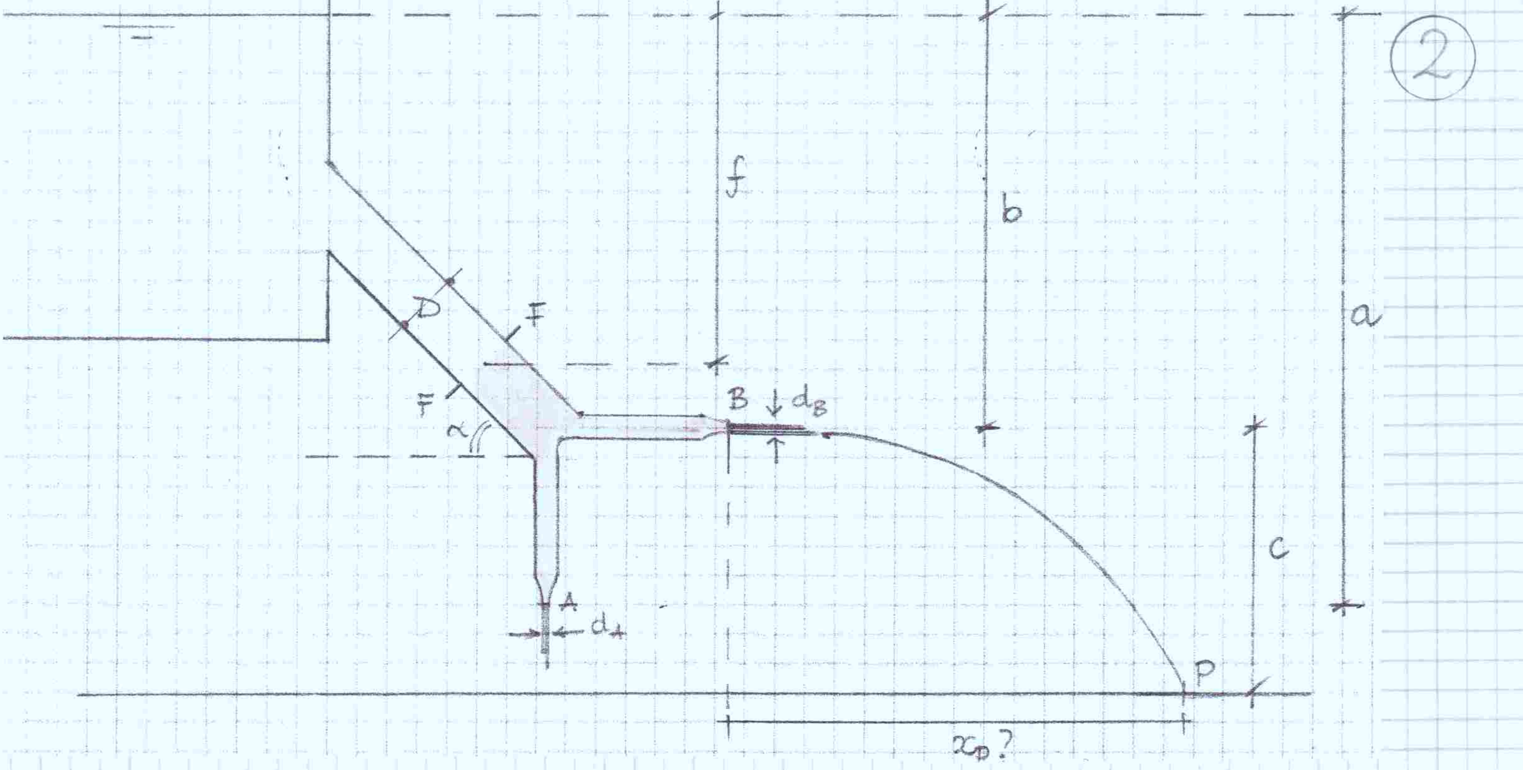
$F \cdot R = F_{tot} \cdot R\cos\theta$

$F = F_{tot}\cos\theta = F_x$

$F = 47.9\ kN$

$\overline{CH} = b = R\sin\delta$
$= R\cos\theta$





$v_B = \sqrt{2gb} = 7.00\,\frac{m}{s}$; $Q_B = v_B\,\omega_B = 35.2\,l/s$ $v_A = \sqrt{2ga} = 7.67\,\frac{m}{s}$; $Q_A = 21.7\,\frac{l}{s}$

$Q_{TOT} = Q = Q_A + Q_B = 56.9\,l/s$

TdB 0-F ⇨ $p_F = \gamma f - \frac{1}{2}\rho\frac{Q^2}{\Omega^2} = 16.4\,kPa$

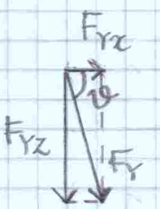
Bilancio QdM sul volume di controllo colorato (F_r sul pezzo flang. F_f sul fluido)

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

x) $F_{fx} + p_F\,\Omega\cos\alpha = \rho\frac{Q_B^2}{\omega_B} - \rho\frac{Q^2}{\Omega}\cos\alpha$

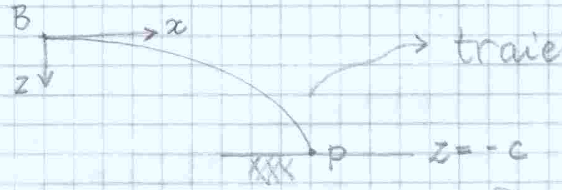
$F_{rx} = \left(p_F\,\Omega + \rho\frac{Q^2}{\Omega}\right)\cos\alpha - \rho\frac{Q_B^2}{\omega_B} = 87.9\,N \quad (\rightarrow)$

z) $F_{fz} - \gamma V_r - p_F\,\Omega\sin\alpha = -\rho\frac{Q_A^2}{\omega_A} + \rho\frac{Q^2}{\Omega}\sin\alpha$



$F_{rz} = -\left(p_F\,\Omega + \rho\frac{Q^2}{\Omega}\right)\sin\alpha - \gamma V_r + \rho\frac{Q_A^2}{\omega_A} = -315\,N \quad (\downarrow)$

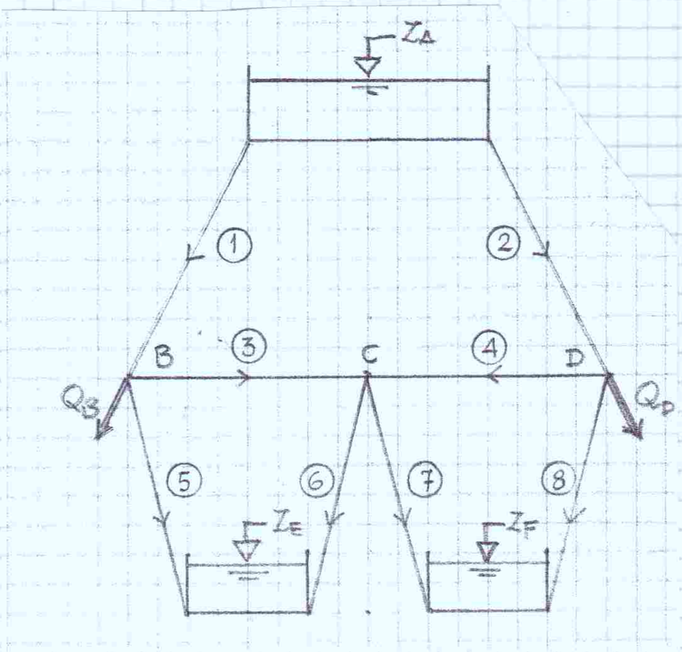
$F_r = \sqrt{F_{rx}^2 + F_{rz}^2} = 327\,N$. $\theta = arctg\left|\frac{F_{rz}}{F_{rx}}\right| = 74.4°$



traiettoria getto: $\begin{cases} z = -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_B^2} \\ z = -c \end{cases}$

eq.ne piano

$x_p = \sqrt{\frac{2v_B^2}{g}\cdot c} = 4.24\,m$



$\lambda_1 = \lambda_2 = 0.0253$

$\lambda_3 = \lambda_4 = 0.0266$

$\lambda_5 = \lambda_6 = \lambda_7 = \lambda_8 = 0.0303$

$r_1 = r_2 = 0.220 \cdot 10^6 \ m^{-5} s^2$

$r_3 = r_4 = 0.361 \cdot 10^6 \ m^{-5} s^2$

$r_5 = r_6 = r_7 = r_8 = 4.59 \cdot 10^6 \ m^{-5} s^2$

$$\begin{cases} Q_1 = Q_B + Q_3 + Q_5 \\ Q_3 = Q_6 \\ z_A - z_E = r_1 Q_1^2 + r_5 Q_5^2 \\ z_A - z_E = r_1 Q_1^2 + r_3 Q_3^2 + r_6 Q_6^2 \end{cases} = r_1 Q_1^2 + (r_3 + r_6) Q_3^2 \Rightarrow Q_5 = \sqrt{\frac{r_3 + r_6}{r_5}} \ Q_3$$

$$Q_1 = Q_B + \underbrace{\left(1 + \sqrt{\frac{r_3 + r_6}{r_5}}\right)}_{\kappa = 2.0385} Q_3 = Q_B + \kappa Q_3$$

$$z_A - z_E = r_1 (Q_B + \kappa Q_3)^2 + (r_3 + r_6) Q_3^2$$

$$(r_1 \kappa^2 + r_3 + r_6) Q_3^2 + 2 r_1 \kappa Q_B Q_3 + \left[r_1 Q_B^2 - (z_A - z_E) \right] = 0$$

$$\Rightarrow Q_3 = \begin{cases} \cancel{- \ldots} \\ 4.59 \ \ell/s \end{cases}$$

$Q_6 = Q_3 = Q_4 = Q_7 = 4.59 \ \ell/s$

$Q_1 = Q_2 = 14.36 \ \ell/s$

$Q_5 = Q_8 = 4.77 \ \ell/s$

$$h_B = z_A - r_1 Q_1^2 = 454.5 \ m = h_D$$

$$h_C = h_B - r_3 Q_3^2 = 446.9 \ m$$

$$\frac{p_B}{\gamma} = h_B - z_B = 24.5 \ m \Rightarrow p_B = p_D = 241 \ kPa$$

$$p_C/\gamma = h_C - z_C = 16.9 \ m \Rightarrow p_C = 166 \ kPa$$