



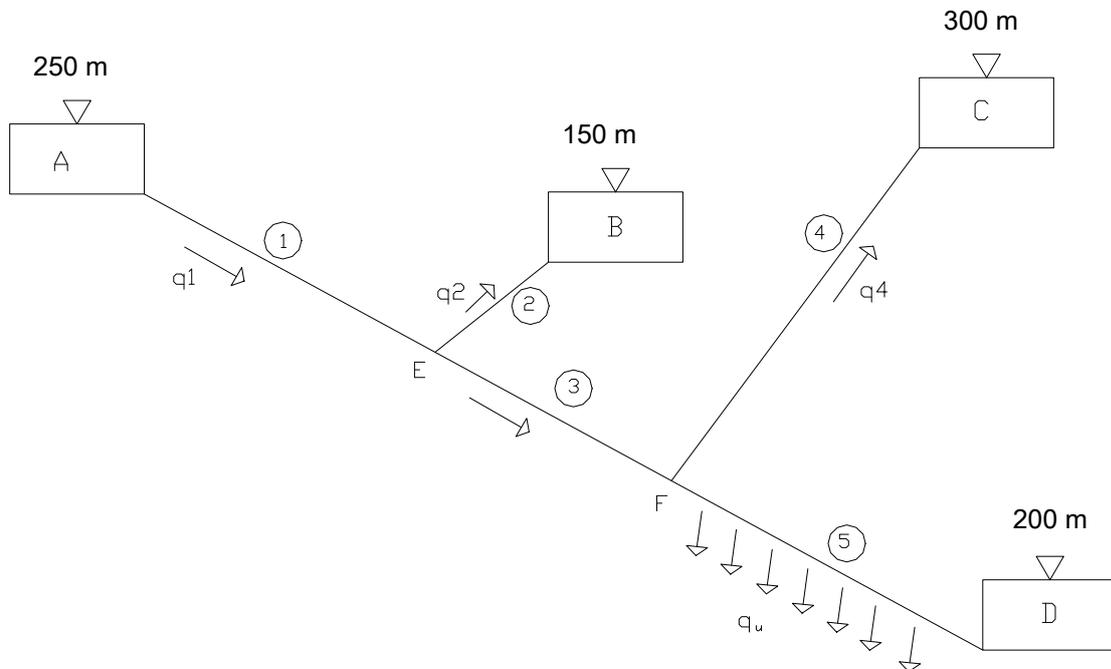
3° ESONERO
Traccia A

PROBLEMA 1

Della rete aperta in figura sono noti:

- i livelli di pelo libero H_A , H_B , H_C e H_D nei serbatoi, pari ai valori indicati in figura;
- le lunghezze dei singoli tronchi: $L_1 = 10$ km; $L_2 = 5$ km; $L_3 = 3$ km; $L_4 = 5$ km; $L_5 = 10$ km
- le portate: $q_1 = 350$ l/s; $q_2 = 25$ l/s; $q_4 = 65$ l/s;
- la portata uniformemente distribuita nel tronco 5: $q_u = 0.002$ l/(s m)

- 1) Si determinino le quote piezometriche dei nodi E ed F.
- 2) Si progetti (diametri e lunghezze) la tubazione EB per la condizione di tubi usati ($\gamma_{\text{Bazin}} = 0.16 \text{ m}^{1/2}$) e nell'ipotesi di moto assolutamente turbolento.
- 3) Si verifichi se il moto nella tubazione EB è assolutamente turbolento. Si assuma la scabrezza $\varepsilon = 1$ mm e la viscosità cinematica $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- 4) Si progetti l'impianto di sollevamento (diametro e potenza della pompa) sul tronco FC. Si assuma il rendimento della pompa pari a $\eta = 0.8$
- 5) Si disegni l'andamento delle linee piezometriche sull'intera rete aperta. Per i tronchi non progettati (AE, EF, FD) si faccia riferimento ai diametri teorici.



PROBLEMA 2

Una condotta convoglia una portata $q=25$ l/s da un serbatoio A ad un serbatoio B.

Tale condotta è formata da un primo tratto con un diametro $D_1=200$ mm per una lunghezza $L_1=1500$ m e da un secondo tratto con diametro $D_2=150$ mm per una successiva lunghezza $L_2=500$ m.

Si determini la lunghezza del raddoppio che è necessario per addurre al serbatoio B una portata incrementata del 20% rispetto a quella originaria.

(ipotesi moto assolutamente turbolento e $\gamma_{\text{Bazin}}= 0.16 \text{ m}^{1/2}$)



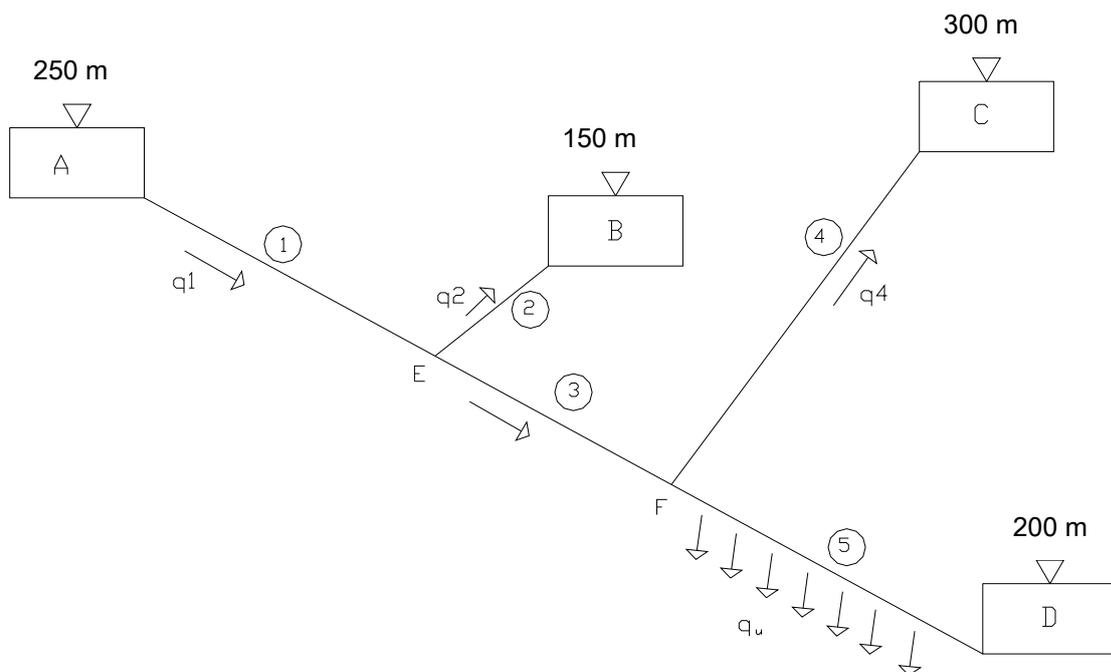
3° ESONERO
Traccia B

PROBLEMA 1

Della rete aperta in figura sono noti:

- i livelli di pelo libero H_A , H_B , H_C e H_D nei serbatoi, pari ai valori indicati in figura;
- le lunghezze dei singoli tronchi: $L_1 = 10$ km; $L_2 = 5$ km; $L_3 = 3$ km; $L_4 = 5$ km; $L_5 = 10$ km
- le portate: $q_1 = 350$ l/s; $q_2 = 25$ l/s; $q_4 = 65$ l/s;
- la portata uniformemente distribuita nel tronco 5: $q_u = 0.002$ l/(s.m)

- 1) Si determinino le quote piezometriche dei nodi E ed F.
- 2) Si progetti (diametri e lunghezze) la tubazione AE per la condizione di tubi usati ($\gamma_{\text{Bazin}} = 0.16 \text{ m}^{1/2}$) e nell'ipotesi di moto turbolento.
- 3) Si verifichi se il moto nella tubazione AE è assolutamente turbolento. Si assuma la scabrezza $\varepsilon = 1$ mm e la viscosità cinematica $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- 4) Si progetti l'impianto di sollevamento (diametro e potenza della pompa) sul tronco FC. Si assuma il rendimento della pompa pari a $\eta = 0.7$
- 5) Si disegni l'andamento delle linee piezometriche sull'intera rete aperta. Per i tronchi non progettati (EB, EF, FD) si faccia riferimento ai diametri teorici.



PROBLEMA 2

Una condotta convoglia una portata $q=30$ l/s da un serbatoio A ad un serbatoio B.

Tale condotta è formata da un primo tratto con un diametro $D_1=200$ mm per una lunghezza $L_1=1700$ m e da un secondo tratto con diametro $D_2=150$ mm per una successiva lunghezza $L_2=500$ m.

Si determini la lunghezza del raddoppio che è necessario per addurre al serbatoio B una portata incrementata del 15% rispetto a quella originaria.

(ipotesi moto assolutamente turbolento e $\gamma_{\text{Bazin}}=0.16$ m^{1/2})

traccia A

L1	10000	q1	350	0.35	HA	250
L2	5000	q2	25	0.025	HB	150
L3	3000	q4	65	0.065	HC	300
L4	5000	qu	0.002	0.000002	HD	200
L5	10000					
		q3	0.325			

Marzolo

Ytot=HA-HD	50					
Q5=q3-q4=	0.26					
P=Q5-qu*L5=	0.24	q5fittizia	=P+0.55quL5=	0.251		
sommatoria [Li*(qi)^1/3]	15 417.90					

tronco /nodo	Li	qi	Li*qi^1/3	Yi	Hi
A					250
A-E	10000	0.35	7047.3	22.85	
E					227.15
E-F	3000	0.325	2062.6	6.69	
F					220.46
F-D	10000	0.251	6308.0	20.46	
D					200.00

PROGETTO TRONCO EB

YEB=HE-HB 77.15

YEB=u*q2^2*L2 quindi u= 24.68663 e dalla tabella delle u per gamma bazin 0.16 si ottiene 16.2598 u1<u<u2 37.626
175 D1>D>D2 150 (diametri in mm)

calcolo lunghezze

L'+L'' = L2 = 5000 da cui: L' = L2-L''
Y'+Y'' = YEB = 77.15 uL=u1(L-L'')+u2L'' da cui: L'' = (u-u1)L2/(u2-u1) = 1972.0001 L''
e L'=L2-L'' = 3027.9999 L'

verifica moto ass turbolento

Re*=u* epsilon/ni primo tratto su cui ho D1 e L': J1 0.010162375 secondo tratto su cui ho D2 e L'': J2 0.023516
u* = (tau_0/rho)^1/2 tau_0 = gamma*D/4*J tau_0 4.359785905 tau_0 8.647513
J=uq^2 u* 0.066028675 u* 0.092992
Re* 66.02867487 <70 Re* 92.99201 >70
il moto non è assolutamente turbolento, dovrei riprogettare tutta la condotta con colebrook white

IMPIANTO SOLLEVAMENTO

in m3/s è q4= 0.065 Bresse, quindi D4=1.5*q4^1/2 = 0.382 scelgo D4 400 mm cui corrisponde u400= 0.18974

H geod=HC-HF= 79.54
YFC=u400*q4^2*L4= 4.0082575
quindi H totale =H geod+YFC = 83.55

potenza pompa P=gamma*q4*Htotale / rendimento = 66 568.64 Watt

traccia B **PROBLEMA 1**

L1	10000	q1	350	0.35	HA	250
L2	5000	q2	25	0.025	HB	150
L3	3000	q4	65	0.065	HC	300
L4	5000	qu	0.002	0.000002	HD	200
L5	10000	q3	0.325			

Marzolo

$Y_{tot} = HA - HD = 50$
 $Q_5 = q_3 - q_4 = 0.26$
 $P = Q_5 \cdot q_u \cdot L_5 = 0.24$

$q_5 \text{fittizia} = P + 0.55 q_u L_5 = 0.251$

sommatoria $[L_i \cdot (q_i)^{1/3}] = 15\,417.90$

tronco /nodo	L_i	q_i	$L_i \cdot q_i^{1/3}$	Y_i	H_i
A					250
A-E	10000	0.35	7047.3	22.85	
E					227.15
E-F	3000	0.325	2062.6	6.69	
F					220.46
F-D	10000	0.251	6308.0	20.46	
D					200.00

PROGETTO TRONCO AE

$Y_{AB} = HA - HE = 22.85$

$Y_{EB} = u \cdot q^2 \cdot L_2$ quindi $u = 0.018657$ e dalla tabella delle u per gamma bazin 0.16 si ottiene 0.014408292 $u_1 < u < u_2$ 0.0222001
 $650 \text{ D1} > \text{D} > \text{D2}$ 600 (diametri in mm)

calcolo lunghezze

$L' + L'' = L_1 = 10000$
 $Y' + Y'' = Y_{EB} = 22.85$

da cui: $L' = L_2 - L''$
 $uL = u_1(L - L'') + u_2 L''$ da cui: $L'' = (u - u_1)L_1 / (u_2 - u_1) = 5595.1889$ L''
 e $L' = L_1 - L'' = 4404.8111$ L'

verifica moto ass turbolento

$Re^* = u \cdot \epsilon / \nu_i$ primo tratto su cui ho D1 e L': $J_1 = 0.001765016$ secondo tratto su cui ho D2 e L'': $J_2 = 0.002695123$
 $u^* = (\tau_0 / \rho)^{1/2}$ $\tau_0 = \gamma \cdot D / 4 \cdot J$ $\tau_0 = 2.812508549$ $u^* = 0.053033089$ $\tau_0 = 3.964256092$ $u^* = 0.062962339$
 $J = u \cdot q^2$ $Re^* = 53.03308919 < 70$ $Re^* = 62.96233868 < 70$
 epsilon (m) = 0.001
 $\nu_i = 0.000001$
 il moto non è assolutamente turbolento, dovrei riprogettare con colebrook white

IMPIANTO SOLLEVAMENTO

in m³/s è $q_4 = 0.065$ Bresse, quindi $D_4 = 1.5 \cdot q_4^{1/2} = 0.382426464$ scelgo D4 400 mm cui corrisponde $u_{400} = 0.18974$

$H_{geod} = HC - HF = 79.54$
 $Y_{FC} = u_{400} \cdot q_4^2 \cdot L_4 = 4.0082575$
 quindi H totale = $H_{geod} + Y_{FC} = 83.55$

potenza pompa $P = \gamma \cdot q_4 \cdot H_{totale} / \text{rendimento} = 76\,078.44$ Watt

traccia A	PROBLEMA 2		
	q	30	0.03
	D1	200	0.2
	D2	150	0.15
	L1	1500	
	L2	500	
	q'	34.5	0.0345

$$YAB = [u1 \cdot q^2 \cdot L1] + [u2 \cdot q^2 \cdot L2]$$

dalle tabelle per gamma bazin 0.16:	u1	7.8794
	u2	37.627

quindi $YAB = 27.56934$

ipotizzo che il raddoppio sia entro il primo tratto, per una lunghezza incognita x:

$$YAB = (u1)/4 \cdot (q'^2) \cdot x + u1 \cdot (q'^2) \cdot (L1 - x) + u2 \cdot (q'^2) \cdot L2 \quad \text{che è un'equazione nella sola incognita x}$$

pertanto ricavo: $x [(u1)/4 \cdot (q'^2) - u1 \cdot (q'^2)] = YAB - u2 \cdot (q'^2) \cdot L2 - u1 \cdot (q'^2) \cdot L1$

da cui: $x = 1264.048$ che è < 1500m, quindi OK basta fare un raddoppio sul primo tratto per questa lunghezza

calcolo separatamente:	
$(u1)/4 \cdot (q'^2)$	0.002345
$u1 \cdot (q'^2)$	0.009378
$u1 \cdot (q'^2) \cdot L1$	14.06768
$u2 \cdot (q'^2) \cdot L2$	22.39277
$u2 \cdot (q'^2)$	0.044786

Se invece fosse risultato: $x > L1$, allora il raddoppio avrebbe dovuto interessare oltre che L1 anche una parte di L2 per una lunghezza x; cioè avrei dovuto impostare quest'equazione:

$$YAB = u1/4 \cdot (q'^2) \cdot L1 + u2/4 \cdot (q'^2) \cdot x + u2 \cdot (q'^2) \cdot (L2 - x)$$

da cui ricavare x.

PROBLEMA 2

q	25	0.025
D1	200	0.2
D2	150	0.15
L1	1500	
L2	500	
q'	30	0.03

$$YAB = [u1 \cdot q^2 \cdot L1] + [u2 \cdot q^2 \cdot L2]$$

dalle tabelle, per gamma bazin 0.16:	u1	7.8794
	u2	37.627

quindi $YAB = 19.145375$

ipotizzo che il raddoppio sia entro il primo tratto, per una lunghezza incognita x:

$$YAB = (u1)/4 \cdot (q'^2) \cdot x + u1 \cdot (q'^2) \cdot (L1 - x) + u2 \cdot (q'^2) \cdot L2 \quad \text{che è un'equazione nella sola incognita x}$$

pertanto ricavo: $x [(u1)/4 \cdot (q'^2) - u1 \cdot (q'^2)] = YAB - u2 \cdot (q'^2) \cdot L2 - u1 \cdot (q'^2) \cdot L1$

da cui: $x = 1583.87$ che è > 1500m, quindi

il raddoppio deve interessare oltre che L1 anche una parte di L2 per una lunghezza x; cioè :

$$YAB = u1/4 \cdot (q'^2) \cdot L1 + u2/4 \cdot (q'^2) \cdot x + u2 \cdot (q'^2) \cdot (L2 - x)$$

da cui: $x = 17.56$

che sommato a L1 fornisce la lunghezza totale del raddoppio:

$$L_{radd} = L1 + x = 1517.6$$

calcolo separatamente:	
$(u1)/4 \cdot (q'^2)$	0.001773
$u1 \cdot (q'^2)$	0.007091
$u1 \cdot (q'^2) \cdot L1$	10.63719
$u2 \cdot (q'^2) \cdot L2$	16.93215
$(u1)/4 \cdot (q'^2) \cdot L1$	2.659298
$3/4 \cdot u2 \cdot (q'^2)$	0.025398