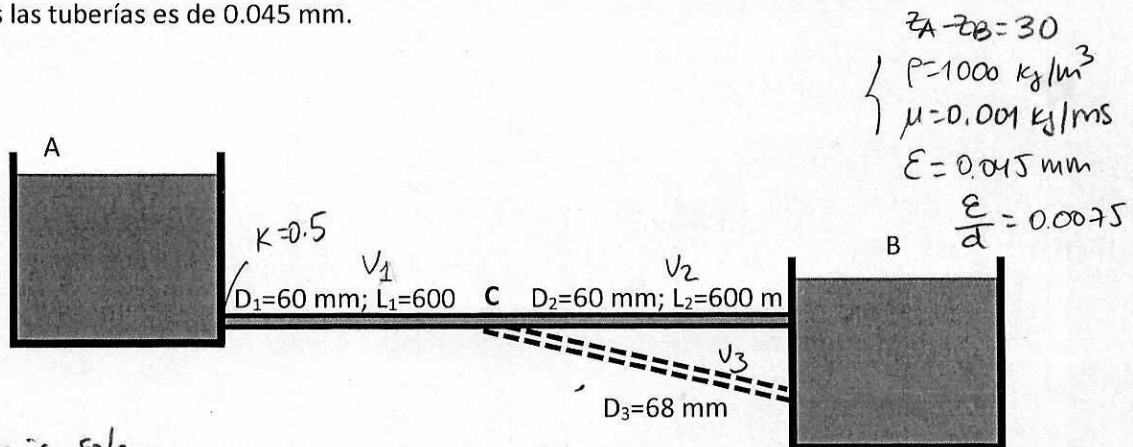


Apellidos, Nombre:

Grupo:

PROBLEMA 1

Se quiere incrementar en un 30% el caudal de agua ($\rho=1000 \text{ kg/m}^3$, $\mu=0.001 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$) que circula entre los tanques A y B de la figura añadiendo una segunda tubería en paralelo desde el punto C hasta el tanque B. Si la diferencia de cotas entre las superficies libres de los dos tanques es de 30 m ($z_A - z_B$), se pide determinar la longitud de la tubería que se ha añadido. Suponer $K=0.5$ en la salida del depósito A a la tubería, el valor de K habitual en la descarga al depósito B y despreciables las pérdidas localizadas en la bifurcación. La rugosidad absoluta de todas las tuberías es de 0.045 mm.



→ Q de 1 tubería sola

Por A-B:

$$\frac{P_A}{\rho g} + z_A + \frac{\alpha V_1^2}{2g} - h_{fAB} - h_{mAB} = \frac{P_B}{\rho g} + z_B + \frac{\alpha V_2^2}{2g}$$

$$z_A - z_B = h_{fAB} + h_{mAB} = \left(f \cdot \frac{L}{D} + K + 1 \right) \frac{V^2}{2g} \rightarrow 30 = \left(f \cdot \frac{1200}{0.06} + 0.5 + 1 \right) \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Suponemos turbulento (C-W):

$$f = 0.02 \rightarrow V = 1.21 \text{ m/s} \rightarrow Re = 72647 \rightarrow f = 0.022$$

$$V = 1.15 \text{ m/s} \rightarrow Re = 69084 \rightarrow f = 0.022$$

$$V = 1.147 \text{ m/s} \rightarrow Re = 68858 \rightarrow \text{efectivamente turbulento}$$

$$Q_{\text{inicial}} = V \cdot A \cdot \frac{D^2}{4} = 1.147 \cdot \pi \cdot \frac{0.06^2}{4} = 0.0032 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow Q_{\text{final}} = 1.3 Q_{\text{inicial}} = 0.0042 \text{ m}^3/\text{s}$$

En la tubería principal; de A a C: $V_1 = Q_{\text{final}} / \frac{\pi D_1^2}{4} = 0.0042 / \frac{\pi \cdot 0.06^2}{4} = 1.49 \text{ m/s}$

$$Re_1 = 89496 \rightarrow \text{turbulento} \rightarrow f_1 = 0.021$$

$$h_{r1} = h_{f1} + h_{m1} = f_1 \frac{L_1}{D_1} \cdot \frac{V_1^2}{2g} + K \frac{V_1^2}{2g} = \left(0.021 \cdot \frac{600}{0.06} + 0.5 \right) \frac{1.49^2}{2 \cdot 9.81} = 24.51 \text{ m}$$

De A a B, por la tubería principal:

$$\frac{P_A}{\rho g} + z_A + \frac{\alpha V_1^2}{2g} - h_{r1} - h_{r2} = \frac{P_B}{\rho g} + z_B + \frac{\alpha V_2^2}{2g}$$

$$z_A - z_B = \left(f_1 \cdot \frac{L_1}{D_1} + K \right) \frac{V_1^2}{2g} + \left(f_2 \cdot \frac{L_2}{D_2} + 1 \right) \frac{V_2^2}{2g}$$

$$30 = 24.51 + \left(f_2 \cdot \frac{600}{0.06} + 1 \right) \frac{V_2^2}{2g} \rightarrow$$

$$5.489 = \left(f_2 \cdot \frac{600}{0.06} + 1 \right) \frac{V_2^2}{2g} = h_{r2}$$

Turbulento:

$$f_2 = 0.02 \rightarrow V_2 = 0.732 \text{ m/s} \rightarrow Re_2 = 43918 \rightarrow f_2 = 0.023$$

$$V_2 = 0.6714 \text{ m/s} \rightarrow Re_2 = 40284 \rightarrow f_2 = 0.024$$

$$V_2 = 0.666 \text{ m/s} \rightarrow Re = 40000 \rightarrow f_2 = 0.024$$

$$\boxed{V_2 = 0.666 \text{ m/s}} \rightarrow Q_2 = V_2 \cdot \frac{\pi D_2^2}{4} = 0.666 \cdot \frac{\pi \cdot 0.6^2}{4} = 0.0018 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rightarrow Q_3 = Q_1 - Q_2 = 0.0042 - 0.0018 = 0.0023 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{\pi D_3^2/4} = \frac{0.0023}{\pi \cdot 0.068^2/4} = 0.647 \text{ m/s} \rightarrow Re_3 = 43689 \rightarrow \text{turbulento}$$

$$h_{r3} = h_{r2} = 5.489 \text{ m} = \left(f_3 \cdot \frac{L_3}{D_3} + 1 \right) \cdot \frac{V_3^2}{2g}$$

$$\downarrow$$

$$f_3 = 0.0238$$

$$5.489 = \left(0.0238 \cdot \frac{L_3}{0.068} + 1 \right) \cdot \frac{0.647^2}{2 \cdot 9.81} \rightarrow \boxed{L_3 = 742.23 \text{ m}}$$

Criterios de evaluación

3p Q inicial $\begin{cases} \text{Ec. Ber} & 1.5 \text{ p} \\ \text{Resolución} & 1.5 \text{ p} \end{cases}$

Q final $\rightarrow 0.5 \text{ p}$

A \rightarrow C $\begin{cases} V_1 & 0.5 \text{ p} \\ f_1 & 0.5 \text{ p} \end{cases}$

6.5p A \rightarrow B $\begin{cases} \text{Ber} & 1.5 \text{ p} \\ \text{Resolución} & 1.5 \text{ p} \end{cases}$
(camino arriba)

V_3, Q_3 0.5 p
Ber (camino abajo) 1 p
 f_3 — 0.5 p
 L_3 — 0.5 p

Fallos típicos:

- Suponer se el 30% del caudal va por abajo $\rightarrow 0 \text{ p}$ en la segunda parte (nota máxima 3.5)
- Aplicar Bernoulli como $\Delta Z = h_{r1} + h_{r2} + h_{r3} \rightarrow 0 \text{ p}$ en la segunda parte (nota máxima 3.5)
- Iterar por calcular f_1 en la segunda parte (-0.5 p) (Es cálculo directo)
- Al resolver Colebrook, (-0.5 p) si no se comprueba se es turbulento
- Ecuaciones y procedimientos de iteración bien, pero números finales no exactos \rightarrow Nota final 8.5