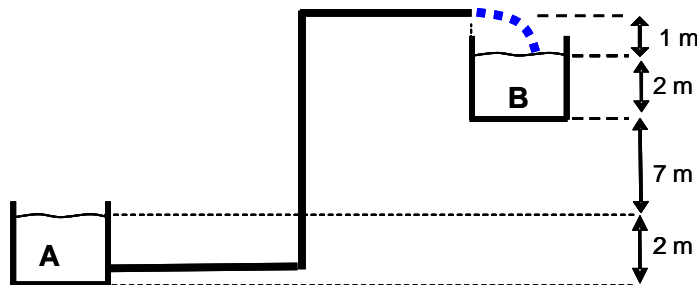


PROBLEMAS: Tema 4

1. (*Autoevaluación*) En una tubería horizontal de 2 in de diámetro interior fluye leche de densidad relativa 1,032 a razón de 100 L/min a una presión de 0,7 kg/cm². Si la tubería se estrecha a 1,5 pulgadas de diámetro, ¿Cuál será la nueva presión en Pa? (Despréciase la pérdida de carga por fricción).

Solución: $67,9 \times 10^3 \text{ Pa}$

2. En una pasteurizadora se eleva leche de densidad específica 1,02 desde el depósito A al B (ver figura) a través de una tubería de 3 pulgadas de diámetro interno. La cantidad de leche que se maneja es de 400 L/min. Calcule los HP requeridos por la bomba y suponga que no hay pérdidas por fricción en la línea.



Solución: 0.902 HP

3. Calcule 1) el factor de fricción, 2) la pérdida de carga y 3) la potencia de bombeo necesaria para transporte de: (propiedades físicas en Tabla A.2.4.)

- 250 l/h leche a 20 °C (ρ_s 1,030) a través de 15 m de tubería de acero de $D=1$ cm.
- 250 l/h de aceite de maíz A 25 °C (ρ_s 0,805) a través de 15 m de tubería de acero de $D=1$ cm.
- 500 l/h de leche a 20 °C (ρ_s 1,030) a través de 15 m de tubería de acero de 1 cm de diámetro.

Solución: 1. a) $Re=4532$, $\epsilon/D=0.00457$; $f=0.011$
 b) $Re=125$, $\epsilon/D=0.00457$; $f=16/Re=0.128$
 c) $Re=9115$, $\epsilon/D=0.00457$; $f=0.0095$
 2. a) $\Delta P=2.63$ m b) $\Delta P=30.4$ m c) $\Delta P=9.11$ m
 3. a) $Pot=1.85$ watt b) $Pot=16.65$ watt c) $Pot=12.7$ watt

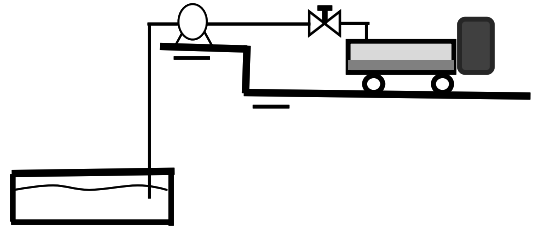
4. (*Autoevaluación*) Mediante un manómetro hemos comprobado que en una tubería horizontal de acero que transporta un líquido A se produce una caída de presión debida al rozamiento de 580 mm de columna de líquido A. La densidad del líquido A es 0,998 g cm⁻³. La longitud de la tubería es de 40 m, su diámetro 20 pulgadas y la velocidad media del fluido es de 3 m/s. Determinar: _

- El número de Reynolds
- Si el flujo es laminar o turbulento
- La viscosidad del líquido A
- El caudal másico

Solución: a) $2,4 \times 10^5$ b) Turbulento c) 6,3 cp d) 607 [kg/s]

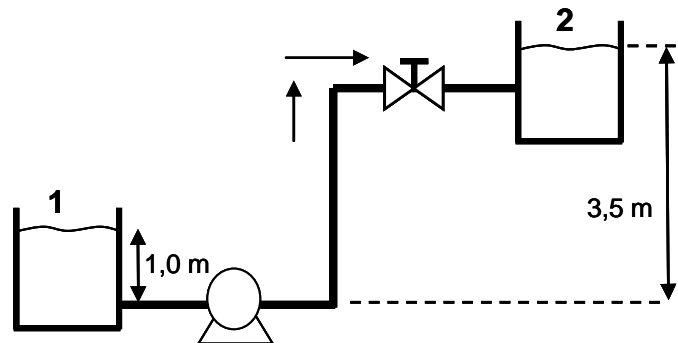
Nota: las Tablas a las que se hace referencia en los problemas están disponibles en "Introducción a la ingeniería de los alimentos" R.P. Singh, D.R. Heldman, Acribia, Zaragoza, 2 Ed. 2009

5. *(Autoevaluación)* Se desea transportar zumo de uva desde un depósito refrigerado (a presión atmosférica) hasta el camión cisterna en el cual el zumo se encuentra a 1,5 atm de sobrepresión. Se desea llenar el camión con un caudal de 100 m³/h para no prolongar excesivamente el periodo de carga. Se utiliza una tubería ($\epsilon=240 \times 10^{-6}$ m) de 20 cm de diámetro y 35 m de longitud. La entrada a la cisterna del camión se encuentra a 5 metros sobre el depósito refrigerado. Considérese las pérdidas de carga generadas por la salida del depósito ($L_e=10$ m) y dos codos ($K=0,55$ cada uno). Calcule la potencia de bombeo necesaria, considerando una eficacia de la bomba del 90%, en watt y en HP.



Datos zumo de uva: densidad específica 0,965, viscosidad 0,0025 Pa.s
 Solución: 6236 W, 8,4 C.V.

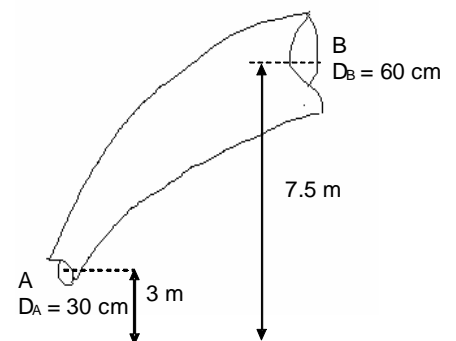
6. *(Autoevaluación)* Se transporta aceite de girasol ($\rho=840$ kg/m³) a razón de 185000 kg/h entre dos depósitos mostrados en la figura. La altura de la capa de líquido en ambos depósitos permanece constante. La tubería es de acero de 13 pulgadas de diámetro. La bomba utilizada para ello consume 1,96 CV de potencia. Calcule las pérdidas de energía a lo largo de la instalación. Calcule el porcentaje de la pérdida de carga total que se debe a los dos codos ($K=0,75$ para cada codo) existentes en la instalación.



Solución: 3,95 [J/kg]=[m² s⁻²]; 9,6 %

Problemas adicionales

7. A través del tubo que se muestra en la Figura fluye un caudal de agua de 0,37 m³/s. La carga de presión en el punto A es de 6,6 m. Suponiendo que no existe fricción, calcular: a) La carga de presión en el punto B; b) La carga total en los puntos A y B.



Solución: (a) 3,4 m (b) 11,0 m

8. Supongamos que cultivamos una planta de tomates. Estas plantas necesitan 200 litros de agua por día durante la estación de cultivo. Para regarla vamos a conectar un tubo largo de plástico de 4 mm de diámetro interno al grifo de casa, donde la presión del agua ($\mu=1$ cP) es de 30 kPa por encima de la atmosférica y llevarlo hasta la planta. Determinése la longitud que debería tener el tubo para suministrar 200 litros/día de agua. Por supuesto, todo se encuentra al mismo nivel. Rugosidad tubo de plástico $1,4 \times 10^{-6}$ m.

Solución: 81,6 m

9. Calcular la potencia que debe tener una bomba (70 % de eficacia) para bombear un caudal de 100 l/min de una disolución de H_2SO_4 desde un recipiente que se encuentra a presión atmosférica hasta otro recipiente que se encuentra a una sobrepresión de 0,88 atm. Datos: $\epsilon = 0.0006$ m, $D = 4''$, $L = 300$ m, $\Delta z = 3$ m, densidad = 1.836 g/cm³, $\mu = 26$ cP.

Solución: 351 W

10. La viscosidad de un aceite es 0,1 kg/m s y su densidad relativa 0,867. El aceite fluye a través de una tubería de 0,3 m de diámetro y 3000 m de longitud, siendo el caudal de 44 L/s. Calcular la pérdida de carga por fricción.

Solución: 7,8 m

11. A un recipiente que se encuentra a una altura de 10 m se le ha acoplado por su parte inferior una tubería de descarga de 0,5" de diámetro y 20 m de longitud. El fluido es agua. Calcular a) El caudal más alto (l/min) que se obtendrá sin tener en cuenta el rozamiento b) La pérdida de carga que debe generar una válvula para que el caudal se reduzca a la mitad que el del apartado anterior.

Solución: a) 106 l/min b) 7,5 m

12. Para llenar el depósito de una fábrica se trae agua de un pantano, empleando una bomba (su eficacia es del 75 %). La capacidad del depósito es 100 m³, y se encuentra a una altura 2 m por encima del nivel del pantano. El depósito debe ser diseñado para que se encuentre lleno a una sobrepresión de 5 atm en un plazo de 24 horas. El diámetro de la tubería es de 20 cm, su longitud 20 m y su rugosidad (ϵ) $4,5 \cdot 10^{-5}$ m.

(a) Calcular la potencia que consume la bomba.

Solución: 807 W

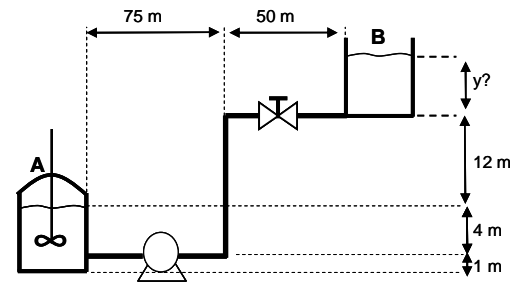
13. Un depósito abierto a la atmósfera contiene un concentrado líquido ($\rho=940$ g/dm³, viscosidad 1 cPoise). El depósito se vacía por su parte inferior mediante una tubería de acero de 2 in de diámetro interno, y de 85 m de longitud. Considérese que el nivel de líquido en el depósito se mantiene constante e igual a 21,2 pies sobre el suelo:

a) Sabiendo que en esas condiciones la pérdida de carga es de 6,35 m, calcule el caudal que tendríamos a la salida de la tubería a nivel del suelo (m³/h).

b) Si deseáramos un caudal de 20 m³/h, calcule la potencia de bombeo necesaria (C.V.).

Solución: a) 10,2 m³/h b) 0,5 C.V.

14. (Autoevaluación) Se desea transportar una salsa S a razón de 280 kg/min, desde la unidad de producción (reactor de mezcla perfecta A trabajando a presión atmosférica) hasta un depósito de almacenamiento abierto (B) desde el cual se procede al envasado. Se dispone de una instalación de bombeo con una potencia de 2000 W y un rendimiento del 71%. Calcule:



- a) La altura máxima que alcanzaría la salsa en el depósito B (valor de y en la figura).
- b) Resuelva el apartado a) suponiendo que el depósito B está cerrado y a una sobrepresión (por encima de la atmosférica) de 0,65 bar.

Propiedades de la salsa S:

Densidad	1,17 kg/dm ³
Viscosidad	2,4 cP
Peso molecular S	21,7 g/mol

Datos de la conducción:

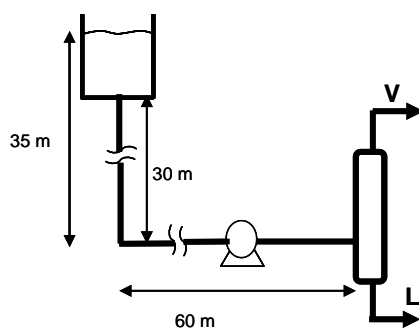
Diámetro interior	6 cm
ϵ	$3,6 \times 10^{-2}$ cm

Solución: a) $y=11$ m b) $y=5,3$ m.

15. (Autoevaluación) Se ha de alimentar un caudal de 40 L/min de una bebida alcohólica a una columna de destilación que trabaja a una sobrepresión de 2,5 atm. El licor procede de un depósito de nivel constante y a presión atmosférica. Las pérdidas de carga menores en la instalación equivalen a 7 metros de conducción. Determinar la potencia, en W, que ha de tener la bomba si está tiene un rendimiento del 75%. Indicar si el licor dejará de circular si se quita la bomba. Razonar la respuesta.

Propiedades del licor: densidad 950 kg/m³, viscosidad 0,85 cP; calor específico= 0,45 kcal/(kg °C)

La conducción tiene una rugosidad de $1,52 \times 10^{-6}$ m; diámetro interno 2,5 cm; diámetro externo 3,5 cm.



Solución: a) 4 W b) Si fluiría porque la energía potencial a favor es superior a la de presión en contra del flujo.