



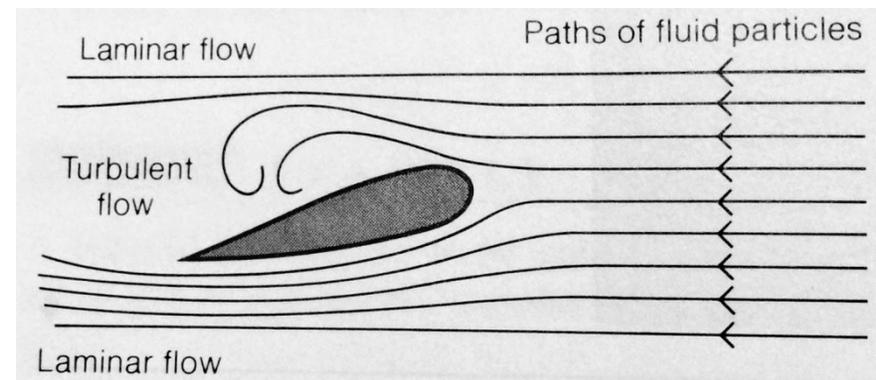
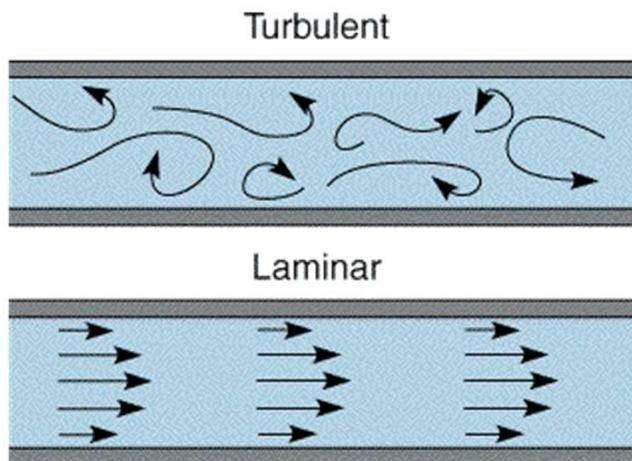
# Fluidos en movimiento

Flujo laminar y flujo turbulento.

Para estos temas de estudio debemos suponer que todos los fluidos en movimiento se desplazan con flujo laminar.

Flujo laminar es el movimiento de un fluido en el que cada partícula del fluido sigue la misma trayectoria que la seguida por las partículas que la precedieran.

Debemos considerar que los fluidos son incompresibles y que no presentan una fricción interna apreciable. En estas condiciones, se pueden hacer algunas predicciones acerca de la velocidad de flujo del fluido a lo largo de una tubería o de otro recipiente.





# Gasto

El gasto se define como el volumen de fluido que pasa a través de cierta sección transversal en la unidad de tiempo.

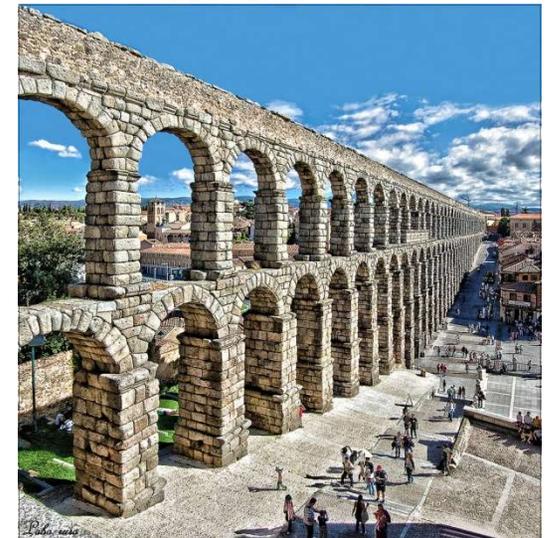
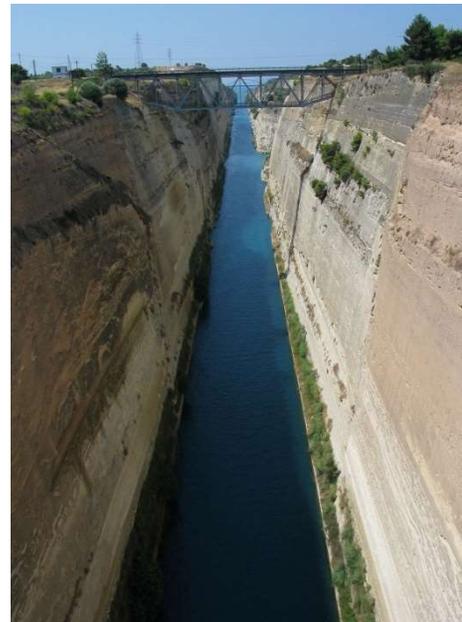
$$Q = Av$$

En donde:

Q = Gasto o descarga o tasa de flujo ( $m^3/s$ ,  $pie^3/s$ )  
A = Área ( $m^2$ ,  $cm^2$ ,  $pie^2$ , etc.)  
v = velocidad ( $m/s$ ,  $cm/s$ ,  $pie/s$ )

Para  
formulario

Para  
formulario





# Ecuación de continuidad

Suponga que un fluido incompresible que llena un tubo y fluye a través de él. Suponga además que el área de la sección transversal del tubo es  $A_1$  en un punto y  $A_2$  en otro. Ya que el flujo a través de  $A_1$  debe ser igual al flujo a través de  $A_2$  se tiene:

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 = \text{constante}$$

En donde:

$Q$ = Gasto o descarga o tasa de flujo ( $\text{m}^3/\text{s}$ , $\text{pie}^3/\text{s}$ )
$A_1$ = Área 1 ( $\text{m}^2$ , $\text{cm}^2$ , $\text{pie}^2$ , etc.)
$A_2$ = Área 2 ( $\text{m}^2$ , $\text{cm}^2$ , $\text{pie}^2$ , etc.)
$v_1$ = velocidad 1 ( $\text{m}/\text{s}$ , $\text{cm}/\text{s}$ , $\text{pie}/\text{s}$ )
$v_2$ = velocidad 2 ( $\text{m}/\text{s}$ , $\text{cm}/\text{s}$ , $\text{pie}/\text{s}$ )

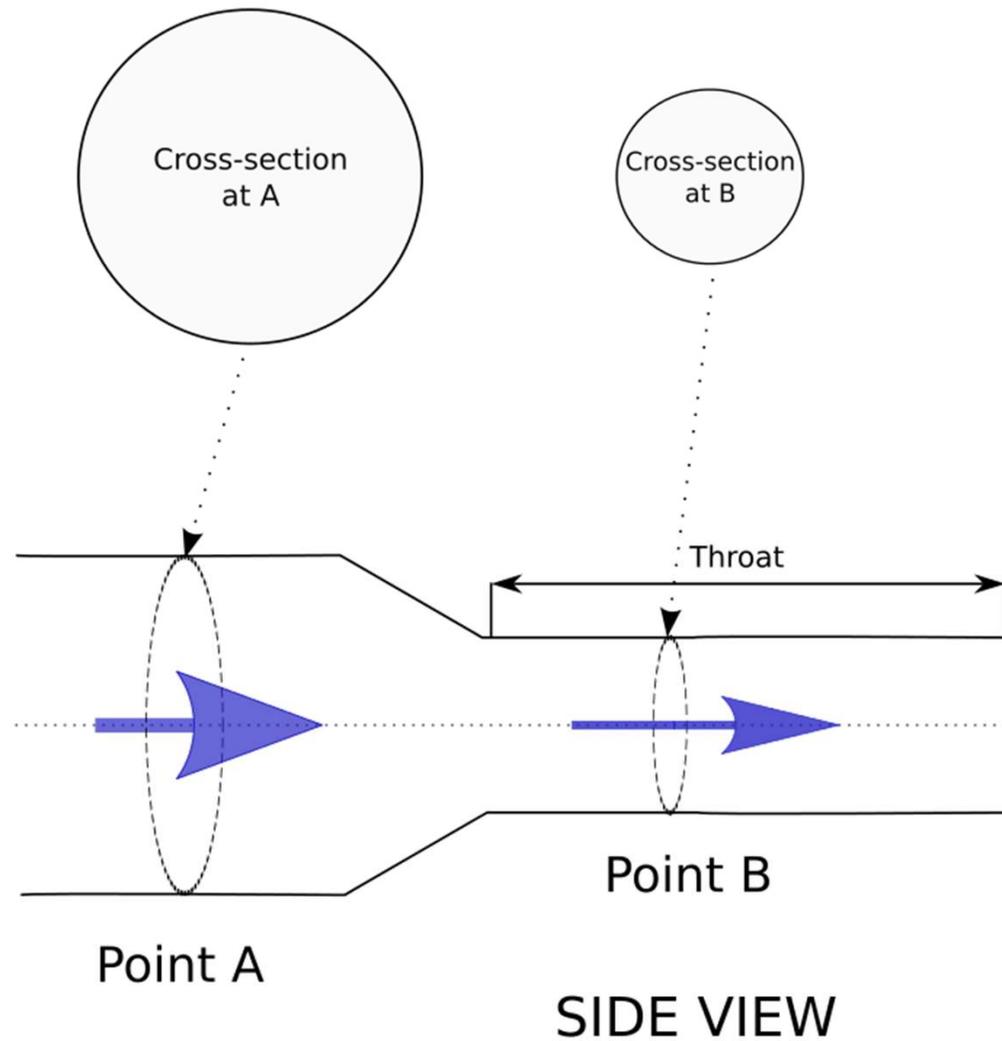
Para  
formulario

Para  
formulario

La tasa de corte de un fluido es la tasa a la cual cambia la deformación de corte dentro del fluido. Puesto que la deformación no tiene unidades, la unidad en el Sistema Internacional para la tasa de corte es  $\text{s}^{-1}$ .



# Ecuación de continuidad





# Viscosidad

La viscosidad ( $\eta$ ) de un fluido es la medida del esfuerzo cortante requerido para producir una unidad de tasa de corte. Sus unidades están definidas como las del esfuerzo por unidad de tasa de corte, es decir, Pa s en el Sistema Internacional. Otra unidad en el Sistema Internacional es el N s/m<sup>2</sup> (o bien kg/m s), llamada Poiseuille (PI):

$$1 \text{ PI} = 1 \text{ kg/m s} = 1 \text{ Pa s.}$$

Para  
formulario





# ...viscosidad

Otras unidades utilizadas son el poise (P), donde:

$$1P = 0.1 \text{ Pl}$$

Y el centipoise (cP), donde:

$$1 \text{ cP} = 10^{-3} \text{ Pl.}$$

Un fluido viscoso, como el alquitrán, tiene una  $\eta$  muy grande.

Para  
formulario

Para  
formulario





# Ley de Pouseille

**Ley de Poiseuille:** El flujo de un fluido a través de un tubo cilíndrico de longitud  $L$  y sección transversal de radio  $R$  está dado por

$$Q = \frac{\pi R^4 (P_i - P_o)}{8\eta L}$$

Para formulario

Donde  $P_i - P_o$  es la diferencia de presiones entre los extremos del tubo (entrada menos salida)

En donde:

$Q$  = Gasto o descarga o tasa de flujo ( $m^3/s$ ,  $pie^3/s$ )  
 $R$  = radio del cilindro (m, cm, pie)  
 $P_i - P_o$  = Diferencia de presiones entre los extremos del tubo (entrada menos salida) (Pascal (Pa))  
 $\eta$  = viscosidad (letra griega "nu") (Pl, P, cP)  
 $L$  = longitud del cilindro (m, cm, pie)

Para formulario



## VASOS SANGUÍNEOS

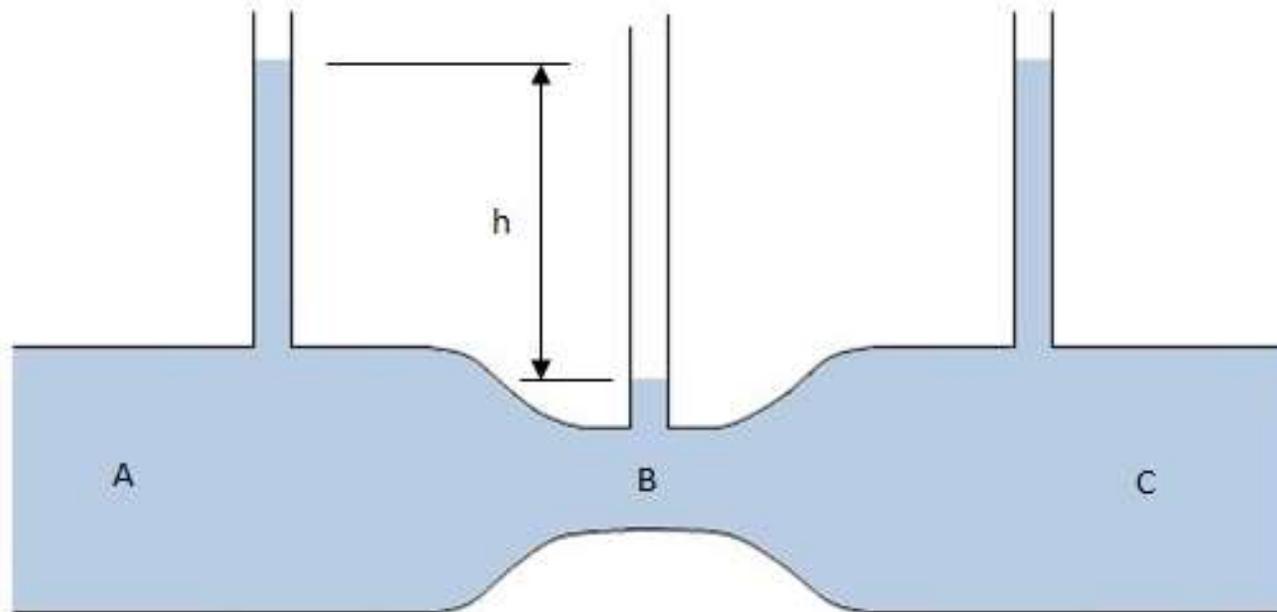
**Arterias:** vasos sanguíneos gruesos y elásticos, reparten sangre oxigenada a los órganos corporales.





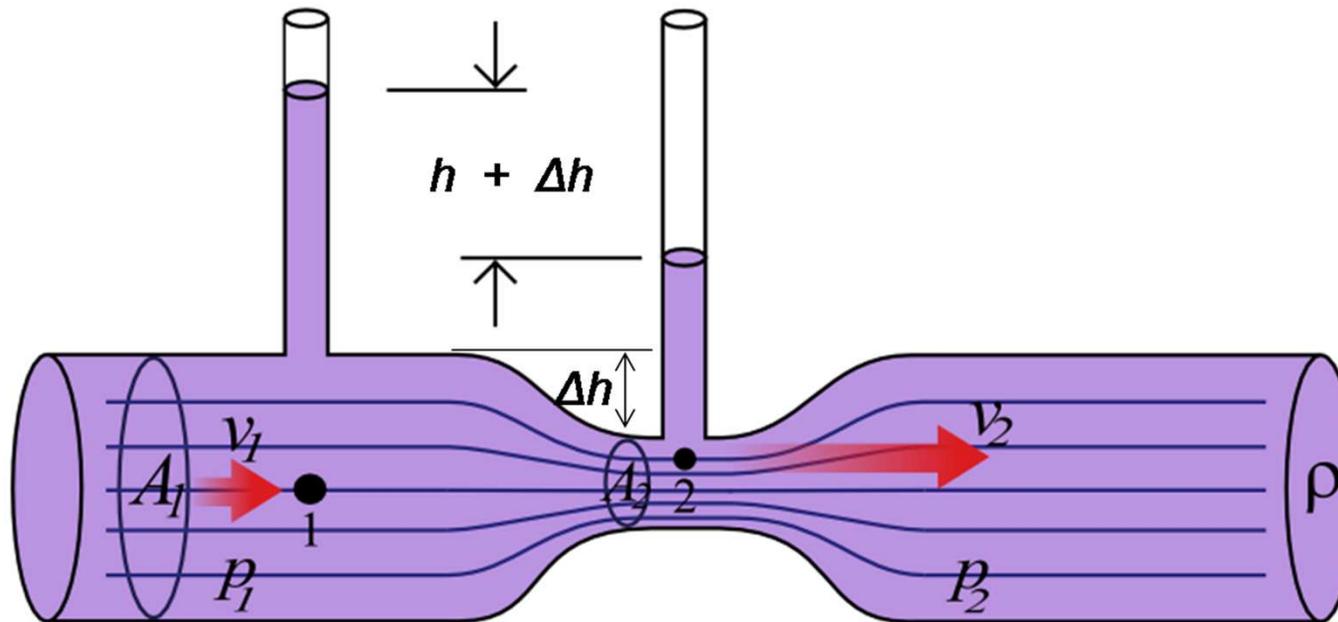
# Presión y velocidad

La velocidad de un fluido aumenta cuando fluye a través de un angostamiento. Un incremento en la velocidad únicamente se puede deber a la presencia de una aceleración. Para acelerar un líquido que entra a la construcción, la fuerza de empuje proviene de la sección transversal amplia debe ser mayor que la fuerza de resistencia de la constricción. En otras palabras la presión en los puntos A y C debe ser mayor que la presión en B. Los tubos insertados en la tubería sobre dichos puntos indican claramente la diferencia de presión.





# Presión y velocidad



La figura anterior muestra el principio del **medidor Venturi**. Partiendo de la determinación de la diferencia de la presión, este dispositivo hace posible el cálculo de la velocidad del agua en una tubería horizontal.



# Ecuación de Bernoulli

Para el flujo estacionario de una corriente continua de fluido considere dos puntos diferentes a lo largo de la trayectoria de la corriente. Sea el punto 1 a una altura  $h_1$  y sean  $v_1$ ,  $p_1$ , y  $P_1$  la velocidad, la densidad y la presión del fluido en ese punto. De igual manera se denotan estas cantidades como  $h_2$ ,  $v_2$ ,  $p_2$  y  $P_2$  para el punto 2. Entonces, si se supone que el fluido es incompresible y que su viscosidad es despreciable.

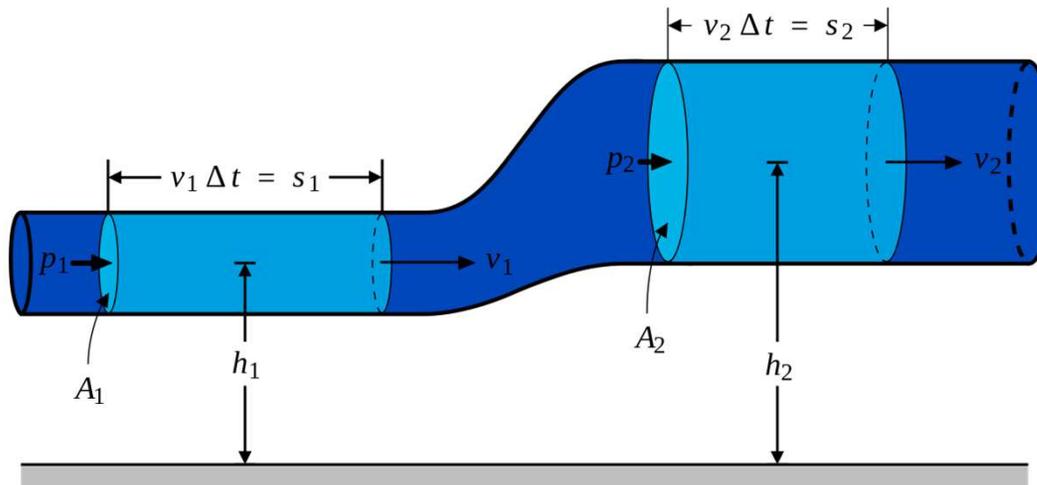
$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + h_1\rho g = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + h_2\rho g$$

Para  
formulario

En donde:

$P_1$  y  $P_2$  = Presiones en punto 1 y 2 (Pa)  
 $\rho$  = densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ,  $\text{g}/\text{cm}^3$ )  
 $v_1$  y  $v_2$  = velocidades en puntos 1 y 2 ( $\text{m}/\text{s}$ ,  $\text{cm}/\text{s}$ , etc.)  
 $h_1$  y  $h_2$  = alturas en punto 1 y 2 (m, cm, etc.)  
 $g$  = gravedad ( $\text{m}/\text{s}^2$ ,  $\text{cm}/\text{s}^2$ ,  $\text{pie}/\text{s}^2$ )

Para  
formulario





# Teorema de Torricelli

Suponga que un tanque contiene líquido y está abierto a la atmósfera en su parte superior. Si en el tanque existe un orificio o abertura a una distancia  $h$  debajo de la capa más alta del líquido, entonces la velocidad de salida del líquido por el orificio es:

$$v = \sqrt{2gh}$$

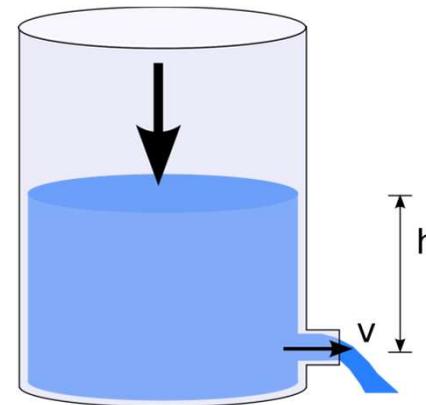
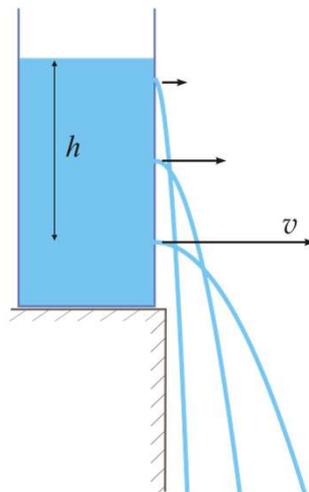
En donde:

$v$  = velocidad (m/s, pie/s, etc.)  
 $g$  = gravedad (m/s<sup>2</sup>, cm/s<sup>2</sup>, pie/s<sup>2</sup>, etc.)  
 $h$  = altura (m, cm, pie, etc.)

Para formulario

Para formulario

Siempre que el líquido obedezca la ecuación de Bernoulli y el tanque sea lo suficientemente grande como para considerar que su capa superior está en reposo.





# Trabajo efectuado por una presión

Una presión  $P$  que actúa sobre una superficie de área  $A$  conforme la superficie se mueve una distancia  $\Delta x$  normal a la superficie (con lo cual desplaza un volumen  $A \Delta x = \Delta v$ ) se define por:

$$T = P A \Delta x = P \Delta v$$

En donde:

<p><math>T</math> = Trabajo (Joule) <math>P</math> = Presión (watt) <math>A</math> = área (<math>m^2</math>, <math>cm^2</math>, <math>pie^2</math>, etc.) <math>\Delta x</math> = Incremento de distancia (m, cm, etc.) <math>\Delta v</math> = Incremento de volumen (<math>m^3</math>, <math>cm^3</math>, etc.)</p>
---

Para  
formulario

Para  
formulario



# Ejercicio 1

A través de un tubo de 8 cm de diámetro fluye aceite a una velocidad promedio de 4 m/s.  
¿Cuál es el flujo Q en m<sup>3</sup>/s y m<sup>3</sup>/h?

$\phi = 8 \text{ cm} = 0.08 \text{ m}$   
 $v = 4 \text{ m/s}$   
 $Q = ?$

$$Q = Av$$

$$Q = \pi \left( \frac{0.08}{2} \right)^2 (4)$$

$$Q = 0.0201062 \text{ m}^3/\text{s} \checkmark$$

Para convertir a m<sup>3</sup>/h

$$Q = 0.0201062(3600)$$

$$Q = 72.3823 \text{ m}^3/\text{h} \checkmark$$



## Ejercicio 2

Calcule la salida de potencia (en watts) del corazón si, por cada latido, bombea 75 ml de sangre con una presión promedio de 100 mm Hg. Considere 65 latidos por minuto.

vol. = 75 ml (65) = 0.075 l (65) = 0.075 dm<sup>3</sup> (65) = 0.000075 m<sup>3</sup> (65)  
P = 100 mm Hg = 100 (133.32) = 13,332 Pa  
t = 60 segundos  
Pot = ¿?

$$Pot = \frac{T}{t} =$$

$$Pot = \frac{P \Delta v}{t}$$

$$Pot = \frac{13,332 (0.000075)(65)}{60}$$

$$Pot = 1.083225 \text{ watt} \checkmark$$



# Ejercicio 3

A través de un tubo de 4 cm de diámetro interior fluye aceite a una velocidad promedio de 2.5 m/s. Encuentre el flujo en m<sup>3</sup>/s y cm<sup>3</sup>/s

$$\phi = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$$

$$v = 2.5 \text{ m/s} = 250 \text{ cm/s}$$

$$Q = \text{¿?}$$

$$A = \pi r^2$$

$$Q = Av$$

$$Q = \pi \left( \frac{0.04}{2} \right)^2 (2.5)$$

$$Q = 0.0031415 \text{ m}^3/\text{s} \checkmark$$

$$Q = \pi \left( \frac{4}{2} \right)^2 (250)$$

$$Q = 3,141.5926 \text{ cm}^3/\text{s} \checkmark$$



# Ejercicio 4

¿Cuántos caballos de fuerza (hp) se requieren para impulsar  $8 \text{ m}^3$  de agua por minuto dentro de un acueducto con una presión de  $220 \text{ kPa}$ ?

$$v = 8 \text{ m}^3$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$P = 220 \text{ kPa} = 220,000 \text{ Pa}$$

$$\text{Pot} = \text{¿?}$$

$$T = P \Delta v$$

$$T = (220,000)(8)$$

$$T = 1'760,000$$

$$\text{Pot} = \frac{T}{t}$$

$$\text{Pot} = \frac{1'760,000}{60}$$

$$\text{Pot} = 29,333.3333 \text{ watt} = \frac{29,333.3333}{746}$$

$$\text{Pot} = 39.3208 \text{ hp}$$

