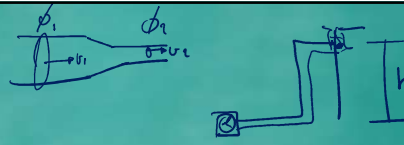


2.2 Hidrodinámica



Hidrodinámica es:
Estudio de los fluidos en movimiento.

- corrientes de agua
- desplazamiento de masas de aire en tuberías o túneles, entre otros.

Objetivos

- ✓ Identificar las características del tipo de flujo laminar y turbulento.
- ✓ Entender como varía la velocidad de un fluido debido al cambio de sección por el que circula.
- ✓ Utilizar la ecuación de Bernoulli en la resolución de ejercicios.

<https://www.youtube.com/watch?v=RTwrglxFKS8>

Subtemas:

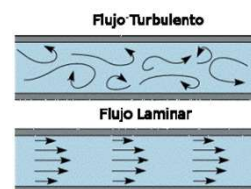
2.2.1 Flujo laminar y turbulento

2.2.2 Ecuación de Bernoulli

2.2.3 Flujo viscoso

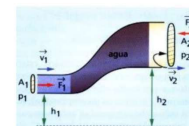
2.2.4 Turbulencia

2.2.5 Válvulas



Ecuación de Bernoulli

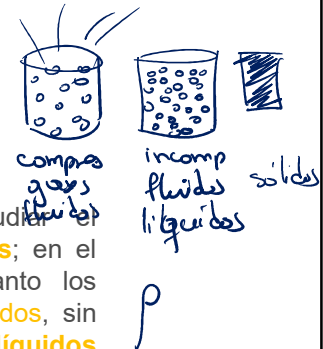
$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$



Hasta el momento hemos estudiado los **fluidos en reposo**, sin embargo, es muy común estar rodeados por fluidos en movimiento, principalmente el agua.

La Dinámica de fluidos nos permite estudiar el comportamiento de los **fluidos incompresibles**; en el capítulo anterior habíamos dicho ya que tanto los líquidos como los gases son considerados **fluidos**, sin embargo, en este tema solo se estudiarán los **líquidos en movimiento**, pues su densidad no cambia con la variación de la presión, situación diferente a la que se presenta con los gases.

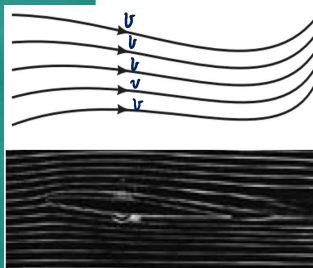
Por su parte la **Hidrodinámica** se enfoca exclusivamente en el fluido **agua**, para su estudio revisaremos términos como velocidad, presión, flujo y gasto.



Hidrodinámica

Caudal

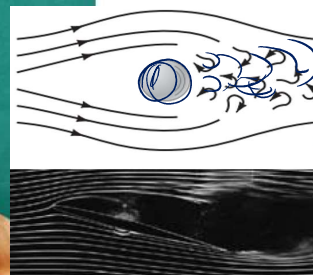
En términos de flujo se distinguen dos tipos:



Flujo laminar, aerodinámico o estable:

"Si el flujo es suave, de manera que las capas vecinas del fluido se deslizan entre sí suavemente"

Las partículas en este caso mantienen una trayectoria uniforme, haciendo que las **líneas de flujo** de sus trayectorias no se crucen entre ellas, además todas las partículas que llegan un determinado punto, mantendrán la misma velocidad.



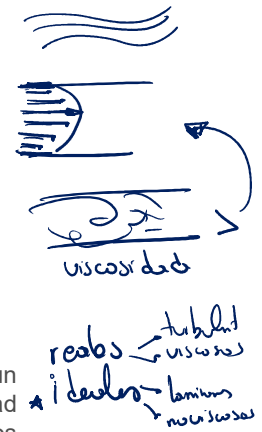
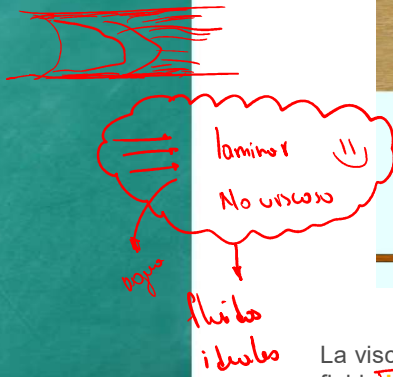
Flujo turbulento: en este tipo de flujo se presentan torbellinos pequeños y erráticos a manera de remolinos que absorben gran cantidad de energía

✓ Viscosidad

La viscosidad es una propiedad de los fluidos que caracteriza la **resistencia que tienen dos capas adyacentes** de un fluido para moverse una en relación con la otra, resulta ser el **grado de fricción interna en el fluido**



La viscosidad en un fluido **turbulento** es **mayor** que en un fluido **laminar**, esta es una de las causas de la complejidad del estudio de los fluidos reales por lo que revisaremos los temas en función de ciertas suposiciones para simplificar su estudio.

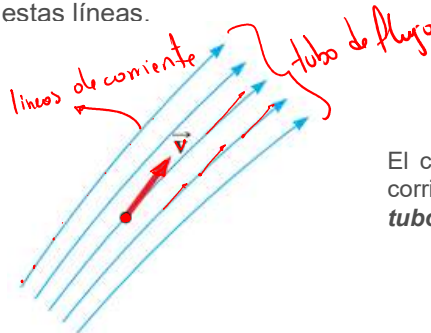


Suposiciones a considerar:

- El fluido no es viscoso
- El flujo es estable
- El fluido es incompresible
- El flujo es irrotacional

Ecuación de la continuidad

Las partículas de un fluido que circula bajo flujo estable se mueven con una trayectoria a la que llamaremos **líneas de corriente**, la **velocidad** de las partículas es **tangente** a estas líneas.



El conjunto de las líneas de corriente es conocido como **tubo de flujo**

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal...) por unidad de tiempo.

Gasto
Caudal $Q = \frac{Vol}{\Delta t} = \frac{m^3}{s}$ $\parallel$

$Q = ? = \frac{V}{t} = \frac{m^3}{s}$

$Q = \Delta \cdot v = A \cdot v$
 ↓
 área ↓
 velocidad

$A = \pi r^2$

$t: 1 \text{ min}$

$Q = 280 \text{ l/min} = \frac{280 \text{ l}}{1 \text{ min}}$

Analizaremos un intervalo de tiempo Δt .

Caudal
 $Q = \frac{V}{t}$ $Q = \Delta \cdot v$

$Q_1 = Q_2 = Q_3$

$\Delta_1 > \Delta_2$
 $v_1 < v_2$
 $Q_1 = Q_2 = \text{constante}$
 $A_1 v_1 = A_2 v_2$

Donde:
 A_1 y A_2 son las áreas respectivas en cada sección
 v_1 y v_2 son las velocidades del fluido en los puntos de referencia

ECUACIÓN DE LA CONTINUIDAD ✓
 $\Delta_1 > \Delta_2$
 $v_1 < v_2$

$Q_1 = Q_2$
 $\Delta_1 \cdot v_1 = \Delta_2 \cdot v_2$

¿Solución?
> velocidad

Por una tubería de 3.9 cm de diámetro circula agua a una velocidad cuya magnitud es de 4.5 m/s. En la parte final de la tubería hay un estrechamiento y el diámetro es de 2.25 cm. ¿qué magnitud de velocidad llevará el agua en este punto?. Sol: 13,5 m/s

$$3.9 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.039 \text{ m} \checkmark$$

$$2.25 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.0225 \text{ m} \checkmark$$

$$r_1 = 0.039/2 = 0.0195 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.0225/2 = 0.01125 \text{ m} \quad \uparrow \phi_1 = 3.9 \text{ cm}$$

$$\rightarrow V_2 = ?$$

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow \text{Ec. Continuidad}$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$\cancel{\pi} r_1^2 \cdot (4.5) = \cancel{\pi} r_2^2 \cdot v_2$$

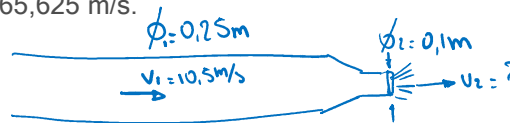
$$(0.0195)^2 (4.5) = (0.0112)^2 v_2$$

$$v_2 = \frac{(1.711125 \times 10^{-3})}{(0.0112^2)} = 13.52 \text{ m/s} \quad // \quad 13.6 \text{ m/s}$$

Tarea 2

1

Por una manguera de bomberos de 0.25 metros de diámetro sale a presión agua que fluye a una velocidad de 10.5 m/s, si la manguera se achica en su boquilla de salida a 0.1 metros de diámetro ¿con qué velocidad saldrá el chorro? SOL. 65,625 m/s.

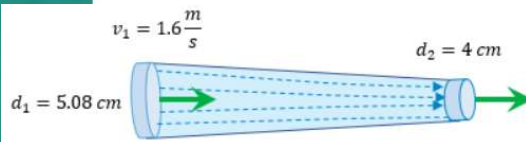


$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

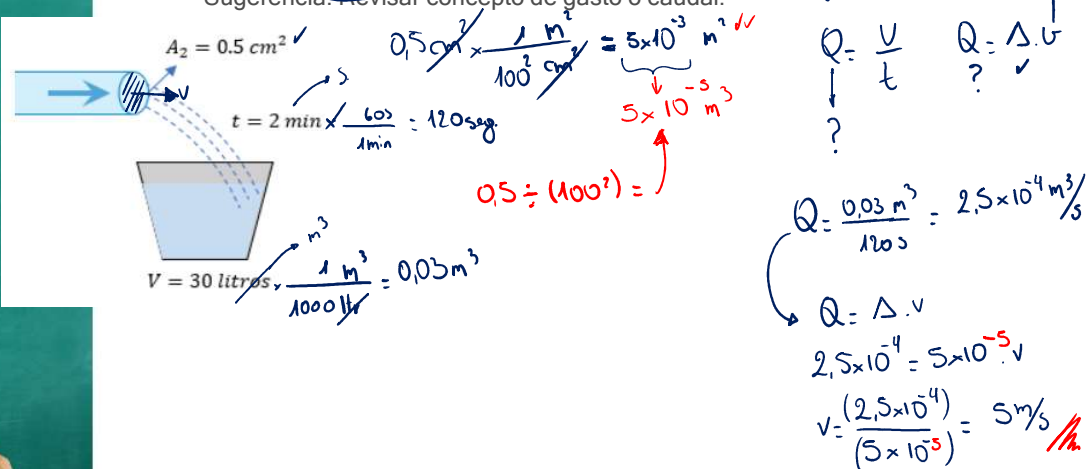
2

Por una tubería de 5.08 cm de diámetro circula agua a una velocidad cuya magnitud es de 1.6 m/s. Calcular la magnitud de la velocidad que llevará el agua al pasar por un estrechamiento de la tubería donde el diámetro es de 4 cm. Sol. 2.66 m/s.



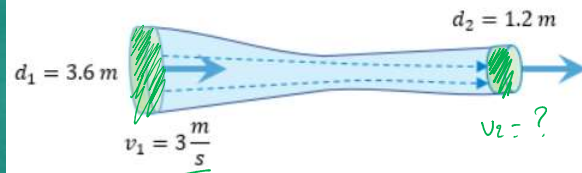
3

Un jardinero usa una manguera para llenar una cubeta de 30 litros, el jardinero observa que tarda 2 minutos en llenar la cubeta. A la manguera se le conecta una boquilla con abertura de 0.5 cm^2 de área de sección transversal ¿a qué velocidad saldrá el chorro de agua? Sol. 5 m/s. SI
Sugerencia: Revisar concepto de gasto o caudal.



4

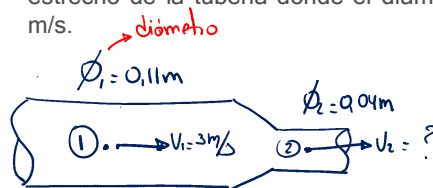
Un túnel de agua tiene una sección transversal circular que se restringe de un diámetro de 3.6 metros a la sección de prueba, que es de 1.2 metros de diámetro. Si la velocidad de flujo es de 3 m/s en el tubo de diámetro mayor, determine la velocidad del fluido en la sección de prueba. Sol. 27 m/s.



E.c. Continuidad $Q = \text{constante}$
 $Q_1 = Q_2$

5

Por una tubería de 0.11 m de diámetro circula agua a una velocidad de 3 m/s ¿cuál es la velocidad que llevará el agua, al pasar por un estrecho de la tubería donde el diámetro es de 0.04 m? Sol. 22.68 m/s.



$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$\pi r_1^2 \cdot v_1 = \pi r_2^2 \cdot v_2$$

$$(0.055)^2 \cdot 3 = (0.02)^2 \cdot v_2$$

$$v_2 = 22.68 \text{ m/s}$$

E.c. Continuidad $\rightarrow$ Caudal = constante
 $Q_1 = Q_2$ $Q = \frac{V}{t}$ $Q = A \cdot v$



$V = \text{Volumen}$ $A = \text{Área}$
 $t = \text{tiempo}$ $v = \text{velocidad}$

Ecuación de Bernoulli

<https://www.youtube.com/watch?v=BW0UmTEMMAc&t=304s>

... conforme **aumenta la rapidez** del fluido, **su presión disminuye**, cumpliéndose la ley de la conservación de la energía:

La sumatoria de las energías (cinética, potencial y de presión) que posee cierto líquido en un punto, es igual a la suma de éstas energías en otro punto cualquiera.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$

Flujo de un fluido – Ecuación de Bernoulli

Handwritten notes: $\epsilon_c = \frac{1}{2}mv^2$, $\epsilon_p = m \cdot g \cdot h$, $\epsilon_p = \rho \cdot h \cdot g$, $\epsilon_{cin} + \epsilon_{pot} + \epsilon_{pres}$

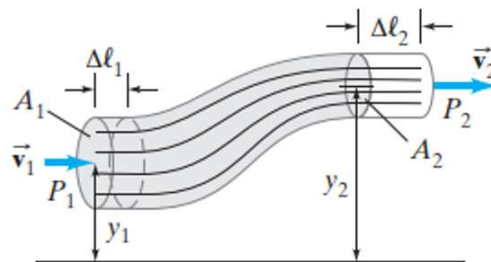
Si,

$$A_1 > A_2$$

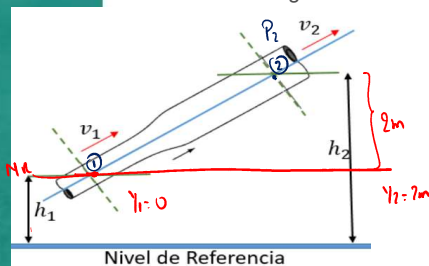
Entonces,

$$v_1 < v_2$$

$$P_1 > P_2$$



Un flujo de agua va desde la sección 1 a la 2. La sección 1 tiene 25mm de diámetro, la presión manométrica es de 345 kPa y la velocidad del flujo es de 3m/s. La sección 2 mide 50mm de diámetro y se encuentra a 2 metros por arriba de la sección 1. Si suponemos que no hay pérdida de energía en el sistema. Calcule la presión 2.



$$\begin{aligned} \phi_1 &= 25\text{mm} \rightarrow 0,025 \text{ m} \\ P_1 &= 345 \text{ kPa} \rightarrow 345000 \text{ Pa} \\ v_1 &= 3 \text{ m/s} \\ \gamma_1 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{H_2O} &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ \phi_2 &= 50\text{mm} \rightarrow 0,05 \text{ m} \\ P_2 &= ?? \\ v_2 &= ? \\ \gamma_2 &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

E.c. Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot \gamma_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot \gamma_2$$

$$\rightarrow 345000 + 4500 = P_2 + 201,25 + 19600$$

$$349500 = P_2 + 19801,25$$

$$P_2 = 349500 - 19801,25$$

$$P_2 = 329698,75 \text{ Pa}$$

E.c. Continuidad

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

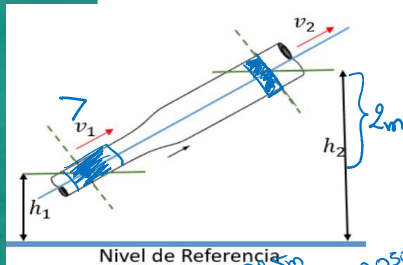
$$\pi \cdot r_1^2 \cdot v_1 = \pi \cdot r_2^2 \cdot v_2$$

$$(0,025)^2 \cdot 3 = (0,05)^2 \cdot v_2$$

$$(4,6875 \times 10^{-4}) = (6,25 \times 10^{-4}) v_2$$

$$v_2 = 0,75 \text{ m/s}$$

Un flujo de agua va desde la sección 1 a la 2. La sección 1 tiene 25mm de diámetro, la presión manométrica es de 345 kPa y la velocidad del flujo es de 3m/s. La sección 2 mide 50mm de diámetro y se encuentra a 2 metros por arriba de la sección 1. Si suponemos que no hay pérdida de energía en el sistema. Calcule la presión 2.



Nivel de Referencia

Datos: $0,025m$

$\phi_1 = 25mm$

$P_1 = 345000Pa$

$v_1 = 3m/s$

$h_1 = 0$

$\rho = 1000kg/m^3$

$\phi_2 = 50mm$

$P_2 = ?$

$v_2 = ?$

$h_2 = 2m$

E.C. Bernoulli

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

$$Q = A \cdot v$$

$$C.C. Cont: Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\pi \left(\frac{D_1}{2}\right)^2 \cdot v_1 = \pi \left(\frac{D_2}{2}\right)^2 \cdot v_2$$

$$0,025^2 \cdot (3) = (0,05)^2 \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{(0,025^2 \cdot (3))}{0,05^2}$$

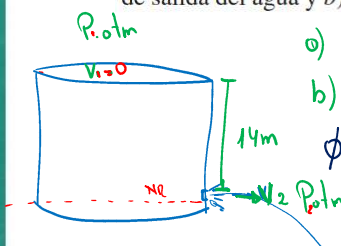
$$v_2 = 0,75m/s$$

$$345000 + \frac{1}{2} (1000) (3)^2 = P_2 + \frac{1}{2} (1000) (0,75)^2 + (1000) (9,8) (2)$$

$$P_2 = //$$

6

14.40. Se corta un agujero circular de 6.00 mm de diámetro en el costado de un tanque grande de agua, 14.0 m debajo del nivel del agua en el tanque. El tanque está abierto al aire por arriba. Calcule a) la rapidez de salida del agua y b) el volumen descargado por segundo.



a) $v_2 = ?$

$y_1 = 14m$

$y_2 = 0$

$v_1 = 0$

b) $\frac{V}{t} = Q = ?$

$\phi = 6mm$

E.C. Bernoulli

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$$

$$\cancel{P} \cdot g \cdot y_1 = \frac{1}{2} \cancel{\rho} \cdot v_2^2$$

$$g \cdot y_1 = \frac{1}{2} v_2^2$$

$$\frac{1}{2} v_2^2 = g \cdot y_1$$

$$v_2^2 = 2 \cdot g \cdot y_1$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot y_1}$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot (9,8) \cdot (14)}$$

a) $v_2 = 16,56m/s$

$$Q = A \cdot v$$

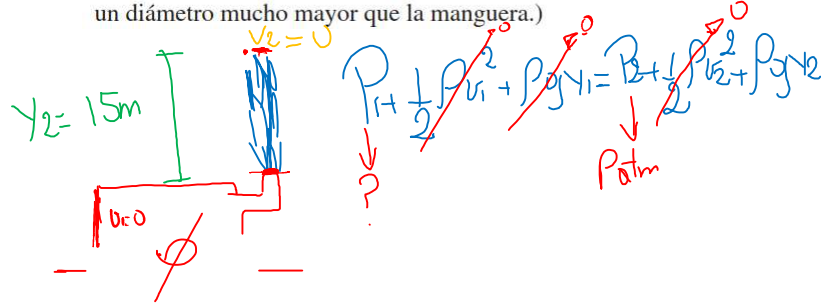
$$Q = \pi r^2 \cdot v$$

$$Q = \pi ()^2 \cdot (16,56)$$

$Q = 4,68 \times 10^{-4} m^3/s$

7

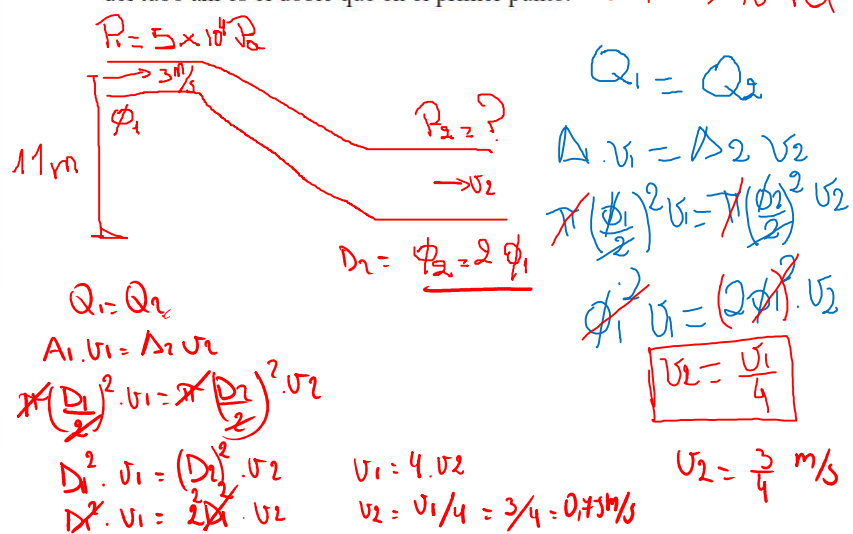
14.41. ¿Qué presión manométrica se requiere en una toma municipal de agua para que el chorro de una manguera de bomberos conectada a ella alcance una altura vertical de 15.0 m? (Suponga que la toma tiene un diámetro mucho mayor que la manguera.)

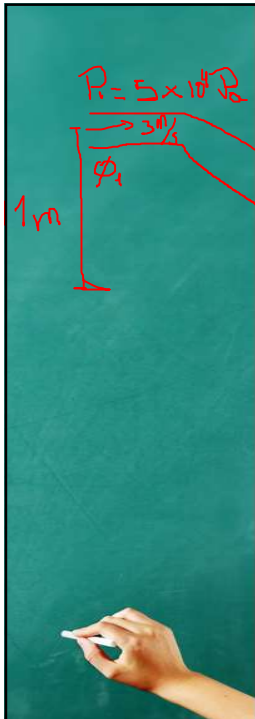


Sol 14000 Pa

8

14.42. En un punto de una tubería, la rapidez del agua es de 3.00 m/s y la presión manométrica es de 5.00×10^4 Pa. Calcule la presión manométrica en otro punto de la tubería, 11.0 m más abajo, si el diámetro del tubo ahí es el doble que en el primer punto. Sol 16.2×10^4 Pa





$P_1 = 5 \times 10^4 \text{ Pa}$
 1 m
 30°
 ϕ_1

$P_2 = ?$
 $\phi_2 = 2 \phi_1$

Sol: $16 \times 10^4 \text{ Pa}$
 $Q_1 = Q_2$
 $A_1 v_1 = A_2 v_2$
 $\pi \left(\frac{\phi_1}{2}\right)^2 v_1 = \pi \left(\frac{\phi_2}{2}\right)^2 v_2$
 $\cancel{\pi} \left(\frac{\phi_1}{2}\right)^2 v_1 = \cancel{\pi} \left(\frac{\phi_2}{2}\right)^2 v_2$
 $\cancel{\phi_1^2} v_1 = (2\cancel{\phi_1})^2 v_2$
 $v_2 = \frac{v_1}{4} = 0,75 \text{ m/s}$

DATOS
 $P_1 = 5 \times 10^4 \text{ Pa}$ $P_2 = ?$
 $v_1 = 3 \text{ m/s}$ $v_2 = 0,75 \text{ m/s}$
 $\phi_1 = \phi_1$ $\phi_2 = 2 \phi_1$
 $v_1 = 11 \text{ m}$ $v_2 = 0$
 DATOS

$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$
 $5 \times 10^4 \text{ Pa} + \frac{1}{2} (1000)(3)^2 + (1000)(9,8)(11) = P_2 + \frac{1}{2} (1000)(0,75)^2 + 0$
 $\hookrightarrow \text{Despeje } P_2$

9

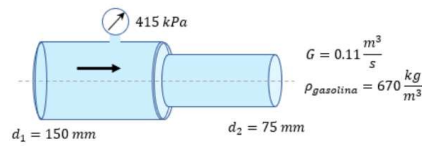
14.45. En cierto punto de una tubería horizontal, la rapidez del agua es de 2.50 m/s y la presión manométrica es de $1.80 \times 10^4 \text{ Pa}$. Calcule la presión manométrica en un segundo punto donde el área transversal es el doble que en el primero.

$P_1 = 1.8 \times 10^4 \text{ Pa}$
 2.5 m/s
 A_1
 $A_2 = 2A_1$

$P_2 = ?$
 $Q_1 = Q_2$
 $A_1 v_1 = A_2 v_2$
 $A_2 = 2A_1$
 $A_1 v_1 = 2A_1 v_2$
 $v_2 = \frac{v_1}{2}$
 $v_2 = \frac{2.5}{2}$

Sol: $20343,75 \text{ Pa}$

Por la tubería que se muestra en la imagen, fluyen $0.11 \text{ m}^3/\text{s}$ de gasolina, si la presión antes de la reducción es de 415 kPa , calcule la presión en la tubería de 75 mm de diámetro. Sol.

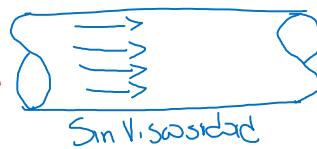


$1 \text{ Poise} = 0.1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ **Flujo viscoso** $[\eta] \text{ eta}$ $[\mu] \text{ mu}$ $\rightarrow$ **rozamiento**

$\text{Pa} \cdot \text{seg}$

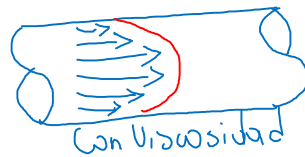
La viscosidad se refiere a la **fricción interna**, o resistencia al flujo, de un fluido. Todos los fluidos reales tienen una resistencia interna al flujo la cual puede verse como fricción entre las moléculas del fluido.

Fluido ideal



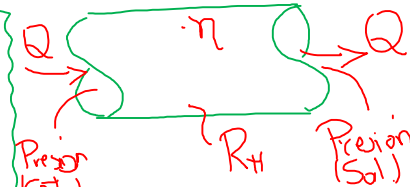
Sin Viscosidad

Fluido Real

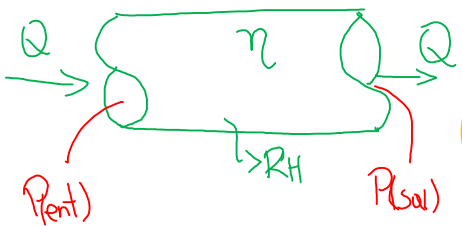


Con Viscosidad

$$\eta = \mu$$



Resist. Hidrodinámica es la resistencia que encuentra un fluido al fluir a través de un conducto



$P_{ent} - P_{sal} = Q R_H$
 ΔP
 $P_{ent} > P_{sal}$
 $\frac{N}{m^2} = \frac{m^3}{s} \cdot \frac{Pa \cdot s}{m^3}$
 $P_a = P_a \Downarrow$

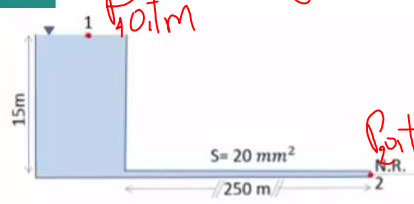
Fórmula de Poiseuille

Como se halla R_H ?

$$R_H = \frac{8\eta \cdot L}{\pi r^4} \quad R_H = \frac{8\pi\eta L}{\Delta^2} \quad [R_H] = \frac{Pa \cdot s}{m^3}$$

$L \rightarrow \text{long}$ $\eta \rightarrow \text{viscosidad}$ $r \rightarrow \text{radio}$

El agua en un depósito se vacía haciendo uso de una tubería de 250 m de longitud y 20 mm² de sección cuyo eje está situado 15 m bajo el nivel del agua. Hallar la velocidad de salida del agua sabiendo que su viscosidad dinámica es de 0,01 poises.



P_{atm}
 P_{atm}

Ecuación de Bernoulli

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \Delta p$$

$P_1 = P_2 = P_{atm}$
 $V_1 = 0$
 $h_2 = 0$

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \Delta p$$

$\Delta P = Q R_H$
 $R_H = \frac{8\eta \cdot L}{\pi r^4}$

① $\rho g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \Delta P \rightarrow$ Pérdida de carga a lo largo de la tubería

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + v_2 \cdot \frac{8 \eta \cdot L}{r^2}$$

1000(9.8)(

$$\Delta P = Q \cdot R_H$$

↳ $Q = \text{Caudal}$
↳ Resistencia hidrod.

$$R_H = \frac{8 \eta \cdot L}{\pi r^4} ; Q = A \cdot v_2$$

$$\Delta P = \underbrace{Q}_{A \cdot v_2} \cdot \underbrace{R_H}_{\frac{8 \eta \cdot L}{\pi r^4}}$$

$$\Delta P = \pi r^2 \cdot v_2 \cdot \frac{8 \eta \cdot L}{\pi r^4}$$

$$\Delta P = v_2 \cdot \frac{8 \eta \cdot L}{r^2} \rightarrow \textcircled{1}$$

Turbulencia



Laminar



Turbulento

$NR_e \rightarrow$ Número de Reynolds
[Adimensional] ayuda a determinar el tipo de flujo del fluido

$D \rightarrow$ ϕ interior

$v \rightarrow$ velocidad

$\rho \rightarrow$ densidad

$\eta = \mu =$ viscos.

$$NR_e = \frac{D_{int} \cdot v \cdot \rho}{\eta}$$

$$NR_e < 2100 \text{ (Laminar)}$$

$$2100 < NR_e < 4000 \text{ (Transic)}$$

$$NR_e > 4000 \text{ (Turbulento)}$$

Para una tubería $\phi_{int} = 2,067 \text{ pulg}$,
 fluye agua ($\rho = 995,68 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,
 $\mu = \eta = 0,8007 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$)
 con una velocidad de $0,6309 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
 Calcule el $\#$ de Re. y diga que tipo
 de flujo es.

$$\begin{aligned}\phi_{int} &= \sim m = 0,052502 \text{ m} \\ Q &= 0,6309 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \\ \rho &= 995,68 \text{ kg/m}^3 \\ \mu &= 0,8007 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s} = 0,0008007\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= A v \\ v &= \frac{Q}{A} = \frac{0,6309 \times 10^{-3}}{\pi \left(\frac{0,052502}{2} \right)^2} \\ v &= 0,29142 \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$NRe = \frac{D v \rho}{\mu}$$

- Viscosidad y turbulencia
- <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10194/Din%C3%A1mica%20de%20fluidos%20viscosos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

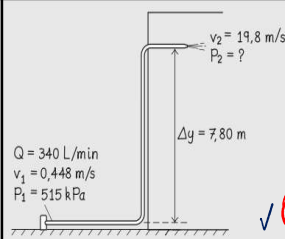
CALOR

- ESCALAS TERMOMÉTRICAS
- https://www.youtube.com/watch?v=_BfPj_ZHHT4

1. Resuelva el siguiente ejercicio propuesto e investigue la solución de la suposición final. (3 puntos)

Una manguera de incendios con un diámetro interior de 12,7 cm suministra agua a 340 L/min. ¿Cuál es la celeridad del agua (a) en la manguera y (b) cuando sale por una tobera de 1,91 cm de diámetro? Sol. 19,8 m/s.

Investigue: Utilizando conceptos básicos de cinemática ¿Cuál es la altura máxima que podría alcanzar el agua que sale de la tobera?



$$Q = 340 \frac{\text{L}}{\text{min}} \rightarrow \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\phi_i = 12,7 \text{ cm} \rightarrow \text{m}$$

$$v_i = ?$$

$$\phi_t = 1,91 \text{ cm} \rightarrow \text{m}$$

$$v_t = ?$$

$$\phi_i = 12,7 \quad \phi_t = 1,91 \text{ cm}$$

$$v_i = ? \quad Q_i \quad Q_t \rightarrow v_t = ?$$

$$Q = A_i v_i$$

$$0,0566 = \pi \left(\frac{D_i}{2} \right)^2 \cdot v_i$$

$$0,0566 = \pi \left(\frac{0,127}{2} \right)^2 \cdot v_i$$

$$5,66 \times 10^{-3} = 0,0126 v_i$$

$$v_i = 0,449 \text{ m/s}$$

$$Q = A_t v_t$$

$$0,0566 = \pi \left(\frac{D_t}{2} \right)^2 \cdot v_t$$

$$0,0566 = \pi \left(\frac{0,0191}{2} \right)^2 \cdot v_t$$

$$(5,66 \times 10^{-3}) = (2,865 \times 10^{-4}) v_t$$

$$v_t = 19,75 \text{ m/s} \approx 19,8 \text{ m/s}$$

$$Q = 340 \frac{\text{L}}{\text{min}} \quad Q_i = Q_t$$

$$Q = \frac{V}{t} = A \cdot v$$

$$340 \frac{\text{L}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0,00566 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

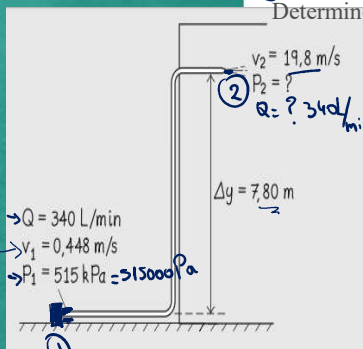
$$Q = 0,00566 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad 5,66 \times 10^{-3}$$

1. Resuelva el siguiente ejercicio (segunda parte del anterior). (3 puntos)

La manguera del Ejemplo 10.11 se conecta a una boca de riego situada al nivel de la calle, donde la presión (manométrica) del agua es de 75 psi (515 kPa). Los bomberos llevan la tobera de la manguera hasta el tercer piso, a 7,80 m por encima del nivel de la calle. La boca de riego sigue suministrando agua a 340 L/min.

→ Indique: ¿es válida la ecuación de la continuidad propuesta en el ejercicio anterior? ¿Por qué y que implica?

→ Determine (a) la celeridad del flujo a través de la tobera y (b) la presión en la tobera.



$$Q_i = Q_t \rightarrow \text{si}$$

$$a) v_t = ?$$

$$b) P_t = ?$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

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

$$515000 + \frac{1}{2} (1000) (0,448)^2 = P_2 + \frac{1}{2} (1000) (19,8)^2 + 1000 (9,8) (7,8)$$

$$515000 + 100,352 = P_2 + 196020 + 76440$$

$$515100,352 = P_2 + 272460$$

$$P_2 = 242640,352 \text{ Pa}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_i = Q_t \\ A_i v_i = A_t v_t \\ Q = \frac{V}{t} \end{array} \right\}$$