Unidad 2 Mecánica de los Fluidos

2.B. Dinámica de los Fluidos

- ✓ Flujo y velocidad
- ✓ Ecuación de Bernoulli
- ✓ Aplicaciones

Mauro Blanco

Conceptos generales

¿Cómo describir el movimiento de un fluido?

Tratar al fluido como un sistema de partículas (Lagrange)

Estudiar la densidad, velocidad del fluido en cada punto del espacio y en cada instante de tiempo (Euler)

Clasificación del flujo de un fluido

Atendiendo a la velocidad de las partículas de fluido en cada punto del espacio

Flujo estacionario

La velocidad de las partículas de fluido que pasan por un punto dado es la misma en todo instante del tiempo

Flujo no estacionario

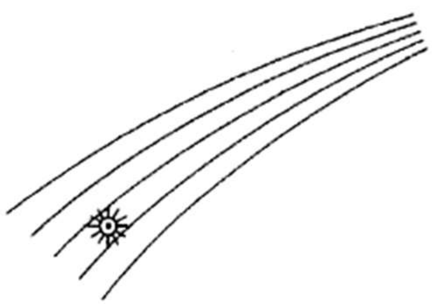
Las velocidades de las partículas de fluido son una función del tiempo en cualquier punto dado

Clasificación del flujo de un fluido

Atendiendo a la velocidad angular neta del fluido

Flujo irrotacional

Si el elemento de fluido en un punto dado no tiene velocidad angular neta alrededor del centro de masa



Flujo rotacional

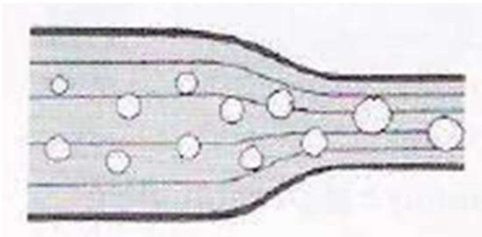
Cuando la velocidad angular neta del elemento
de fluido no es nula

Clasificación del flujo de un fluido

Atendiendo a las variaciones de densidad

Flujo compresible

La densidad del fluido varía de punto a punto en general es una función de las coordenadas.



Flujo incompresible

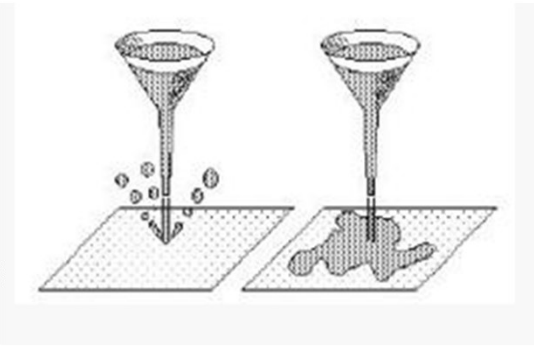
Cuando no hay variaciones de densidad en función de la posición. Generalmente el flujo de los líquidos es incompresible

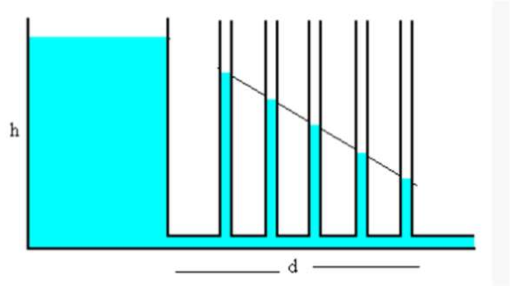
Clasificación del flujo de un fluido

Atendiendo a los rozamientos internos

Flujo viscoso

Fuerzas tangenciales entre distintas capas del fluido: se disipa energía

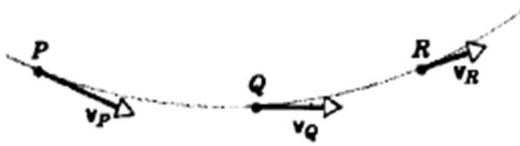




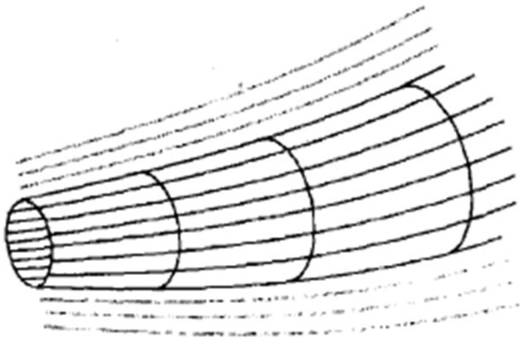
Flujo no viscoso

Ausencia rozamientos internos

Trayectoria de una corriente



Línea de corriente

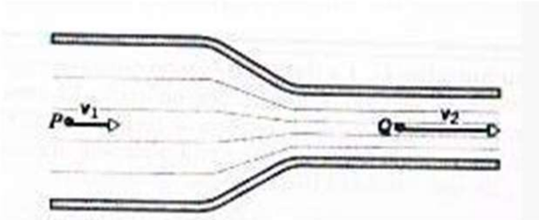


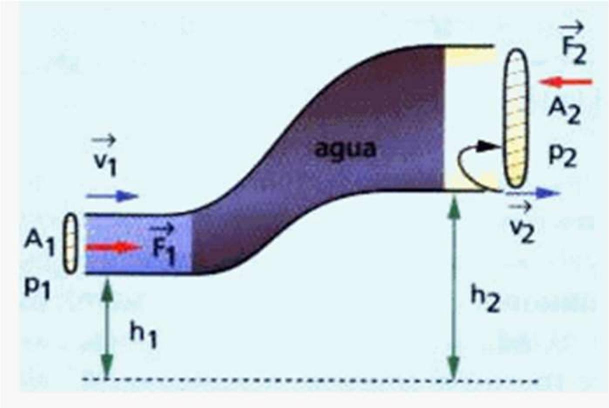
Tubo de flujo

Dinámica de los fluidos

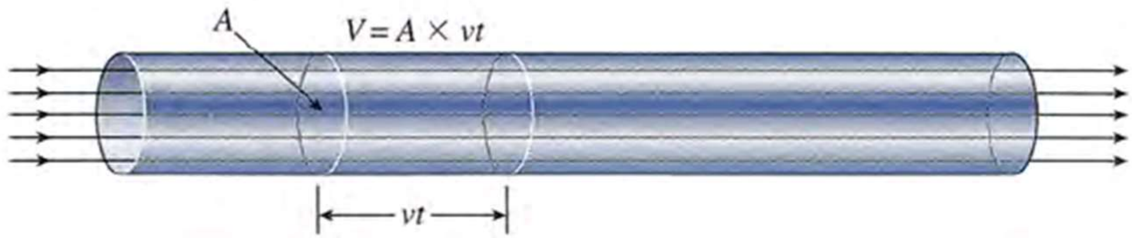
- Ecuación de continuidad (conservación de la masa)

- Ecuación de Bernoulli (conservación de la energía





Ecuación de continuidad



V = volumen
vt= distancia

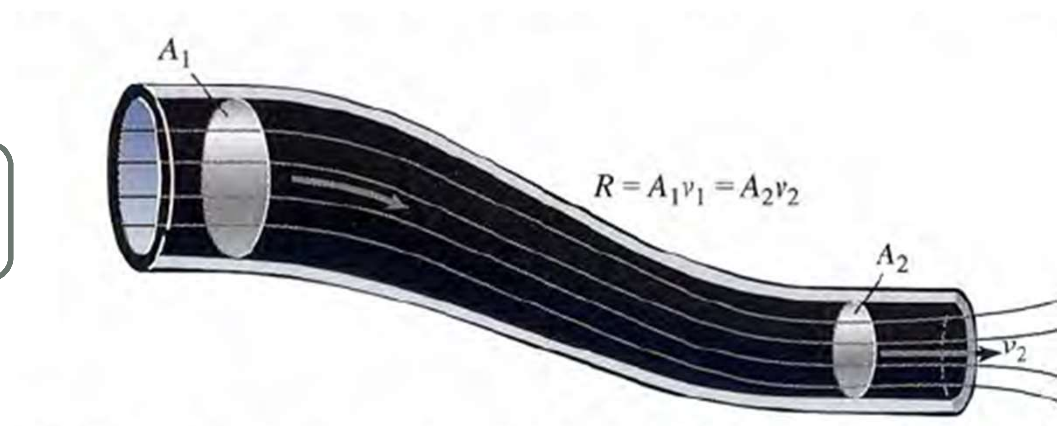
Ley de la conservación de la masa

Gasto (caudal)= volumen por unidad de tiempo

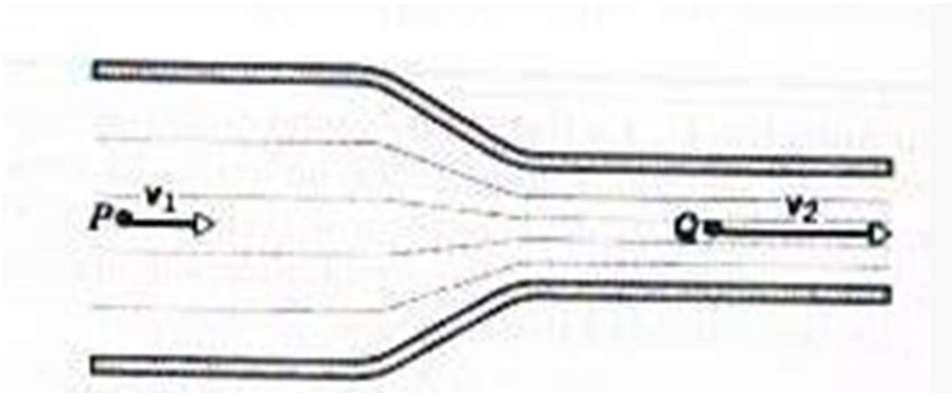
$$R = \frac{V}{t} = \frac{Avt}{t} = v.A$$ **Gasto (caudal)= velocidad x sección transversal**

$$R1 = R2$$

$$\boxed{v_1 A_1 = v_2 A_2}$$



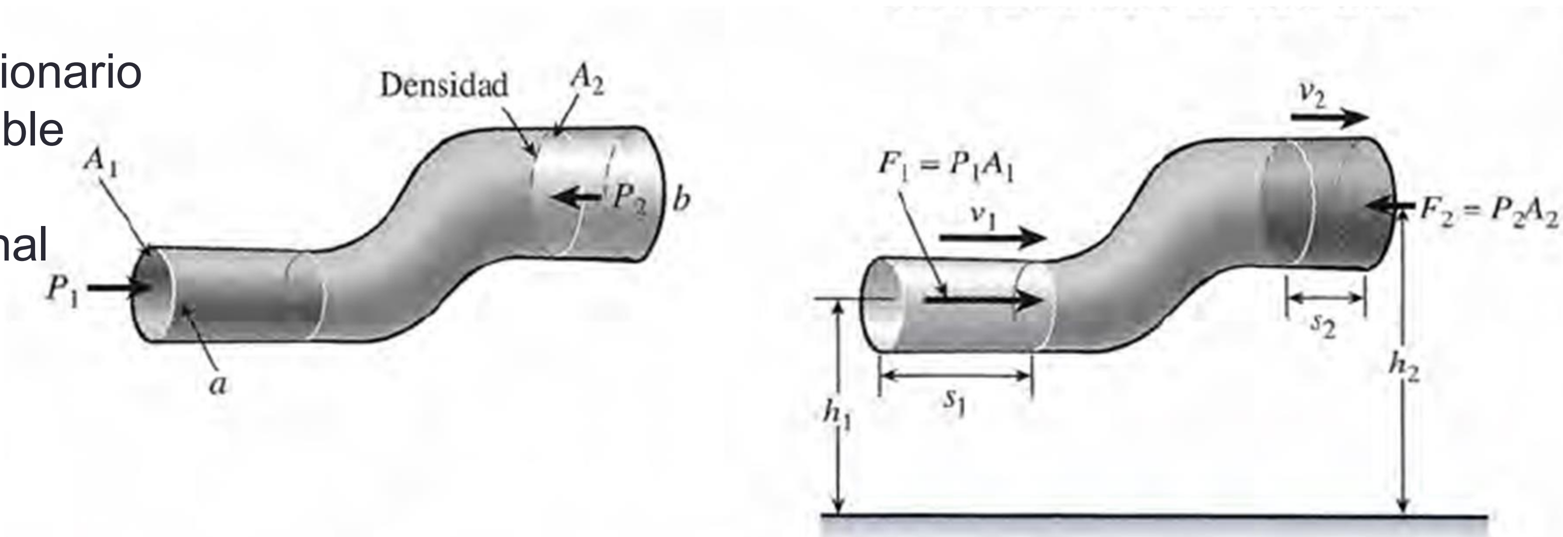
Ecuación de continuidad



Un acueducto de 14 cm de diámetro (P) interior surte agua al tubo de la llave de 1.00 cm de radio(Q). Si su velocidad promedio en el tubo de la llave es de 3.0 cm/s (Q) ¿Cuál será la velocidad promedio en el acueducto(P)? ¿Cuánto caudal o gasto circula?

Ecuación de Bernoulli

- ✓ Flujo estacionario
- ✓ Incompresible
- ✓ No viscoso
- ✓ No rotacional



Teorema trabajo – energía

Trabajo neto= variación de energía potencial + variación de energía cinética

$$Trabajo\ neto = F_1 s_1 - F_2 s_2$$

$$Trabajo\ neto = P_1 A_1 s_1 - P_2 A_2 s_2$$

Si el volumen del elemento que se mueve es el mismo: V= $A_1 s_1 = A_2 s_2$

$$Trabajo\ neto = (P_1 - P_2)V$$

Ecuación de Bernoulli

$$Cambio\ de\ energia\ cinética$$
$$\Delta E_K(\Delta \mathrm{K}) = \tfrac{1}{2}{\cdot}m{\cdot}v_2^2 - \tfrac{1}{2}{\cdot}m{\cdot}v_1^2$$

$$Cambio\ de\ energia\ Potencial$$
$$\Delta E_p(\Delta \mathrm{U}) = mgh_2 - mgh_1$$

Trabajo neto=$\Delta \mathrm{K} + \Delta \mathrm{U}$

$$(P_1 - P_2)V = \tfrac{1}{2}{\cdot}m{\cdot}v_2^2 - \tfrac{1}{2}{\cdot}m{\cdot}v_1^2 + mgh_2 - mgh_1$$

$$(P_1 - P_2)\frac{m}{\rho} = \tfrac{1}{2}{\cdot}m{\cdot}v_2^2 - \tfrac{1}{2}{\cdot}m{\cdot}v_1^2 + mgh_2 - mgh_1$$

$$p_1 + \tfrac{1}{2}{\cdot}\rho{\cdot}v_1^2 + \rho{\cdot}g{\cdot}h_1 = p_2 + \tfrac{1}{2}{\cdot}\rho{\cdot}v_2^2 + \rho{\cdot}g{\cdot}h_2$$

$$\boxed{p + \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v^2 + \rho\cdot g\cdot h = cte}$$

Ecuación de Bernoulli

$$p + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h = cte$$

Unidad: Presión

$$\frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{v^2}{2 \cdot g} + h = cte$$

Unidad: Altura

Aplicaciones Ecuación Bernoulli

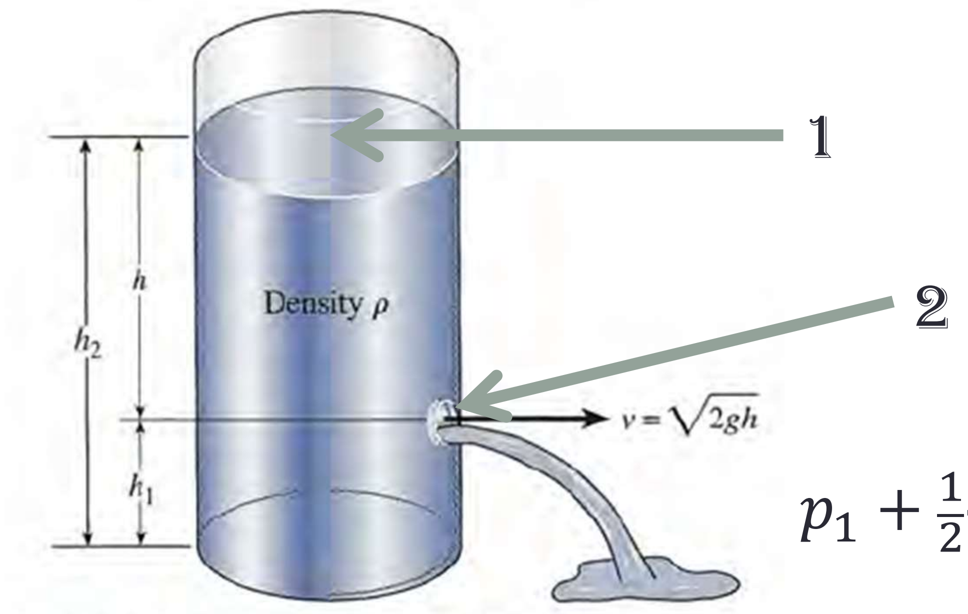


Figura 15.18 Teorema de Torricelli.

$$p_1 + \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_1^2 + \rho\cdot g\cdot h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_2^2 + \rho\cdot g\cdot h_2$$

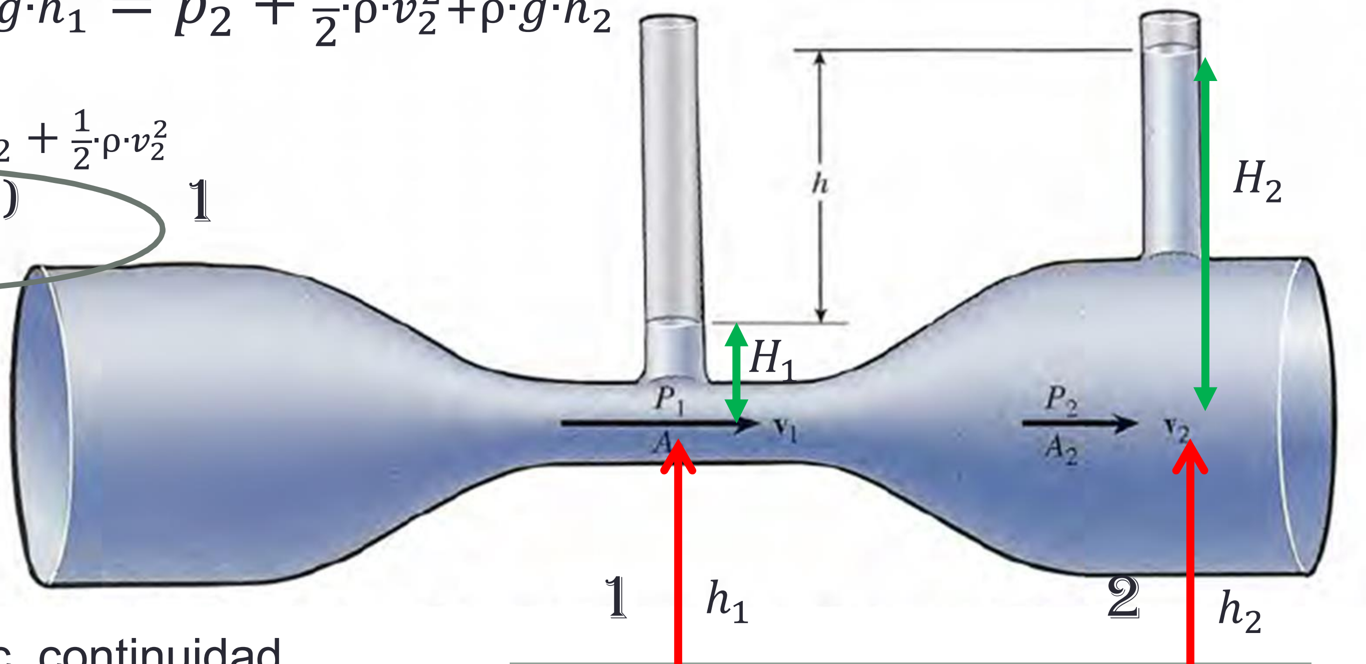
$$p_1 = p_2$$
$$V_1 \cong 0$$
$$h = h_2 - h_1$$

Aplicaciones Ecuación Bernoulli

$$p_1 + \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_1^2+\rho\cdot g\cdot h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_2^2+\rho\cdot g\cdot h_2$$

$$p_1 + \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_2^2$$

$$p_2 - p_1 = \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot(v_1^2 - v_2^2)$$ 1



Ec. continuidad

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$ 2

Estática

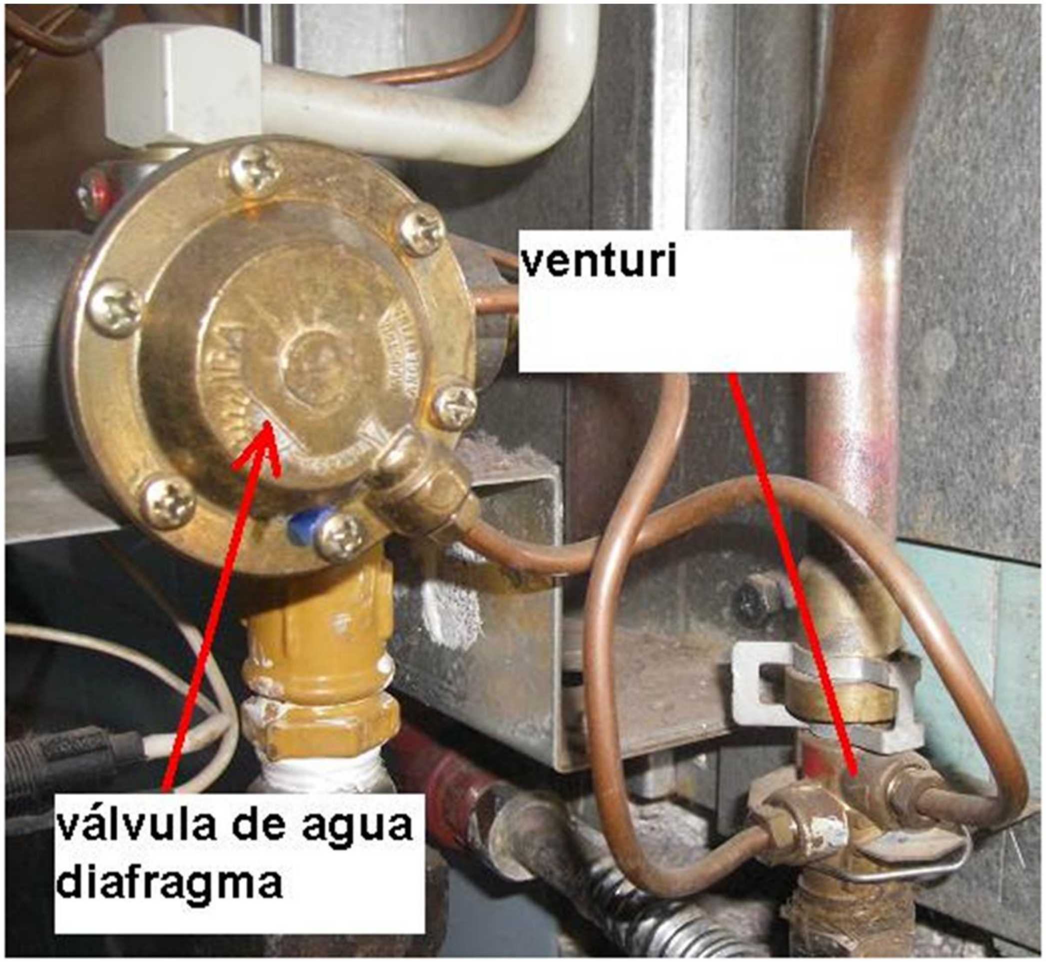
$$p_1 = \rho * g * H_1 + p_0$$

$$p_2 = \rho * g * H_2 + p_0$$

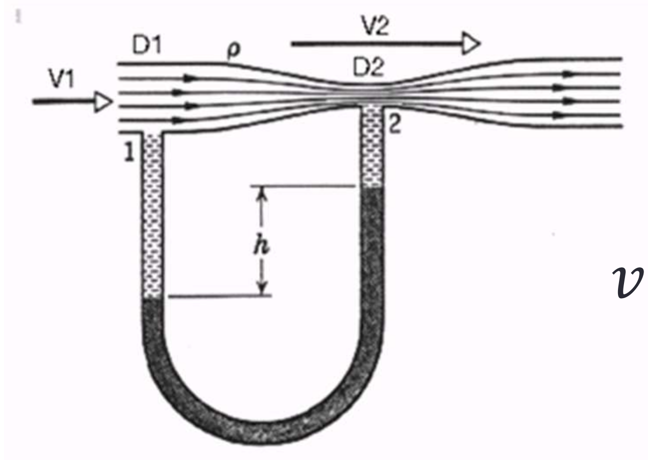
$$p_2 - p_1 = \rho * g * h$$ 3

$$h = H_2 - H_1$$

1 + 2 + 3 = $V_2 = \sqrt{\dfrac{2gh}{\left(\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 - 1\right)}}$


venturi
válvula de agua
diafragma

Aplicaciones Ecuación Bernoulli

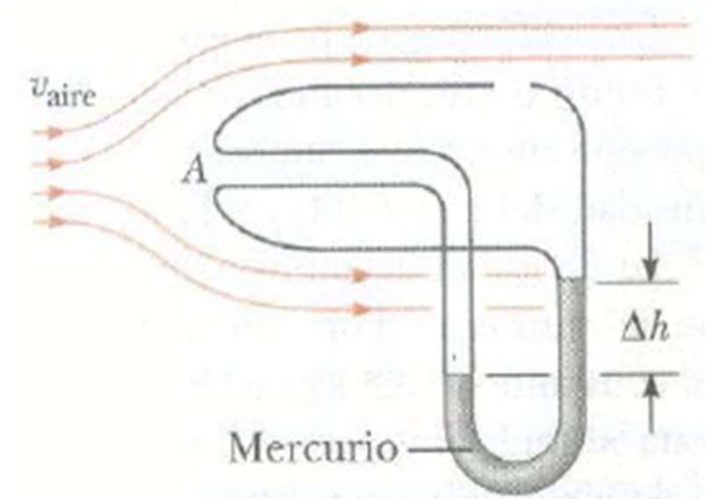


Medición de velocidad con un tubo de Venturi

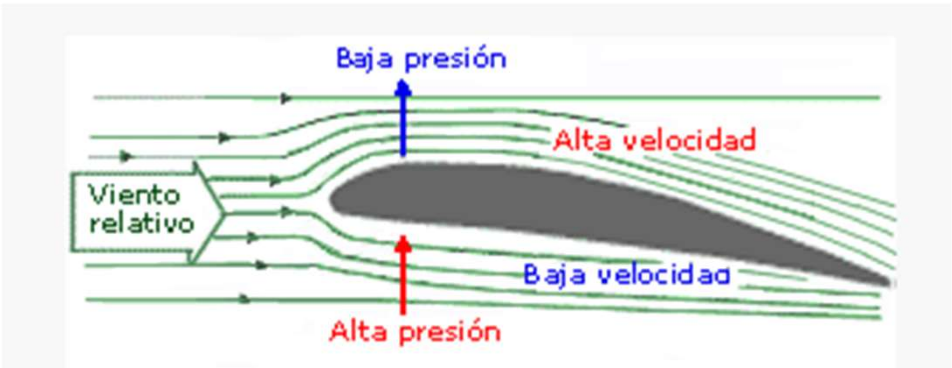
$$v = a \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\rho' - \rho) \cdot g \cdot h}{\rho \cdot (A^2 - a^2)}}$$

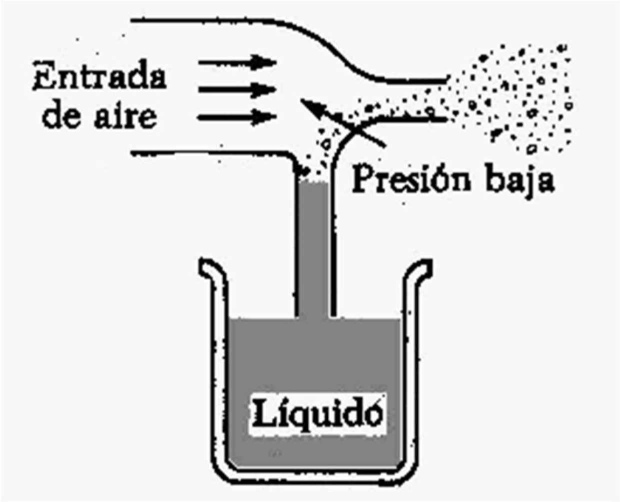
Tubo de Pitot

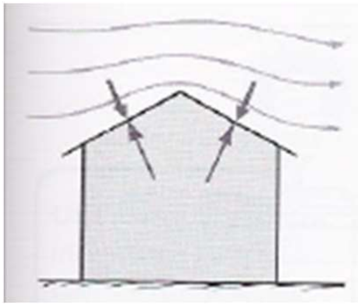
$$v_a = \sqrt{\frac{2gh\rho'}{\rho}}$$



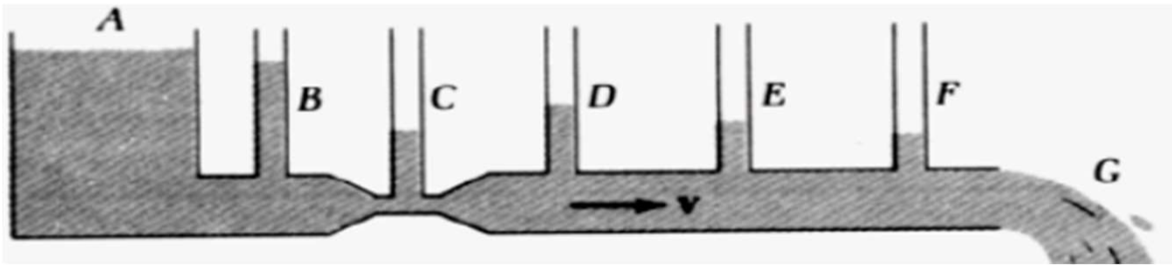
Aplicaciones Ecuación Bernoulli







Perdida de cargas



$$\frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{v^2}{2 \cdot g} + h \neq cte$$

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g}$$

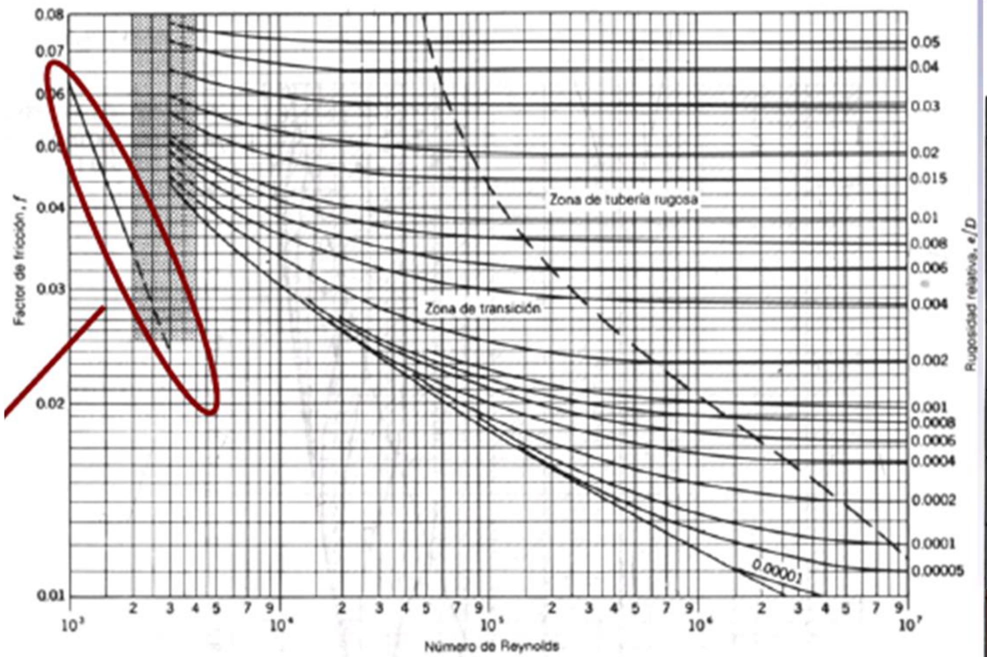
$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H_{12}$$

ΔH_{12} **PÉRDIDA DE CARGA O PÉRDIDA DE ALTURA TOTAL:**

$$\Delta h = f \frac{L}{d} \frac{\overline{v}^2}{2g}$$

$$\Delta h = K \frac{v^2}{2g}$$

Perdidas de carga



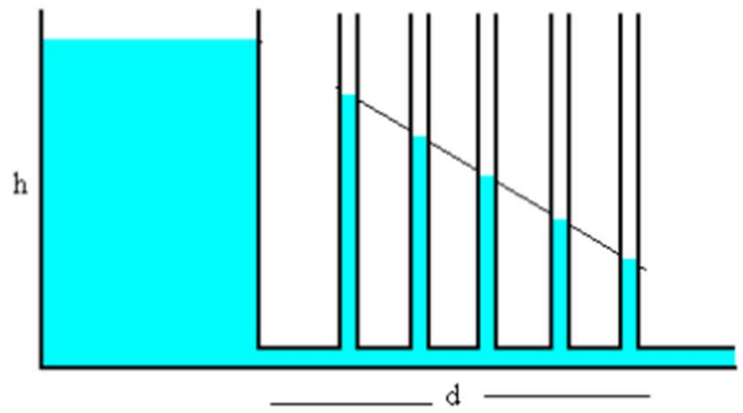
PERDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS

(Subíndice 1 = aguas arriba y subíndice 2 = aguas abajo)

Accesorio		Pérdida de carga media
1. De depósito a tubería (pérdida a la entrada)	— conexión a ras de la pared	$0{,}50 \frac{V_2^2}{2g}$
	— tubería entrante	$1{,}00 \frac{V_2^2}{2g}$
	— conexión abocinada	$0{,}05 \frac{V_2^2}{2g}$
2. De tubería a depósito (pérdida a la salida)		$1{,}00 \frac{V_1^2}{2g}$
3. Ensanchamiento brusco		$\frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$
4. Ensanchamiento gradual (véase Tabla 5)		$K \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$
5. Venturímetros, boquillas y orificios		$\left(\frac{1}{c_v^2} - 1\right) \frac{V_2^2}{2g}$
6. Contracción brusca (véase Tabla 5)		$K_c \frac{V_2^2}{2g}$
7. Codos, accesorios, válvulas* Algunos valores corrientes de K son: 45°, codo .... 0,35 a 0,45 90°, codo .... 0,50 a 0,75 Tes .... 1,50 a 2,00 Válvulas de compuerta (abierta) ... aprox. 0,25 Válvulas de control (abierta) ...... aprox. 3,0		$K \frac{V^2}{2g}$

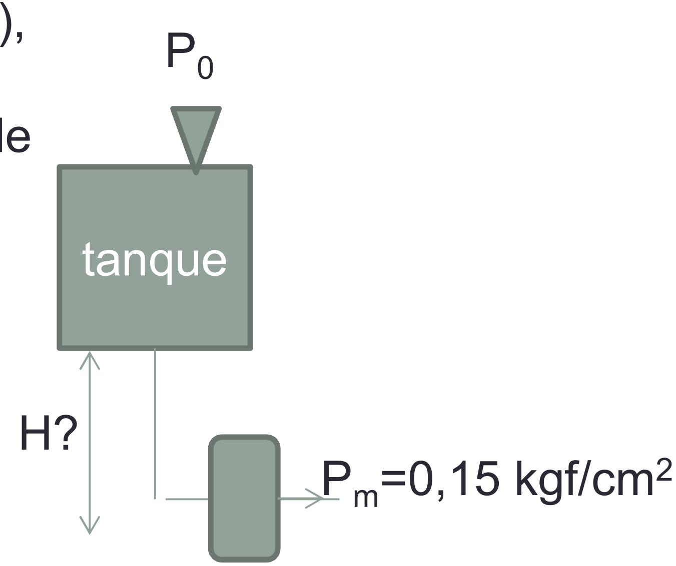
$$\mathrm{Re} = \frac{\rho \overline{V} D}{\mu} = \frac{\overline{V} D}{\upsilon}$$

Perdida de carga



Aplicación Ecuación Bernoulli

Calcular la altura de colocación de un tanque de reserva de agua, sabiendo que la presión de trabajo mínima para un calentador de agua instantáneo (calefón), es de 0,15 kgf/cm^2 (manométrica), considerar un coeficiente de seguridad de 1,5.

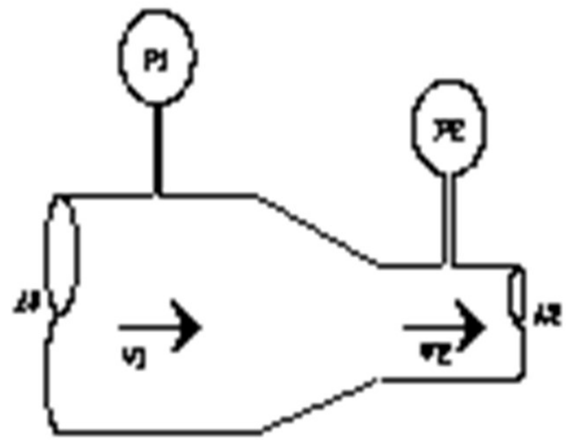


1kgf/cm^2=98100 Pa

Aplicación Ecuación Bernoulli

Un tubo tiene la forma que se muestra en la figura. En el punto "1" el diámetro es de 6.0 cm, mientras que en el punto "2" es de 2.0 cm. En el punto "1" v1=2.0 m/s y P1=180 kPa. Calcular v2 y P2.

Ecuación de continuidad
Ecuación de Bernoulli



Resumen

- ✓Clasificación del flujo de un fluido
- ✓Ecuación de continuidad: A1 . V1 = A2 . V2
- ✓Ecuación de Bernoulli: $p + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h = cte$
- ✓Aplicación Ecuación Bernoulli $$\boldsymbol{V_2 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 - 1\right)}}}$$
- ✓Perdida de cargas: $\frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{v^2}{2 \cdot g} + h \neq cte$