

## Unidad de Aprendizaje N°2:

### Ecuación de Continuidad, de Bernoulli y sus aplicaciones.

#### Aprendizajes Esperados

1. Aplica la ecuación de continuidad en la resolución de problemas de flujo, en sistemas hidráulicos.

#### 1. OBJETIVOS.

El objetivo de esta actividad es:

- Aplicar la ecuación de conservación de la masa y de continuidad a la dinámica de los fluidos.

#### 2. ANTECEDENTES GENERALES.

La ecuación de continuidad es un producto de la ley de conservación de la masa, que manifiesta que en un conducto o tubería, sin importar su sección; mientras no existan derivaciones, la cantidad de fluido que entra por uno de sus extremos debe salir por el otro. O sea que se conserva el fluido a través de una cañería.

Para explicar mejor esta ley definiremos lo que es el caudal.

**CAUDAL:** Cantidad de sustancia que atraviesa una sección determinada en la unidad de tiempo, se representa por la letra Q.

El caudal puede ser de dos tipos:

- Caudal másico.
- Caudal volumétrico.

**CAUDAL MASICO:** Es la cantidad de masa de una sustancia que atraviesa una determinada sección en un segundo. Sus unidades son: (Kg/seg).

Y se determina:

$$Q = \rho \cdot V \cdot A$$

- $\rho$  --- Densidad del fluido.
- $V$  --- Velocidad del fluido.
- $A$  --- Área de la sección.

El caudal másico es el producto de la densidad por la velocidad, por el área de la sección.  
Y sus unidades son:

$$Q = \left(\frac{Kg}{m^3}\right) \cdot (m/seg) \cdot (m^2)$$

Obteniendo:

$$Q = \left(\frac{Kg}{seg}\right)$$

Y estas son las unidades en las que se expresa el caudal másico.

**CAUDAL VOLUMETRICO:** Es la cantidad de volumen de una sustancia que atraviesa una determinada sección en un segundo, y sus unidades son: ( $m^3 / seg$ ).

Y se determina:

$$Q = V \cdot A$$

El caudal volumétrico es el producto de la velocidad, por el área de la sección.  
Es importante mencionar que muchas veces se expresa el volumen en litros, por lo tanto como:

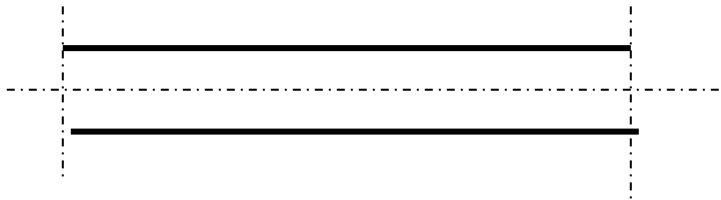
$$1 m^3 = 1000 \text{ litros.}$$

El caudal volumétrico se puede expresar en:

$$Q = \left(\frac{m^3}{seg}\right) \quad \text{ó} \quad Q = \left(\frac{L}{seg}\right)$$

**Ejemplo 1.**

Determinar la velocidad del fluido en la siguiente cañería de 20 cm de diámetro, si su caudal es de 2000 litros cada segundo. El fluido es agua.



Como se habla de un caudal volumétrico se utiliza la ecuación:

$$Q = V \cdot A$$

Para realizar mejor los cálculos es necesario transformar primero los litros a metros cúbicos.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 \longrightarrow 1000 \text{ Litros} \\ X \longrightarrow 2000 \text{ Litros} \end{array}$$

Aplicando regla de tres:

$$X = \frac{1 \text{ m}^3 \cdot 2000 \text{ L}}{1000 \text{ L}}$$

$$X = 2 \text{ m}^3$$

El caudal entonces será de:

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Después calculamos el área de la sección, y como es una cañería de sección circular el área de un círculo es:

$$A_c = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \text{ó} \quad A_c = \pi \cdot r^2$$

Conociendo que 1 m  $\longrightarrow$  100 cm.

Transformamos:

$$20 \text{ cm} \longrightarrow 0,2 \text{ m}$$

$$A_c = 0,0314 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{2 \text{ m}^3/\text{seg}}{0,0314 \text{ m}^2}$$

$$V = 63,69 \text{ m}/\text{seg}$$

**Respuesta:**

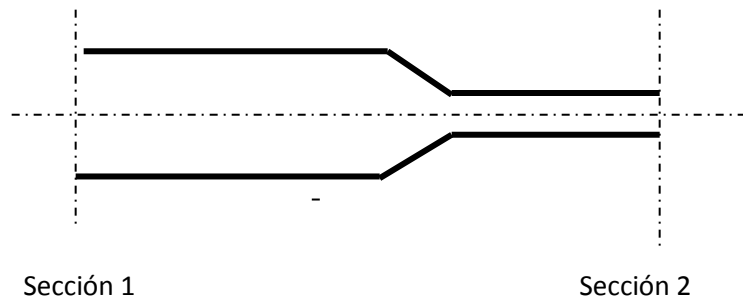
La velocidad del fluido es de 63,69  $\text{m}/\text{seg}$

**Análisis del resultado.**

El resultado indica que a través de la cañería de 0,0314  $\text{m}^2$  de sección, circulan 2  $\text{m}^3$  de fluido cada segundo a una velocidad de 63,69  $\text{m}/\text{seg}$

**Ejemplo 2.**

Por el siguiente conducto circula un caudal de  $1250 \text{ m}^3$  cada hora, conociendo que el diámetro de la cañería en la sección 1 es de 12 cm y en la sección 2 es de 8 cm. Calcular la velocidad del fluido en cada una de las secciones. El fluido es agua.



Aplicando el principio de continuidad tenemos:

$$Q_1 = Q_2$$

Y como tenemos como dato que el caudal es de  $1250 \text{ m}^3 / \text{h}$ , sustituimos la hora por 60 minutos y cada minuto por 60 segundos y obtenemos:

$$1 \text{ Hora} = 60 \text{ min} = 60 \times 60 \text{ seg} = 3600 \text{ seg}$$

Por lo tanto el caudal sería:

$$Q = 1250 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,347 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Y como el caudal es:

$$Q = V \cdot A$$

Teniendo como dato de partida el caudal nos faltaría conocer el área de la sección para poder determinar la velocidad. Como la cañería es de sección circular, el área de un círculo es:

$$A_c = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \text{ó} \quad A_c = \pi \cdot r^2$$

El área de la sección 1 por lo tanto será:

$$A_1 = 0,0113 \text{ m}^2$$

El área de la sección 2 será:

$$A_2 = 0,005 \text{ m}^2$$

Teniendo el valor del área de las secciones 1 y 2, volvemos a la ecuación de continuidad:

Por lo que:

$$Q_1 = V_1 \cdot A_1$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{0,347 \text{ m}^3/\text{seg}}{0,0113 \text{ m}^2} = 30,7 \text{ m}/\text{seg}$$

Realizando los mismos cálculos en la sección 2, obtenemos:

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{0,347 \text{ m}^3/\text{seg}}{0,005 \text{ m}^2} = 69,4 \text{ m}/\text{seg}$$

**Respuesta:**

La velocidad del fluido en la sección 1 es de 30,7 metros por segundo y en la sección 2 es de 69,4 metros por segundo.

**Análisis del resultado:**

Al realizar un análisis de este resultado comprobamos que se corresponde con lo planteado teóricamente, pues para que se cumpla la ecuación de continuidad es necesario que si disminuye el área de la sección aumente la velocidad del fluido.

### 3. DESARROLLO

- Determinar el caudal por el método volumétrico

#### PROCEDIMIENTO

Se describe a continuación el procedimiento para hallar el caudal por el método volumétrico.



#### METODO VOLUMETRICO.

- Con un pie de metro determine el diámetro de la boquilla.
- Vierta un litro de agua en el Cono de Marsh, colocando un dedo en la boquilla.
- Retire el dedo y con un cronómetro mida el tiempo que demora en vaciar.
- Repita el experimento empleando un litro de aceite vegetal comestible y un litro de jabón líquido.
- Anote los resultados obtenidos en una tabla.
- Determine la velocidad de vertido.
- Determine el caudal volumétrico.

**4. INSUMOS**

Materiales.	Unidad.	Cantidad.	# Alumnos.
Aceite vegetal	L	5	20
Toalla nova	rollo	5	20
Jabón líquido	L	5	20

**5. EQUIPAMIENTO**

Equipos.	CANTIDAD	N° MAX ALUMNOS
Cono de Marsh	1	20
Cronómetro	5	20
Pie de Metro.	5	20

**6. BIBLIOGRAFÍA.**

- Mecánica de Fluidos V. L. STREETER- B. WYLIE 1979 McGraw- Hill
- Mecánica Vol I M. ALONSO y E. J. FINN 1990 Addison- Wesley, Reading, Mass
- Física Universitaria SEARS- ZEMANSKY 1996 Addison- Wesley Iberoamericana
- Fundamentos De Física (Vol. 2) (6ª ED.) FAUGHN, JERRY S. y SERWAY, RAYMOND A.2005 Thomson Paraninfo, S.A. México
- Física General 4ª Edición ANTONIO MÁXIMO ¿ BEATRIZ ALVARENGA 2002Editorial Oxford
- Física, Parte I RESNICK AND HALLIDAY 2004 Editorial CECSA