

4.6

HIDRODINAMICA

**GRUPO 4**

**Asignatura:** Física Biomecánica

**Profesor:** Fernando Vega

**Autores:** Angie Johana Torres Pedraza

Andrea Viviana Rodríguez Archila

María Paola Reyes Gómez

**Fecha:** Mayo 19 /2014

## INTRODUCCION

### Teorema de Torricelli

Este teorema es una aplicación del principio de Bernoulli, el cual va a estudiar el flujo de un líquido contenido en un recipiente, a través de un pequeño orificio que está bajo la acción de la gravedad. Para el estudio de los fluidos se tienen que considerar entre otras cosas, la velocidad, la presión, el flujo y el gasto del fluido. También es necesario saber que el fluido es un líquido incomprensible, que es despreciable la pérdida de energía por viscosidad y que el flujo de los líquidos es en régimen estable, es decir, que su velocidad es en cierto punto, independiente del tiempo.

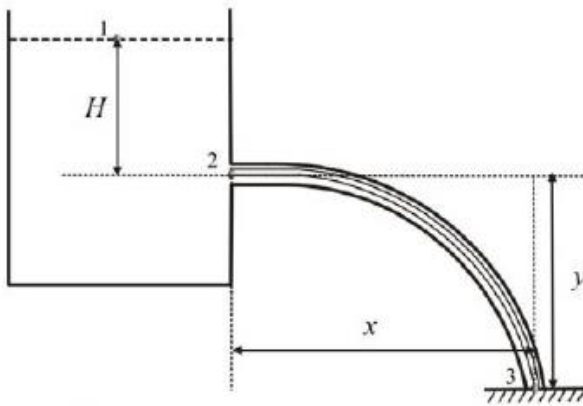


Figura 2. Chorro descargado a través de un orificio.

Supongamos que existe un orificio en la pared de un tanque con fluido que tiene una presión interior. Por esta presión interior, en el orificio se producirá una descarga de agua, evidentemente, entre mayor sea el orificio, mayor será la descarga, y a mayor profundidad, mayor será su presión. La velocidad del fluido va a ser en cada posición distinta. De hecho, las líneas de corriente en el tanque hacen que en el orificio el vector velocidad tenga encada punto

una componente radial hacia el eje. El conjunto de estas componentes hacen que la sección del chorro se reduzca en cierta medida tras pasar el orificio, hasta que las componentes radiales se contrarrestan entre sí. La zona del chorro en la que la sección es mínima se designa como vena contracta.

Al observar la figura anterior, se ve que la carga H sobre el orificio se mide del centro del orificio a la superficie libre del líquido. Se supone que la carga permanece constante y que el depósito está abierto a la atmósfera. La ecuación de Bernoulli, aplicada desde un punto 1 en la superficie libre hasta el centro de la vena contracta, punto 2, establece que:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2$$

En este caso, las presiones  $p_1$  y  $p_2$ , son iguales a la presión atmosférica local que se toma como referencia. Generalmente, la velocidad en la superficie libre,  $v_1$ , es suficientemente pequeña, dada la gran sección del depósito, para poder despreciarla frente al resto de términos. Con todo esto, la ecuación (1), se escribe como

$$H = \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gH}$$

## MATERIALES Y METODOS

En la práctica se utilizó el vaso de Torricelli el cual es un recipiente alto y con 10 orificios a un costado, este se usa para comprobar la teoría mencionada anteriormente. Primero se midieron las longitudes  $h$  entre el borde del agua inicial y cada agujero y las longitudes  $H$  entre cada agujero y el vidrio de la cubeta de agua. Luego se llenó el vaso y se destapo el orificio de menos altura y se midió el alcance máximo  $R$  de agua que sale; siguiendo el mismo proceso se llenó la tabla con 6 orificios, para así hallar la velocidad de salida del fluido en cada orificio y con estos datos se realizó la gráfica de velocidad como función de la raíz cuadrada de la profundidad.

## RESULTADOS

Todos los datos obtenidos se encuentran con unidades de metro. El número de los agujeros desde 1 hasta 6, es referente desde la posición que se encuentra en la base del recipiente que corresponde a 1.

Agujero	Profundidad (h)	Altura (H)	Alcance R	Velocidad T	Velocidad MP
1	0,23	0,18	0,41	2,12	2,15
2	0,21	0,21	0,40	2,02	2,03
3	0,18	0,23	0,38	1,87	1,85
4	0,16	0,26	0,37	1,77	1,60
5	0,14	0,28	0,36	1,65	1,56
6	0,11	0,31	0,34	1,47	1,36

Tabla de datos de velocidad de Torricelli (T) y velocidad de movimiento semi-parabólico (MP)

Cálculos:

- Ecuación de movimiento parabólico  $\frac{R}{\sqrt{\frac{2H}{g}}}$
- Ecuación de Torricelli  $\sqrt{2gh}$
- Gravedad:  $9.79 \frac{m}{s^2}$

m/s

Velocidades obtenidas a partir de movimiento parabólico:

$$\frac{0.41}{\sqrt{\frac{2 * 0.18}{9.79}}} = 2.15 \frac{m}{s}$$

$$\frac{0.37}{\sqrt{\frac{2 * 0.26}{9.79}}} = 1.60 \frac{m}{s}$$

$$\frac{0.40}{\sqrt{\frac{2 * 0.21}{9.79}}} = 2.03 \frac{m}{s}$$

$$\frac{0.36}{\sqrt{\frac{2 * 0.28}{9.79}}} = 1.56 \frac{m}{s}$$

$$\frac{0.38}{\sqrt{\frac{2 * 0.23}{9.79}}} = 1.85 \frac{m}{s}$$

$$\frac{0.34}{\sqrt{\frac{2 * 0.31}{9.79}}} = 1.36 \frac{m}{s}$$

Velocidades de Torricelli:

$$\sqrt{2 * 9.79 * 0.23} = 2.12 \frac{m}{s}$$

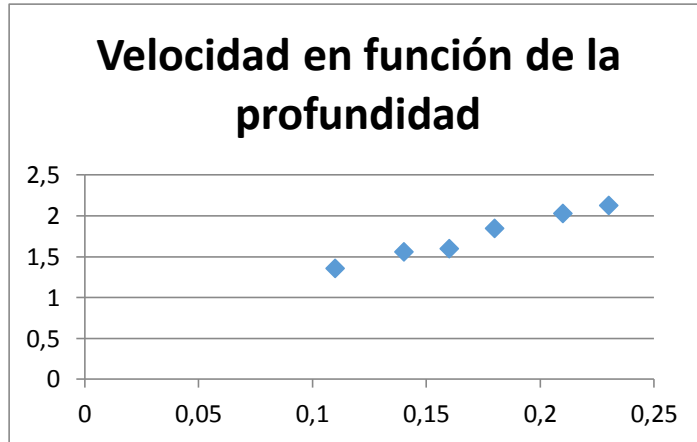
$$\sqrt{2 * 9.79 * 0.16} = 1.77 \frac{m}{s}$$

$$\sqrt{2 * 9.79 * 0.21} = 2.02 \frac{m}{s}$$

$$\sqrt{2 * 9.79 * 0.14} = 1.65 \frac{m}{s}$$

$$\sqrt{2 * 9.79 * 0.18} = 1.87 \frac{m}{s}$$

$$\sqrt{2 * 9.79 * 0.11} = 1.47 \frac{m}{s}$$

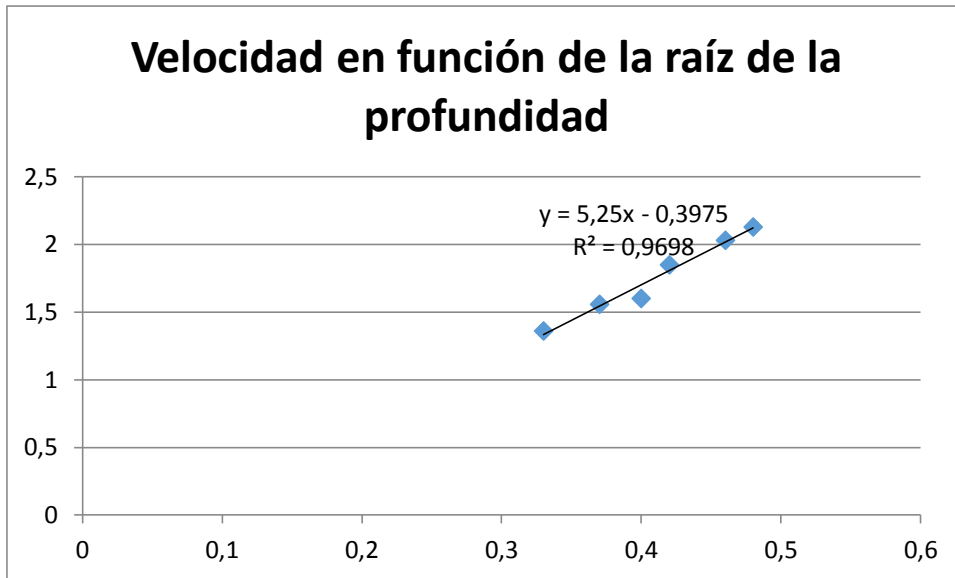


Gráfica de magnitud de velocidad de movimiento semi - parabólico como función de la profundidad del orificio.

Profundidad (h)	$\sqrt{\text{profundidad}}$	Velocidad MP
0,23	0,48	2,13
0,21	0,46	2,03
0,18	0,42	1,85
0,16	0,40	1,60
0,14	0,37	1,56
0,11	0,33	1,36

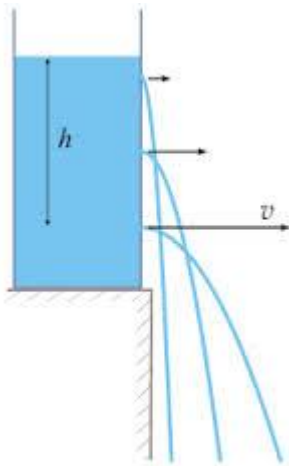
¿UNIDADES?

Tabla de datos de velocidad del movimiento semi- parabólico y la raíz cuadrada de la profundidad



Gráfica de magnitud de velocidad de movimiento semi - parabólico como función de la raíz cuadrada profundidad del orificio.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS



La hidrodinámica es entendida como el movimiento que adquieren los líquidos al salir de los vasos que los contienen y se puede comprobar por la fuerza de la presión ejercida unida a una presión mecánica. Dentro de la hidrodinámica está la ley de Torricelli (Rico, 1856).

Como se puede observar en la tabla de datos, se cumple la ley de Torricelli, la cual plantea que cuando los líquidos salen de los vasos que los contienen por solo la presión que ellos ejercen en el orificio de salida, la velocidad que adquieren al salir es proporcional con la profundidad de la masa líquida encerrada en el vaso (Rico, 1856).

Por su parte se puede observar que la altura es inversamente proporcional con la velocidad debido a que un cuerpo cuando se eleva contra la gravedad recobra en su caída la misma velocidad que tiene su movimiento ascendente, siendo esta altura aproximada la del nivel de líquido contenido en el depósito sobre la apertura de salida (Aguilar, 1986).

## CONCLUSIONES

-Se comprobó que la velocidad con que un fluido se vacía desde un recipiente abierto a través de un orificio lateral es proporcional a la raíz cuadrada de la altura del fluido sobre el orificio.

-Se dedujo que la velocidad de vaciado del recipiente depende solamente de la diferencia de elevación entre la superficie libre del fluido y la salida donde se encuentra ubicado el

orificio de descarga, ya que entre más cercano el orificio a la base del recipiente sale con mayor velocidad el agua.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Introducción: [http://www.academia.edu/4530546/teorema de torricelli](http://www.academia.edu/4530546/teorema_de_torricelli)
- <http://www.slideshare.net/xLTNxDarkrose/teorema-de-torricelli-14987148>
- [http://www.unioviedo.es/Areas/Mecanica.Fluidos/docencia/\\_asignaturas/mecanica de fluidos minas/lp5.pdf](http://www.unioviedo.es/Areas/Mecanica.Fluidos/docencia/_asignaturas/mecanica_de_fluidos_minas/lp5.pdf)
- <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/torricelli.htm>
- Rico. M. Et al. (1856).Manual de física y elementos de química. Madrid.
- Aguilar. J. et al. (1986). Cuestiones de física. Barcelona.