

# MEDIDORES DE CAUDAL

## **I.1.INTRODUCCIÓN**

El aparato de medida del caudal se ha diseñado para acostumbrar a los estudiantes a los métodos habituales de medir la descarga de un fluido incompresible, y a la vez presentar aplicaciones de la ecuación de energía de flujo permanente o estacionario (ecuación de Bernoulli). La descarga se determina utilizando un medidor de Venturi, un medidor de orificio y un rotámetro. Las pérdidas de carga asociadas a cada medidor se determinan y comparan, así como aquellas surgidas de una ampliación súbita y un codo de 90 grados. La unidad está diseñada para su uso con el banco hidráulico TecQuipment H1 (TecQuipment, 2010, p3).

## **I.2.OBJETIVO**

- Estudiar las características y aplicaciones de varios dispositivos para medir flujos (Venturímetro y Orificio).
- Calcular la tasa volumétrica de agua a partir de la diferencia de presión tanto del Venturi como del orificio.
- Comparar entre las tasas de flujo volumétricas teóricas y experimentales por medio del concepto del coeficiente de descarga.
- Conocer cómo trabaja el rotámetro.

### I.3.EQUIPO

TecQuipment H10 Flow Measurement, TecQuipment Hydraulic Bench, H1, thermometer.



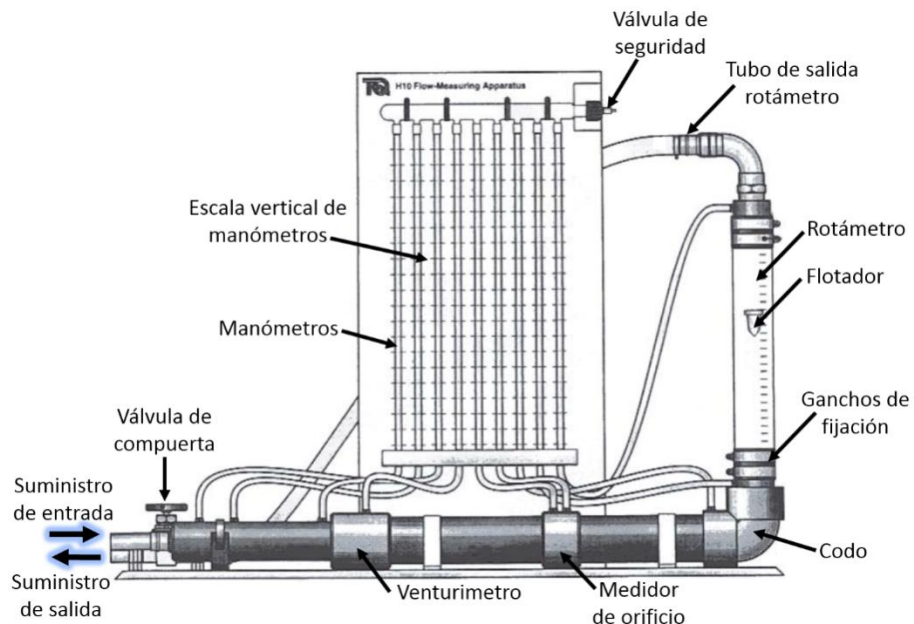
Fuente: Propia

**Fig. 1 Equipo para medir el caudal**

### Descripción de la instalación

El agua entra del banco hidráulico a través de un Venturi Perspex el cual está conformado por una sección convergente graduada seguido por una garganta y una sección larga gradualmente divergente. Después de un cambio de sección transversal a través de una sección rápidamente divergente, el flujo continúa a lo largo de una longitud de desarrollo y pasa a través de un medidor de orificio Fig. 1 (TecQuipment, 2010, p4).

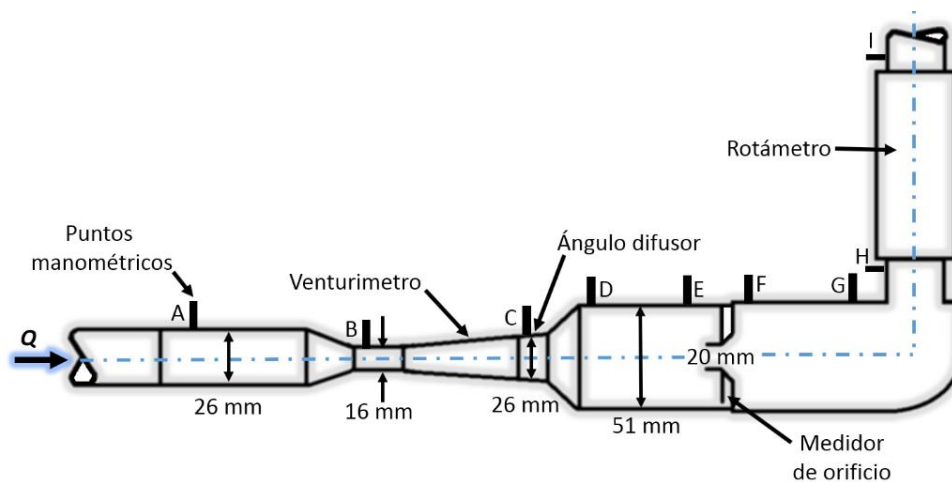
Siguiendo por una longitud de desarrollo y una curva en ángulo recto, el flujo entra al rotámetro. Este consiste en un tubo transparente en el que un flotador ocupa una posición de equilibrio. La posición de este flotador es una medida de la tasa del flujo, las partes del montaje se presentan en la Fig. 1a.



Fuente: [www.tequipment.com/Datasheets/H10\\_1110.pdf](http://www.tequipment.com/Datasheets/H10_1110.pdf)

**Fig. 1a Equipo para medir el caudal**

Después del rotámetro el agua retorna al banco hidráulico por medio de una válvula al tanque volumétrico. El equipo consta de nueve tomas de presión como se muestra en la Fig. 2 cada una de las cuales está conectada a su propio manómetro para su lectura (TecQuiment, 2010, p5).



Fuente: <http://bc.inter.edu/facultad/omeza/3110/Annex-Lab4.docx>

**Fig. 2 Diagrama esquemático del montaje**

#### **I.4.Instalación y Preparación**

1. Para ajustar el flotador del rotámetro quite la tuerca de soporte de la válvula de control, el ensamblaje de abrazadera en U superior, y los ganchos del tubo en el fondo. Posicione el flotador y vuelva a montar.
2. Conecte la manguera de suministro del banco hidráulico a la entrada del medidor Venturi y asegure con los ganchos de la manguera. Conecte una manguera a la válvula de control de la salida y déjela libre en el banco.
3. Con la válvula de purga de aire cerrada, cierre la válvula del aparato completamente, luego ábrala aproximadamente a 1/3. Encienda el banco y lentamente abra su válvula hasta que el agua comience a fluir, permita al aparato llenarse con agua y entonces abra completamente la válvula del banco. Cierre la válvula del aparato completamente. Asegúrese de que todos los manómetros estén en aproximadamente 280 mm. Desaloje el aire atrapado de los manómetros con unos golpecitos suaves con los dedos. Compruebe que los niveles de agua son constantes. Un aumento constante de los niveles se verá si la válvula de purga tiene fugas (TecQuipment, 2010, p5).

#### **I.5.MARCO TEÓRICO**

Para flujo estacionario adiabático de un fluido incompresible a lo largo de un tubo de corriente como el mostrado en la Fig. 3, la ecuación de Bernoulli puede ser escrita de la forma:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{\vec{V}_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\vec{V}_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta H_{1-2} \quad (1)$$

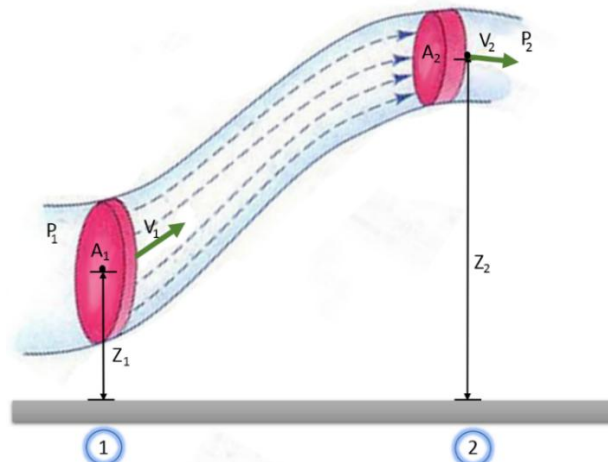
Donde:

$$\frac{P_1}{\rho g} = \text{Termino de carga hidrostática.}$$

$$\frac{\bar{V}_1^2}{2g} = \text{Termino de carga cinética } (\bar{V} \text{ es la velocidad media es decir la relación entre la descarga volumétrica y el área de la sección transversal del tubo}).$$

$$Z = \text{Termino de la carga potencial}$$

Las pérdidas de carga  $\Delta H_{1-2}$  pueden ser asumidas como surgimiento a consecuencia de vórtices en la corriente. Debido a la viscosidad del fluido se tiene un esfuerzo cortante en las paredes y se debe aplicar una fuerza de presión para superarlo. El consecuente aumento en el flujo de trabajo aparece como energía interna creciente. Adicionalmente, debido a la viscosidad del fluido el perfil de velocidad en cualquier sección no es uniforme. La energía cinética por unidad de masa en cualquier sección es entonces mayor que  $V^2/2g$  y la ecuación de Bernoulli evalúa incorrectamente este término. La mecánica de fluidos se implica en todo, pero los problemas simples de flujo interno son muy complejos para permitir que las pérdidas de carga  $\Delta H$  sean obtenidas por otros medios que no sean experimentales (TecQuipment, 2010, p7).



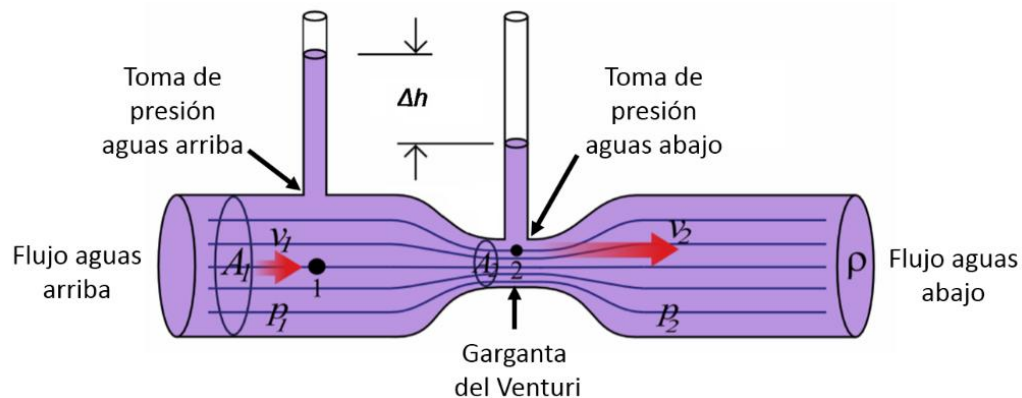
Adaptado de: <http://fisica-samuelguevara.blogspot.com/2008/10/ecuacion-de-continuidad.html>

**Fig. 3 Ecuación de energía para flujo estacionario**

### I.5.1. MEDIDOR VENTURI

En el Venturímetro el fluido se acelera a través de un cono convergente de ángulo entre  $15^\circ$  y  $20^\circ$  y la diferencia de presión entre el lado aguas arriba del cono y la garganta es medida y da la señal para la tasa de flujo.

El fluido se ralentiza en un cono con un ángulo pequeño ( $5-7^\circ$ ) donde la mayor parte de la energía cinética se convierte en energía de presión. Para un análisis de la línea de energía y de la línea de gradiente hidráulico es claro que en la zona de garganta del Venturi en donde ocurre la mayor caída del gradiente hidráulico (JU, 2009, p2).



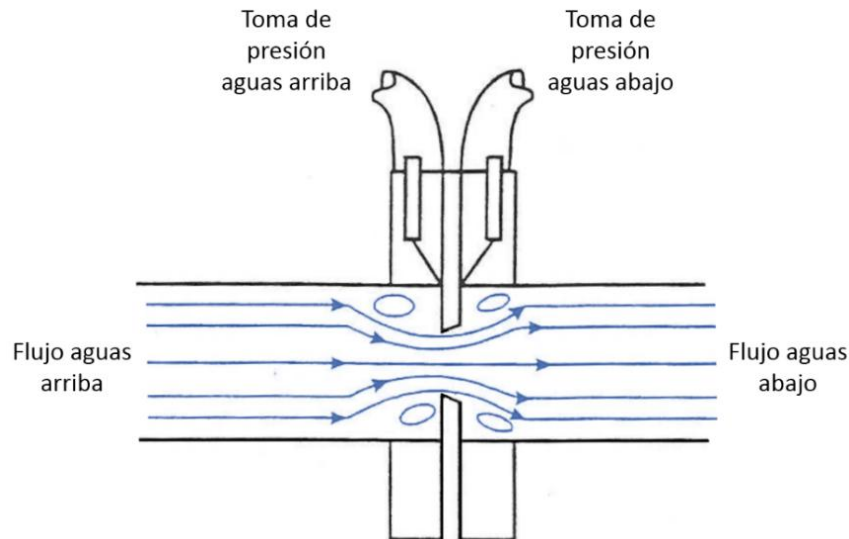
Adaptado de: <http://www.fullmecanica.com/images/stories/t/TUBO%20DE%20VENTURI%2002.JPG>

**Fig. 4 Medidor Venturi**

### I.5.2. ORIFICIO

El orificio consiste en una placa tipo disco (o anillo) que se coloca transversalmente a la dirección del flujo, haciendo que el flujo se acelere antes del orificio. Luego de que el flujo pasa el anillo o contracción, la vena líquida

presenta una sección transversal menor que la del orificio del anillo y allí el flujo alcanza su máxima velocidad y su menor gradiente hidráulico (JU, 2009, p3).



Adaptado de: <http://bc.inter.edu/facultad/omeza/3110/Annex-Lab4.docx>

**Fig. 5 Construcción del medidor de orificio**

## **I.6.PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Abra la válvula del aparato hasta que el rotámetro muestre una lectura de 10mm aproximadamente. Cuando se tenga flujo estacionario mida el caudal. Durante este periodo registre las lecturas de los manómetros en una tabla de la forma como se muestra en la Fig.6. Repita este procedimiento para un número de valores equidistantes de lecturas del rotámetro hasta un máximo de aproximadamente 220 mm.

| No | Niveles Manométricos (mm) |   |   |   |   |   |   |   | Rotámetro<br>cm | Volumen<br>L | T<br>sec | Q (L/s) |                |                  |           | H/cabeza dinámica de energía |                 |                  |           |
|----|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|--------------|----------|---------|----------------|------------------|-----------|------------------------------|-----------------|------------------|-----------|
|    | A                         | B | C | D | E | F | G | H |                 |              |          | I       | Venturi<br>(8) | Orificio<br>(11) | Rotámetro | Caudal                       | Venturi<br>(13) | Orificio<br>(14) | Rotámetro |
|    |                           |   |   |   |   |   |   |   |                 |              |          |         |                |                  |           |                              |                 |                  |           |

Fig. 6 Tabla de resultados

Adaptado de: <http://facultad.bayamon.inter.edu/omeza/3110/Annex-Lab4.docx>

## I.7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- Calcule el coeficiente de descarga tanto para el medidor Venturi como para el orificio para cada tasa de flujo.
- Calcule el número de Reynolds para cada tasa de flujo.
- Haga una gráfica del coeficiente de descarga vs Re tanto para el tubo Venturi como para la placa de orificio.
- Verifique la exactitud del rotámetro
- ¿Cómo opera el rotámetro?
- Establezca las diferencias entre el medidor Venturi y el orificio teniendo en cuenta exactitud, pérdida de presión, recuperación de presión, costo, espacio.
- Comente los resultados obtenidos en el laboratorio (datos, cálculos, gráficos)

## I.8. BIBLIOGRAFÍA

Duarte A, C.A. (2011) "Mecánica de Fluidos e Hidráulica", Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería civil y Agrícola.

H10 Flow Measurement, Lecture 04, Annex - Theory, <http://facultad.bayamon.inter.edu/omeza/3110/Annex-Lab4.docx> , recuperado el 5 de agosto de 2011.

FLOW MEASUREMENT (2009), Universidad de Jacksonville (JU), Recuperado de: <http://fetweb.ju.edu.jo/ME/courses/labs/measurements/labsheet/Experiment%20No%204%20flow%20measurements.pdf>. Fecha de recuperación: 8 de septiembre de 2011.

H10 Flow Measurement. TecQuipment, (2010). Recuperado de: [http://www.dcu.ie/sites/default/files/mechanical\\_engineering/pdfs/manuals/H10%20Flow%20Measurement.pdf](http://www.dcu.ie/sites/default/files/mechanical_engineering/pdfs/manuals/H10%20Flow%20Measurement.pdf). Fecha de recuperación: 5 de agosto de 2011.