



# Determinación de aforo de bombas

Sergio Ordóñez<sup>1</sup>, Jorge Cifuentes<sup>2</sup>

[sergioandres2191@gmail.com](mailto:sergioandres2191@gmail.com)

[researchnano20@gmail.com](mailto:researchnano20@gmail.com)

1 Cursante de Maestría en Energía y Ambiente, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 01012

2 Catedrático de Maestría en Energía y Ambiente, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 01012

## Abstract

Today is vitally important, learn and understand how the flow within a hydraulic system is measured, in this case the exclusive study of the hydraulic pumps will. In general it is necessary to know certain parameters in order to have essential information for proper operation and measurement of a system, such as pressure, height, diameter, in addition to its logical achievements, flow and flow rate. As for the flow noteworthy that obtaining this lies and varies by certain factors. These factors establish a virtue as they can be obtained so, empirical, scientific and experimental as it were, so will compete in two primary divisions, varieties practically and theoretically. Such forms are determined under the method called flow gauging methods. These methods are usually many and varied, include the following which are the main ones are volumetric and equations.

**.Keyword: hydraulics, pumps, capacity, study.**

## Resumen

En la actualidad es de vital importancia, conocer y comprender como el flujo dentro de un sistema hidráulico es medido, para este caso se hará el estudio exclusivo de las bombas hidráulicas. En general es necesario conocer determinados parámetros para poder contar con información esencial para el correcto funcionamiento y medición de un sistema, tales como: presión, altura, diámetro, además de sus consecuciones lógicas, caudal y velocidad de flujo. En cuanto al caudal cabe destacar, que la obtención de este radica y varía por determinados factores. Dichos factores establecen una virtud ya que pueden ser obtenidos de manera, empírica, científica y experimental por así decirlo, por lo cual se competen en dos divisiones primarias, obtenciones de manera práctica y de manera teórica. Dichas formas son determinadas bajo los métodos denominados métodos de aforo de caudal. Estos métodos son por lo general diversos y variados, cabe mencionar los siguientes que son los principales que son volumétricos y por ecuaciones.

**Palabras clave: hidráulica, bombas, aforo, estudio.**



## Introducción

La hidráulica es una ciencia de vital importancia en las actividades que se realizan, se enfocara el estudio a bombas que su funcion es convertir energía mecánica en hidráulica. Esta energía adicional permite transmitir un fluido de un lugar a otro cuando no es factible que fluya por gravedad, elevarlo a cierta altura sobre la bomba o recircularlo en un sistema cerrado. La hidráulica es una modalidad que se a adoptado en el desarrollo de las sociedades, porque a diario se utiliza para vencer ciertos obstaculos y desarrollar diferentes actividades.

Agunas de las actividades que en las cuales se utiliza la hidráulica es por ejemplo en Guatemala la irrigación de cultivos ya que es una de las actividades que generan mas ingresos y deben desarrollarse de la mejor forma, asi mismo para la distribuion de agua a las distintas comunidades en donde es indispensable este vital liquido y se hace uso de algunos dispositivos, en los que se encuentra una bomba hidráulica.

## Marco teórico

### 1.) Aforo Volumétrico

Este método se aplica cuando la corriente o vertimiento presenta una caída de agua en la cual se pueda interponer un recipiente; se requiere los siguientes instrumentos:

- 1 cronómetro
- un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1 L, o recipiente de 55 galones con graduaciones de 1 a 5 galones).

Se utiliza un balde para caudales bajos o una caneca cuando se deban manejar grandes caudales.

El recipiente debe ser colocado bajo la corriente o vertimiento de tal manera que reciba todo el flujo; simultáneamente se

activa el cronómetro. Este proceso inicia en el preciso instante en que el recipiente se introduce a la corriente o vertimiento y se detiene en el momento en que se retira de ella. Se toma un volumen de muestra cualquiera dependiendo de la velocidad de llenado y se mide el tiempo transcurrido desde que se introduce a la corriente o vertimiento hasta que se retira de ella. El caudal se calcula de la siguiente manera:

$$Q = V/t$$

Dónde:

Q = Caudal en litros por segundo, L/s

V = Volumen en litros, L

t = Tiempo en segundos, s

Este método tiene la ventaja de ser el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen



de agua que sale por la corriente o vertimiento; se debe evitar la pérdida de muestra en el momento de aforar, así como represamientos que permitan la acumulación de sólidos y grasas. Este método es de fácil utilización en el caso que el suelo donde se disponga la caneca sea firme y no permite que esta se hunda o se mueva. Dentro de los principales problemas que se pueden presentar es la manipulación de las canecas por su peso exagerado.

## 2.) Aforo por fórmulas

### 2.1) Corrientes verticales (chorros verticales).

Si la corriente se puede desviar hacia una tubería de manera que descargue sometida a presión, el caudal se puede calcular a partir de mediciones del chorro. Si la tubería se puede colocar de manera que la descarga se efectúe verticalmente hacia arriba, la altura que alcanza el chorro por encima del extremo de la tubería se puede medir y el caudal se calcula a partir de una fórmula adecuada. Es asimismo posible efectuar estimaciones del caudal a partir de mediciones de la trayectoria desde tuberías horizontales o en pendiente y desde tuberías parcialmente llenas, pero los resultados son en este caso menos confiables.

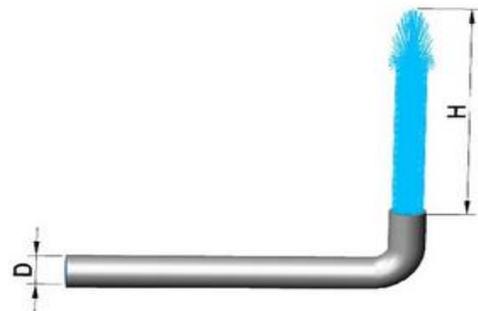


$$Q = 5,47D^{1,25} H^{1,35} (1)$$

Donde:

Q en metros cúbicos por segundo; D y H en metros.

- Si  $H < 0,4 D$  utilícese la ecuación (1)
- Si  $H > 1,4 D$  utilícese la ecuación (2)
- Si  $0,4D < H < 1,4D$  calcúlense ambas ecuaciones y tómesese la media.



$$Q = 3,15D^{1,99} H^{0,53} (2)$$

### 2.2.) Chorros horizontales:

Para este caso en particular hay 2 casos en el cual se pueden calcular, ya que es posible hacer el cálculo aproximados del caudal que es descargado libremente por una tubería, midiendo las longitudes en las direcciones X, Y del chorro, una vez ha dejado la tubería como se muestra a continuación:



**Caso #1:**

Para aplicar este método es necesario que la tubería de descarga esté perfectamente horizontal y construir una regla como la que se muestra en el esquema.

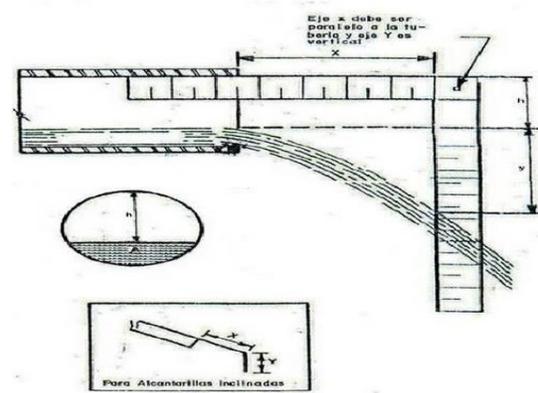


La característica de esta regla es que uno de sus lados debe medir 25 cm., mientras que por el otro lado se traza una escala en cm. para facilitar las lecturas. La medición se realiza desplazando la regla por la parte superior del tubo hasta que la parte inferior roce el chorro de agua que sale del tubo. En ese momento se lee en el lado que está sobre el tubo la distancia que alcanza el chorro y conociendo el diámetro del tubo mediante la tabla se determina el caudal.

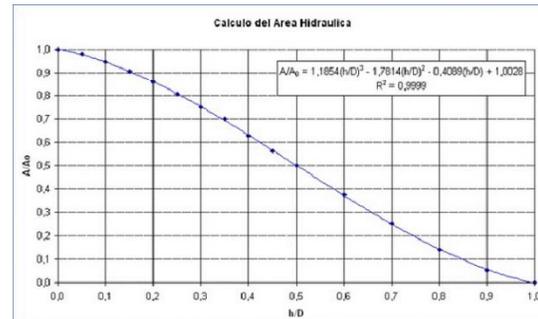


Distancia en cm.	Diámetro de la tubería en mm						
	50	75	100	125	150	200	250
	Caudal en litros / segundo						
5	0,4	1	1,8	2,7	4	7	11
7,5	0,7	1,5	2,6	4,1	5,1	10,6	16,5
10	0,9	2	3,5	5,5	7,9	14,1	22
12,5	1,1	2,5	5,4	6,9	9,9	17,6	27,4
15	1,3	3	5,3	8,3	11,8	21,2	33
17,5	1,5	3,5	6,2	9,6	13,9	24,6	38,6
20	1,8	4	7	11	15,8	28,2	44
22,5	2	4,4	7,9	12,4	17,8	31,6	49,5
25	2,2	4,9	8,8	13,8	19,8	35,2	55
27,5	2,4	5,4	9,7	15,1	21,9	38,6	60,5
30	2,6	5,9	10,6	16,5	23,7	42,3	66
32,5	2,8	6,4	11,5	17,9	25,8	45,8	71,5
35	3,0	6,9	12,4	19,2	27,7	49,4	77,0
37,5	3,3	7,4	13,2	20,6	29,7	52,8	82,5
40	3,5	7,9	14,2	22,0	31,7	56,4	88,0
42,5	3,7	8,4	14,9	23,4	33,6	60,0	83,5
45	4,0	8,9	15,7	24,8	35,7	63,5	99,0
47,5	4,2	9,4	16,7	26,1	37,6	67,0	105
50	4,4	9,9	17,7	27,5	39,6	70,5	110
52,5	4,6	10,4	18,5	28,9	41,6	74,0	116
55	4,8	10,9	19,4	30,2	43,6	77,5	121
57,5	5,0	11,4	20,2	31,6	45,5	81,0	127
60	5,3	11,9	21,2	33,0	47,5	84,5	132

**Caso #2:**



Después de medido los valores de X, Y se procede a medir el área Hidráulica (A) utilizando la siguiente grafica:



- h/D | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 | 0,300 | 0,350 | 0,400 | 0,450 | 0,500 | 0,600 | 0,700 | 0,800 | 0,900 | 1,000 |
- A/A0 | 1,000 | 0,981 | 0,948 | 0,905 | 0,858 | 0,805 | 0,750 | 0,699 | 0,627 | 0,564 | 0,500 | 0,375 | 0,253 | 0,142 | 0,052 | 0,000 |

Dónde:

D = Diámetro de la Tubería (cm)

A0 = Área Total de la Tubería (cm<sup>2</sup>)

h = Borde Libre (cm)

A = Área Hidráulica (cm<sup>2</sup>)

Con los valores anteriores se calcula el valor del caudal con la siguiente ecuación:

$$Q \left( \frac{L}{s} \right) = \frac{0.0221 * A * X}{\sqrt{Y}}$$



0.0221 = factor de conversión  
A = Área Hidráulica en  $\text{cm}^2$   
X = Valor de Abscisa en cm.  
Y = Valor de la ordenada en cm.

Comisión nacional de agua (2007),  
MANUAL DE AGUA POTABLE,  
ALCANTARILLADO Y  
SANEAMIENTO (2007), ISBN: 978-968-  
817-880-5

### **Procedimiento:**

1. Revisar el equipo a trabajar, verificando la cantidad de agua que sale de la bomba
2. Cebiar la tubería y comenzar lentamente a poner en marcha el sistema; esperar hasta que alcance la presión requerida.
3. Medir 5 veces el tiempo que le toma llenar la cubeta.
4. Para el siguiente método hay que medir la altura en “y” a la cual se encuentra el líquido, es decir, la altura donde está la tubería. Para la coordenada en “x” se debe dejar correr el agua y observar hasta donde llega la misma.

### **Referencias**

Leal Leonel, (2011). AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO PARA AHORRO DE ENERGÍA (Tesis licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala). Recuperada de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0765\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0765_EA.pdf)

Coello Santamaría, Aníbal Javier (2012), TIPOS DE AFORAMIENTO (Artículo de universidad nacional de Chimborazo, facultad de ingeniería). Recuperada de <https://es.scribd.com/doc/81395447/TIPOS-DE-AFORO>.

Festo (2014), ACTIVATING AND CONTROLLING EFFICIENTLY, Recuperado de [https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/241647/EEF\\_V01\\_es\\_M.pdf](https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/241647/EEF_V01_es_M.pdf)