

MANUAL DE LABORATORIO HIDRÁULICA

PRÁCTICA 1 AFORO POR MOLINETE

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERIA
CIVIL



Universidad
Industrial de
Santander



Contenido

Laboratorio 1. AFORO POR MOLINETE	3
1. Marco Teórico:	3
1.1. Molinetes o correntómetros	3
1.2. Distribución de velocidades en una sección del canal	4
1.3. Aforo de corrientes	4
2. Objetivos.....	5
3. Procedimiento	5
4. Equipo utilizado	5
5. Datos	6
6. Calculo tipo	6
8. Observaciones y Conclusiones.....	8
9. Referencias Bibliográficas.....	8
<i>Ecuación 1</i>	<i>3</i>
<i>Ecuación 2</i>	<i>3</i>
<i>Ecuación 3.....</i>	<i>4</i>
<i>Ecuación 4.....</i>	<i>4</i>
<i>Ilustración 1: Perfil de velocidad</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 1: Datos</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2: Resultados.....</i>	<i>7</i>

Laboratorio 1. AFORO POR MOLINETE

1. Marco Teórico:

1.1. Molinetes o correntómetros

Son instrumentos utilizados para la medición de caudales en canales mediante la medición de las velocidades del flujo en diferentes puntos ubicados en una sección recta del canal y a diferentes profundidades. Los correntómetros consisten en una varilla que tiene en un extremo una hélice y en el otro se encuentran conectados los cables terminales del dispositivo contador de revoluciones; el tipo de tornillo empleado en la hélice es bastante sensible y similar el usado en las grandes hélices de otros aparatos. La medición se basa en el cronómetro y el contador de revoluciones; el tipo de tornillo utilizado en la hélice es bastante sensible y similar al usado en las grandes hélices de otros aparatos. La medición se basa en el cronómetro y el contador de revoluciones del instrumento, con estos valores de tiempo y revoluciones puede hallarse el parámetro N (número de revoluciones por unidad de tiempo) y con la ayuda de la ecuación de características del molinete se puede calcular la velocidad del fluido en cada punto de medición.

El molinete debe colocarse verticalmente y el valor de N están dados por:

$N_i = \sum_{j=1}^n \frac{n_j}{N_m t}$	<i>Ecuación 1</i>
--	-------------------

Donde:

i : i -ésimo punto de medición.

n_j : número de revoluciones en el punto j leído del molinete.

N : Revoluciones por minuto.

N_m : Es el número de lecturas tomadas en el punto i .

t : tiempo de medición de las revoluciones usualmente 40 segundos.

Si $N < 4$ entonces la velocidad puede ser calculada por:

$V = 0.0585 * N + 0.030$	<i>Ecuación 2</i>
--------------------------	-------------------

$N > 4$ la velocidad se calcula:

$V = a + b * N$	<i>Ecuación 3</i>
-----------------	-------------------

Para el caso de $N=0$ se tiene que $V=0$, este caso ocurre en la pared del canal donde los efectos viscosos ocasionan una velocidad en la frontera sólida de cero, para esta condición $V=a$ para el molinete usado en el laboratorio se tiene[1]:

$V = 0.044 \frac{m}{s}$	<i>Ecuación 4</i>
-------------------------	-------------------

1.2. Distribución de velocidades en una sección del canal

Debido a la presencia de la superficie libre y la fricción a lo largo de las paredes del canal, las velocidades en un canal no están uniformemente distribuidas en la sección. La máxima velocidad medida en canales normales a menudo ocurre por debajo de la superficie libre a una distancia de 0.05 a 0.25 de la profundidad del flujo. La distribución de velocidades en una sección del canal depende de factores, como la forma de la sección transversal, rugosidad del canal y la presencia de curvas. En una corriente ancha, rápida y poco profunda o en un canal muy liso, la velocidad máxima por lo general se encuentra muy cerca de la superficie libre. La rugosidad del canal causa un incremento en la curvatura de la línea de distribución vertical de velocidades. En los cambios de dirección de un fluido, la velocidad se incrementa de manera sustancial en el lado convexo de la curva, debido a la acción centrífuga del flujo.

Los efectos de la interfase agua aire en la superficie del canal no ejercen una influencia grande en la distribución de velocidades en el canal debido a que las variaciones en el sentido lateral a la dirección del fluido son pequeñas comparadas con las variaciones de velocidad en el sentido vertical y longitudinal. Esta apreciación permite la simplificación del problema a dos dimensiones sin comprometer la exactitud de los cálculos de velocidades en un canal.

1.3. Aforo de corrientes

De acuerdo con el procedimiento para el aforo de corrientes de la U.S. Geological Survey, la sección transversal del canal se divide en franjas verticales por medio de un número de verticales sucesivas y las velocidades medias en las verticales se establecen midiendo la velocidad a 0.6 m. de la profundidad en cada vertical cuando el valor del agua es menor de 0.6 m. o tomando el promedio de las velocidades a 0.2 m y 0.8 m. de la profundidad, cuando la cota del agua es mayor de 0.6 m. el promedio de las velocidades medidas en dos verticales da el caudal a través de esa franja vertical de sección transversal. La suma de los caudales a través de

todas las franjas es el caudal total; la velocidad media de toda la sección es, por consiguiente, igual al caudal total dividido por el área completa[2].

2. Objetivos

- 1) Determinar el caudal en el canal mediante el uso de la metodología propuesta por el U.S. Geological Survey utilizando el medidor y compararlo con el medio en el laboratorio a través de un medidor de flujo ubicado a la entrada del canal.
- 2) Conocer las partes y el funcionamiento del medidor de velocidad electromagnético
- 3) Identificar posibles fuentes de error en el desarrollo del laboratorio.

3. Procedimiento

- Encender la bomba para que fluya el agua por el sistema y esperar hasta que el flujo se estabilice.
- Tomar la altura de la lámina y sumergir el molinete verticalmente de manera que el medidor de velocidad electromagnético quede enfrentado al flujo y a la profundidad determinada anteriormente desde el fondo del canal hasta el eje horizontal de este.
- Modificar la lectura del eje del molinete respecto al fondo del canal y tomar lecturas, esto se hace para tres o cuatro posiciones del eje.
- Los tres pasos anteriores deben repetirse para los tres puntos elegidos anteriormente.

4. Equipo utilizado

Medidor de velocidad electromagnético

Regla o metro

Canal rectangular de vidrio

Medidor de flujo electromagnético

Sistema de bombeo

5. Datos

	Toma 1		Toma 2		Toma 3	
	Y (0,2 0,6 y 0,8) (cm)	V (m/s)	Y (0,2 0,6 y 0,8) (cm)	V (m/s)	Y (0,2 0,6 y 0,8) (cm)	V (m/s)
P1	2,5	0,6	2,32	0,62	2,08	0,63
	7,5	0,61	6,96	0,64	6,24	0,65
	10	0,63	9,28	0,66	8,32	0,67
P2	2,5	0,6	2,32	0,61	2,08	0,62
	7,5	0,63	6,96	0,64	6,24	0,66
	10	0,64	9,28	0,66	8,32	0,68
P3	2,5	0,61	2,32	0,62	2,08	0,63
	7,5	0,64	6,96	0,65	6,24	0,64
	10	0,65	9,28	0,68	8,32	0,66
b (cm)	Y (cm)	12,5	Y (cm)	11,6	Y (cm)	10,4
41,2	Q1 (L/s)	29,5	Q2 (L/s)	29,4	Q3 (L/s)	29,1

Tabla 1: Datos

6. Calculo tipo

Velocidad promedio en el punto 1

$$V(1) = 0.25(0.6 + 2 * 0.61 + 0.63) = 0.6125 \text{ m/s}$$

Velocidad promedio:

$$V = \frac{(V_1 + V_2 + V_3)}{3}$$

$$V = \frac{(0.6125 + 0.625 + 0.635)}{3} = 0.624 \frac{m}{s}$$

Cálculo del área:

$$A = b * y$$

$$A = 41.2 * 12.5 = 515 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Caudal Experimental:

$$Q = V * A$$

$$Q_e = 515 * 0.624/10 = 32.14 \frac{L}{s}$$

$$Q_e = 32.14 \frac{l}{s}$$

Porcentaje de error

$$\%E = \frac{(Q_t - Q_e) * 100}{Q_t}$$

$$\%E = \frac{(29.5 - 32.14) * 100}{29.5} = 9 \%$$

Calcular para los otros puntos el caudal y obtener el promedio en el canal.

$$Q_p = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3)}{3} \frac{L}{s}$$

$$Q_p = \frac{(32.14 + 30.7 + 27.81)}{3} = 30.22 \frac{L}{s}$$

7. Resultados

	V (m/s)	V prom (m/s)	Area (cm ²)	Q exp (L/s)	Q teo (L/s)	E-Q (%)
Toma 1	0,6125	0,62417	515	32,14458	29,5	9%
	0,625					
	0,635					
Toma 2	0,64	0,6425	477,92	30,70636	29,4	4%
	0,6375					
	0,65					
Toma 3	0,65	0,64917	428,48	27,81549	29,1	4%
	0,655					
	0,6425					
Q prom				30,22215	29,33333333	

Tabla 2: Resultados



- 1) Hacer las gráficas de Y (abscisa) vs (ordenada) para cada punto
- 2) Hallar las velocidades máxima y promedio con sus respectivas profundidades.
- 3) Identificar diferencias entre el perfil de velocidad para el canal de vidrio el de concreto y el porqué de estas[3]

8. Observaciones y Conclusiones

Como podría utilizar el molinete en la estimación del caudal de un canal prismático

Defina un procedimiento para el cálculo del caudal para un canal prismático

9. Referencias Bibliográficas

- [1] G. S. (U S.) O. of W. D. Coordination, *National Handbook of Recommended Methods for Water-data Acquisition*. U.S. Government Printing Office, 1977.
- [2] V. T. CHOW, *HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS*. Santafe de Bogota: McGraw-Hill, 2000.
- [3] G. E. GAVILAN LEON, *GUIA DE LABORATORIO DE HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS*. Bucaramanga: UISEscuela de Ingenieria Civil, 2001.