
	Manual de prácticas de hidráulica básica	Código	MADO-25
		Versión	03
		Página	1/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	1 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ORIFICIOS Y COMPUERTAS

Práctica 4

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Dr. José A. Bonilla Porras, Ing. Víctor Manuel Palma Valderrama, M.I. Alexis López Montes, et al.	Ing. Esp. Karen Hernández Murillo	Ing. Jesús Gallegos Silva	1 de agosto de 2022

	Manual de prácticas de hidráulica básica	Código	MADO-25
		Versión	03
		Página	2/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	1 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Rejillas Irving	Posible caída
2	Escaleras del canal horizontal	Posible caída

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales

Aplicar los principios fundamentales de la Física a volúmenes finitos de control, para resolver problemas de aforo en un orificio y en compuertas planas.

II. Objetivos específicos


- Determinar el gasto a través del orificio empleando los coeficientes de descarga, contracción y velocidad para diferentes cargas.
- Analizar el funcionamiento hidráulico de una compuerta vertical y determinar el gasto a través de ella.

3. Introducción y antecedentes

- Orificios de pared delgada
- Coeficientes de velocidad, contracción y gasto en orificios de pared delgada
- Ecuación de gasto para compuertas verticales y coeficientes de descarga

4. Material y equipo

- Modelo de acrílico con orificio lateral y de fondo (I-02)
- Canal horizontal (C-05)
- Flexómetro
- Aliviadero
- Probeta de 1 litro (CP GRAD CYLIN PP 1000)
- Cronómetro
- Limnómetro de punta (LMP-05-REHBOCK)
- Limnómetro de gancho (LMG-08-REHBOCK)

	Manual de prácticas de hidráulica básica	Código	MADO-25
		Versión	03
		Página	3/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	1 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Desarrollo

Actividad 1: Modelo de orificio

1. Abrir la válvula y establecer un nivel de agua en el aliviadero, después medir las siguientes características y registrar en tabla 1:
 - a) La carga H , en m, que va desde el centro de gravedad del orificio hasta la superficie del nivel establecido (figura 1).
 - b) La distancia horizontal x , en m, entre la sección contraída y el centro del chorro que impacta en el piso (figura 1).
 - c) Tomar el tiempo t_a , en s, que tarda en llenar un volumen Vol , en ml, en la probeta.
2. Repetir el punto 1 para tres niveles diferentes de agua en el aliviadero.

Tabla 1. Mediciones de la actividad 1

Caso	H [m]	x [m]	Vol [ml]	t_a [s]
1				
2				
3				

$$y = 0.972 \text{ [m]}$$

$$D_0 = 0.0128 \text{ [m]}$$

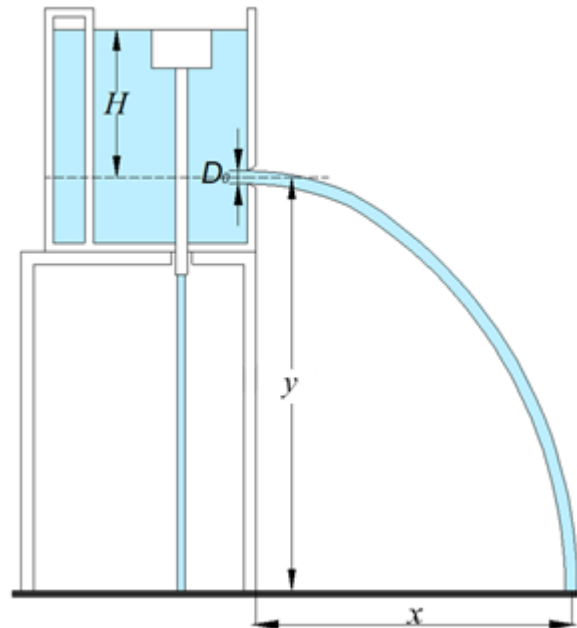



Figura 1. Orificio lateral de pared delgada

	Manual de prácticas de hidráulica básica	Código	MADO-25
		Versión	03
		Página	4/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	1 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2: Compuerta del canal horizontal

1. Medir el nivel de cresta N_C , en m, del vertedor triangular del canal.

$$N_C = \text{_____ m}$$

2. Para la compuerta aguas arriba, establecer una abertura constante a de 0.067 m, y abrir la compuerta aguas abajo en su totalidad, figura 2.
3. Abrir la válvula de alimentación del canal, establecer un nivel de agua sobre el vertedor triangular, después medir el nivel de superficie del agua sobre el vertedor N_{SA} , en m, la carga y_1 , en m, la carga y_2 , en m (figura 2). Registrar las mediciones en la tabla 2:

$$a = 0.067 \text{ m}$$

$$b = 0.25 \text{ m}$$

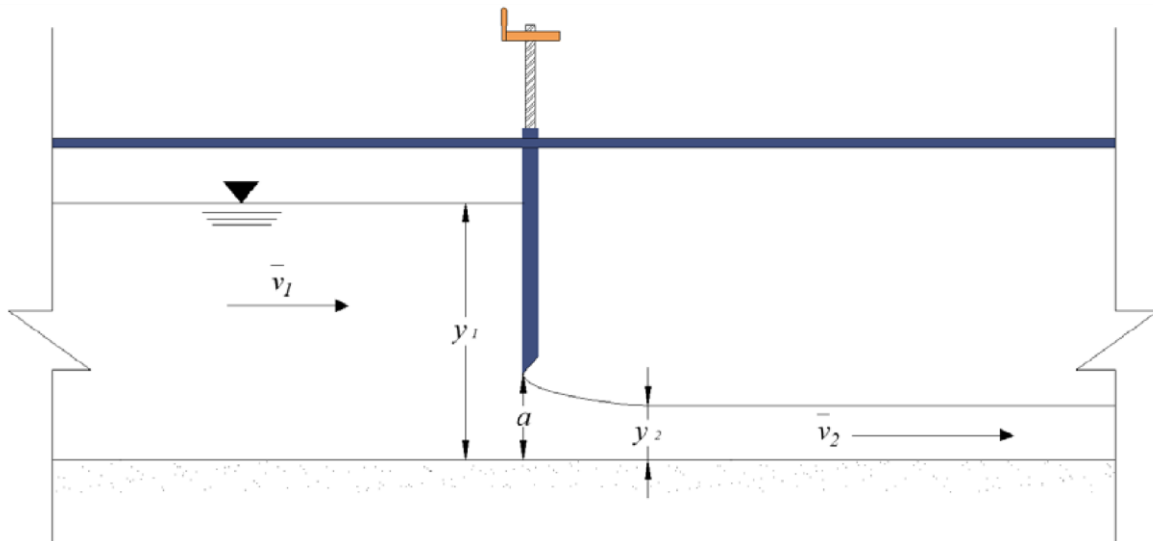



Figura 2. Canal horizontal

	Manual de prácticas de hidráulica básica	Código	MADO-25
		Versión	03
		Página	5/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	1 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Repetir el procedimiento del punto 3 para dos cargas y_1 diferentes.

Tabla 2. Mediciones de la actividad 2

Caso	$N_{SA} [m]$	$y_1 [m]$	$y_2 [m]$	
			$N_f [m]$	$N_s [m]$
1				
2				

6. Determinación del gasto a través del orificio empleando los coeficientes de gasto, contracción y velocidad para diferentes cargas sobre el orificio; comparación con el gasto aforado volumétricamente

Ejercicio 1: Orificios

1. Calcular para cada carga H :

a) El gasto Q_{vol} , en m^3/s .

$$Q_{vol} = \frac{Vol}{t_a}$$

b) La velocidad experimental del chorro V , en m/s , con la ecuación de la trayectoria parabólica.

$$V = \sqrt{\frac{x^2 g}{2y}}$$

donde:

g aceleración de la gravedad, $9.81 m/s^2$

y distancia vertical entre la sección contraída y el piso, figura 1.

c) Obtener los coeficientes experimentales de velocidad C_v , de gasto C_d y contracción C_c .


$$C_v = \frac{V}{\sqrt{2gH}}$$

$$C_d = \frac{Q_{vol}}{A_0 \sqrt{2gH}}$$

$$C_c = \frac{C_d}{C_v}$$

donde:

A_0 área del orificio lateral, en m^2

	Manual de prácticas de hidráulica básica	Código	MADO-25
		Versión	03
		Página	6/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	1 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

d) El número de Reynolds Re del chorro descargado.

$$Re = \frac{\sqrt{2gHD_0}}{\nu}$$

donde:

ν viscosidad cinemática del agua, $1.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

e) Obtener los coeficientes de velocidad C_v , de gasto C_d y contracción C_c , con ayuda de la figura 3.

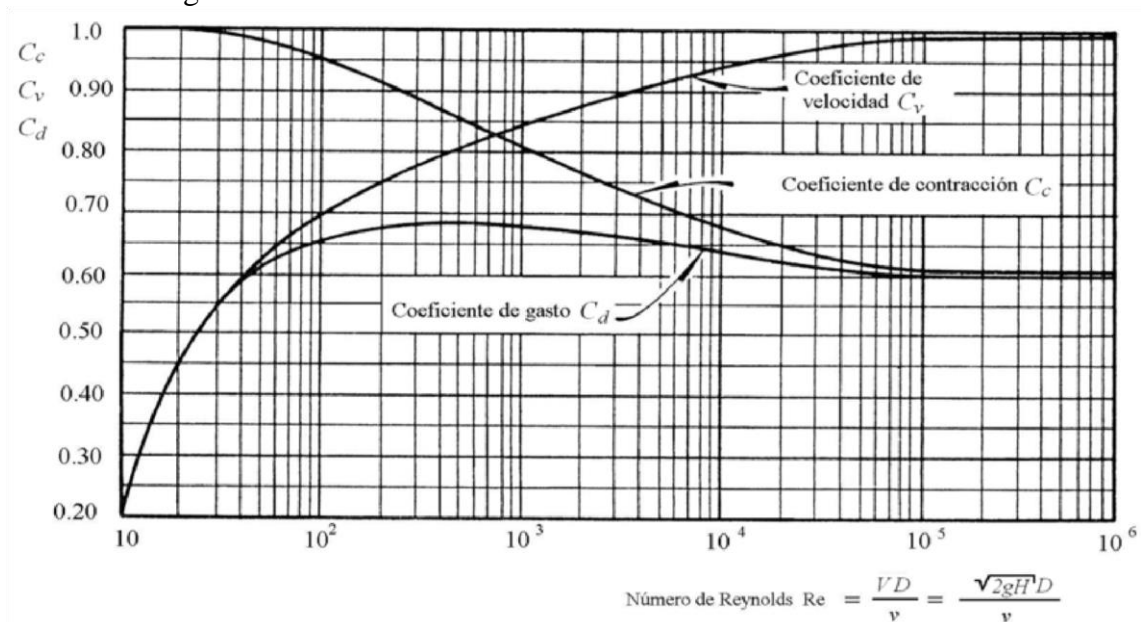



Figura 3. Variación de los coeficientes de velocidad, contracción y gasto con el número de Reynolds en un orificio circular

f) Calcular el gasto teórico Q_o , en m^3/s , con el coeficiente de gasto C_d , obtenido en el inciso anterior.

$$Q_o = C_d A_o \sqrt{2gH}$$

donde:

C_d coeficiente de gasto

	Manual de prácticas de hidráulica básica	Código	MADO-25
		Versión	03
		Página	7/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	1 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

g) Calcular el error relativo e , en porciento, entre los gastos Q_{vol} y Q_o .

$$e = \left| \frac{Q_{vol} - Q_o}{Q_{vol}} \right| \times 100$$

h) Dibujar en un plano las curvas de gasto $Q_{vol} - H$ y $Q_o - H$ (figura 4).

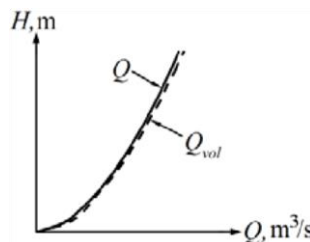


Figura 4. Gráfica Q-H para un orificio

7. Análisis del funcionamiento hidráulico de una compuerta vertical y determinación del gasto a través de ella

Ejercicio 2: Compuerta

1. Calcular el coeficiente de descarga C , en $m^{1/2}/s$ del vertedor triangular.

$$C = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) K \mu$$

donde:

θ ángulo en el vértice de aforo, 90°

g aceleración de la gravedad, 9.81 m/s^2

K coeficiente que depende de B/h ; $K=1$

μ coeficiente experimental; $\mu=0.60$


2. Calcular para cada carga y_I :

- a) El gasto del canal Q_v , en m^3/s .

$$Q_v = C h^{5/2}$$

donde:

h carga sobre el vertedor, $h=N_{SA}-N_C$, en m

	Manual de prácticas de hidráulica básica	Código	MADO-25
		Versión	03
		Página	8/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	1 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

b) El coeficiente de gasto C_d , con ayuda de la figura 5.

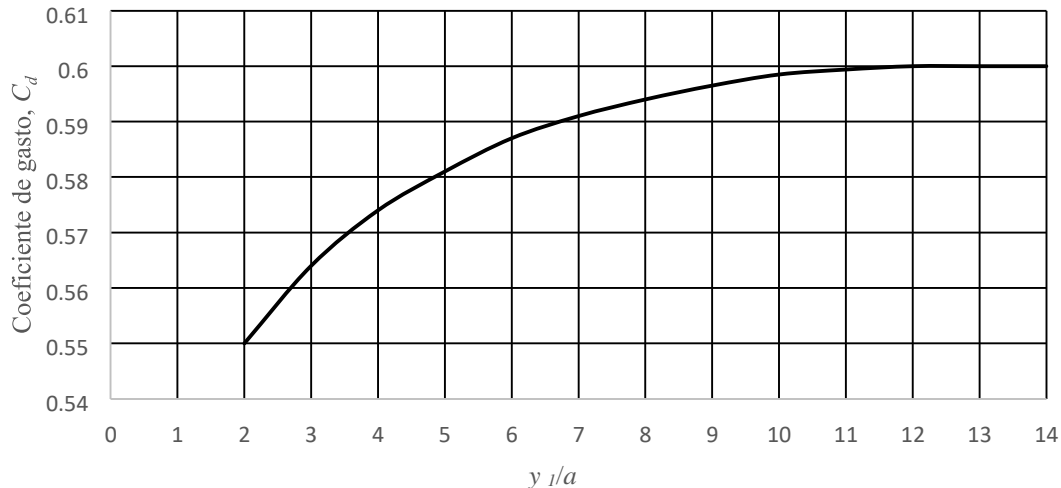


Figura 5. Coeficiente de descarga para compuertas planas verticales

c) Los coeficientes de contracción C_c y velocidad C_v .

$$C_c = \frac{y_2}{a} \qquad C_v = \frac{C_d}{C_c}$$

d) El gasto experimental del canal, en m³/s.

$$Q_{exp} = C_d b a \sqrt{2gy_1}$$

e) El error, en porciento, de los gastos Q_{exp} y Q_v .

$$e = \left| \frac{Q_v - Q_{exp}}{Q_v} \right| \times 100$$

8. Conclusiones

9. Referencias bibliográficas

1. Sotelo, A. G. (1999). *Hidráulica General*. México. Limusa Noriega.
2. Potter, M. C., Wiggert, D. C. (1997). *Mecánica de Fluidos*. México. Prentice Hall.
3. Mott, R. L. (1996). *Mecánica de Fluidos Aplicada*. México. Prentice-Hall Hispanoamericana.