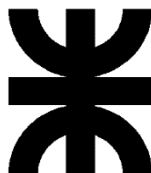


**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA**



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

4º nivel

Diseño Curricular 2023 - ORDENANZA N°1851

Asignatura: **Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluidodinámicas**

Cátedra:

Profesora Asociada

Ing. Silvina Zamar

Profesor Adjunto/Resp. Laborat.

Ing. Alejandro Folla

UNIDAD 8: AFORO Y CONTROL EN EL LÍQUIDO REAL (VERTEDEROS)

TRABAJO PRÁCTICO N° 8:



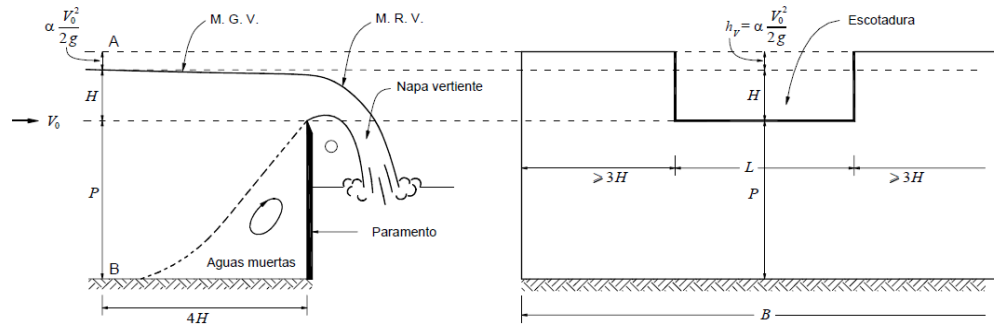
UNIDAD 8: AFORO Y CONTROL EN EL LÍQUIDO REAL (VERTEDEROS)

PROBLEMA 8.1

En función del vertedero de pared delgada sección rectangular con el que se cuenta en el laboratorio y, dentro de los límites del canal ($h_{\text{máx}}=0.49\text{m}$) y de la bomba ($Q_{\text{máx}}=0.035\text{ m}^3/\text{s}$), se solicita:

- a) Establecer tirantes arbitrarios (dentro de los límites) → Columna F
- d) Hacer una fórmula para el Coeficiente μ para cada teoría y calcular → Columna G
- e) Hacer una fórmula para el Caudal y calcular → Columna H
- f) Redactar una conclusiones → Columna J

Vertedero Rectangular	B ancho canal [m]	w nivel umbral [m]	b ancho base inf [m]	n Contracción lateral	h tirante [m]	Coeficiente μ	Q [m ³ /s] $(2/3) \cdot (2g)^{1/2} \cdot \mu \cdot b \cdot h^{3/2}$	Límites de aplicación	Conclusiones
Hengly	0.47	0.256	0.247	2				$0,1\text{ m} \leq h \leq 0,6\text{ m}$	
								$0,5\text{ m} \leq b \leq 2\text{ m}$	
								$0,2\text{ m} \leq P \leq 1,13\text{ m}$	
								Para $h/b > 0,13$ mayor precisión que SIAS	
SIAS	0.47	0.256	0.247	2				$0,025\text{m} \leq h \leq 0,8\text{ m}$	
								$b \leq 0,30\text{m}$	
								$w \geq 0,30\text{m}$	
								$h/w < 1$ en caso de contracciones laterales	
Hamilton - Smith	0.47	0.256	0.247	2				$0,075\text{m} \leq h \leq 0,60\text{m}$	
								$0,30\text{m} \leq b$	
								$0,30\text{m} \leq w$	
								$h \leq w/2$	
								$b \leq (B-2h); h/b \leq 0,5$	
Francis	0.47	0.256	0.247	2				$0,18\text{ m} \leq h \leq 0,50\text{ m}$	
								$2,40\text{ m} \leq b \leq 3,00\text{ m}$	
								$0,60\text{ m} \leq W \leq 1,50\text{ m}$	
								Para $b \geq 3h$	
Rehnbok	0.47	0.256	0.247	2				$0,18\text{m} \leq h \leq 0,50\text{m}$	
								$b \geq 0,3\text{m}$	
								$w \geq 0,06\text{m}$	
								$h/w \leq 1$	



P : es el umbral
 α : es el coeficiente de Coriolis
 H : es la carga
 L : es la longitud del vertedero
 B : es el ancho del canal de aproximación
 V_0 : es la velocidad de aproximación

Tabla 2. Fórmulas experimentales para determinar el coeficiente de gasto μ para aplicarse en la ecuación 6, en vertedores rectangulares*.

AUTOR	FÓRMULA	LÍMITE DE APLICACIÓN	OBSERVACIONES
Hegly (1921)	$\mu = \left[0.06075 - 0.045 \left(\frac{B-b}{B} \right) + \frac{0.0041}{h} \right] \times \left[1 + 0.55 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \left(\frac{h}{h+w} \right)^2 \right]$	$0.10 \text{ m} \leq h \leq 0.60 \text{ m}$ $0.50 \text{ m} \leq b \leq 2.00 \text{ m}$ $0.20 \text{ m} \leq w \leq 1.13 \text{ m}$	El primer límite de aplicación es el mas importante. Para $h/b > 0.13$ tiene mayor precisión que la fórmula SIAS
Sociedad de Ingenieros y Arquitectos Suizos (SIAS)	$\mu = \left[0.578 + 0.037 \left(\frac{b}{B} \right)^2 + \frac{3.615 - 3 \left(\frac{b}{B} \right)^2}{1000h + 1.6} \right] \times \left[1 + 0.5 \left(\frac{b}{B} \right)^4 \left(\frac{h}{h+w} \right)^2 \right]$	$0.025 \text{ m} \leq h \leq 0.80 \text{ m}$ $b \leq 0.3B$ $w \geq 0.30 \text{ m}$ $h/w \leq 1$ en el caso de contracciones laterales	Para vertedores sin contracción lateral los límites son: $0.025 \text{ m} \leq h \leq 0.80 \text{ m}$ $0.30 \text{ m} \leq w$ $h/w \leq 1$ Para $h/b \leq 0.13$, es mas precisa que la de Hegly
Hamilton - Smith	$\mu = 0.616 \left(1 - \frac{b}{10B} \right)$	$0.075 \text{ m} \leq h \leq 0.60 \text{ m}$ $0.30 \text{ m} \leq b$ $0.30 \text{ m} \leq w$ $h \leq w/2$ $b \leq (B-2h)$, $h/b \leq 0.5$	Si $B/(h+w) < 10bh$, se deberá reemplazar en la ecs. 7.5 (Sotelo A.) el valor de h por h' , donde: $h' = h + 1.4(V^2/2g)$ siendo $V = [Q/B(h+w)]$ es la velocidad de llegada.
Francis	$\mu = 0.623 \left[1 - 0.1n \frac{h}{b} \right] \times \left[\left(1 + \frac{V_0^2}{2gh} \right)^{3/2} - \left(\frac{V_0^2}{2gh} \right)^{3/2} \right]$	$0.18 \text{ m} \leq h \leq 0.50 \text{ m}$ $2.40 \text{ m} \leq b \leq 3.00 \text{ m}$ $0.60 \text{ m} \leq w \leq 1.50 \text{ m}$ $b \geq 3h$	$V = Q / (B(h+w))$ Siendo V la velocidad de llegada. $n = 2$ en vertedores con contracción lateral $n = 0$ en vertedores sin contracciones laterales
Rehbock (1929)	$\mu = \left[0.6035 + 0.0813 \left(\frac{h + 0.0011}{w} \right) \right] \times \left[1 + \frac{0.0011}{h} \right]^{3/2}$	$0.18 \text{ m} \leq h \leq 0.50 \text{ m}$ $b \geq 0.3 \text{ m}$ $w \geq 0.06 \text{ m}$ $h/w \leq 1$	Vale sólo para vertedores sin contracciones laterales. Es muy precisa y de las mas utilizadas, por su sencillez.



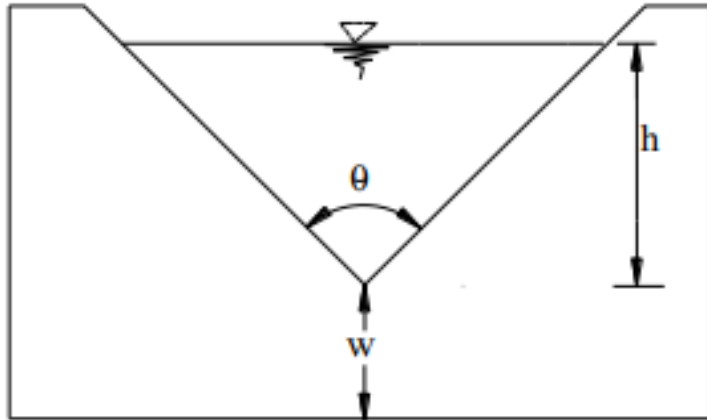
UNIDAD 8: AFORO Y CONTROL EN EL LÍQUIDO REAL (VERTEDEROS)

PROBLEMA 8.2

En función del vertedero de pared delgada sección triangular con el que se cuenta en el laboratorio y, dentro de los límites del canal ($h_{\text{máx}}=0.49\text{m}$) y de la bomba ($Q_{\text{máx}}=0.035\text{ m}^3/\text{s}$), se solicita:

- a) Establecer tirantes arbitrarios (dentro de los límites) → Columna F
- d) Hacer una fórmula para el Coeficiente μ para cada teoría y calcular → Columna G
- e) Hacer una fórmula para el Caudal y calcular → Columna H
- f) Redactar una conclusiones → Columna J

Vertedero Triangular	B ancho canal [m]	w nivel umbral [m]	b ancho base inf [m]	θ [°]	h tirante [m]	Coeficiente μ	Q [m3/s] = $(8/15) \cdot (2g)^{0,5} \cdot \tan(g \ \theta/2) \cdot \mu \cdot H^{5/2}$	Limites de aplicación	Conclusiones
Universidad Católica de Chile	0.47	0.154	0.247	54.16				Vale para $15^\circ \leq \theta \leq 120^\circ$	
								La profundidad w no tiene influencia en el coeficiente de gasto	
Gourley y Crim	0.47	0.154	0.247	54.16				Vale para θ de 45° , 60° y 90° y para profundidades w grandes	
Hegly	0.47	0.154	0.247	54.16				Vale para $\theta = 90^\circ$	
								$0,10 \text{ m} \leq h \leq 0,50 \text{ m}$	
								y para profundidades w pequeñas	
Barr	0.47	0.154	0.247	54.16				Vale para $\theta = 90^\circ$ con cargas	
								$0,05 \text{ m} \leq h \leq 0,25 \text{ m}$	
								$w \geq 3 \text{ h}$	
								$B \geq 8 \text{ h}$	
Koch ; Yarm	0.47	0.154	0.247	54.16				Vale para $\theta = 90^\circ$ con cargas muy grande	
								$W \geq 3 \text{ h}$; $B \geq 8 \text{ h}$	
Heyndricks	0.47	0.154	0.247	54.16				Vale para $\theta = 90^\circ$ con cargas normales	



- **Vertedor triangular.** Los vertedores triangulares se recomiendan para aforar caudales pequeños $Q < 30$ lt/s y cargas en el rango de $0.06\text{m} < h \leq 0.60\text{m}$.

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \tan \frac{\theta}{2} \mu H^{\frac{5}{2}} \quad (12)$$

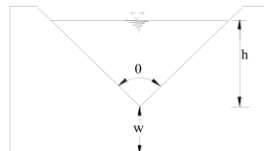


Tabla 3. Fórmulas experimentales para determinar los coeficientes de gasto μ o C aplicables a la ecuación para vertedor triangular con diferentes valores para el ángulo θ en el vértice. Donde w es el desnivel entre el vértice del vertedor y el fondo de dicho canal, B representa el ancho del canal de llegada. En cualquier caso, las fórmulas se expresan en el sistema MKS*.

AUTOR	FÓRMULA	LÍMITE DE APLICACIÓN	OBSERVACIONES
Universidad católica de Chile	$C = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \tan \frac{\theta}{2} \mu K$	Vale para $15^\circ \leq \theta \leq 120^\circ$ La profundidad w no tiene influencia en el coeficiente de gasto	μ coeficiente experimental que depende de h y θ (según la figura 7.9 Sotelo Ávila), K es otro coeficiente que depende de B/h (según la figura 7.10) y vale 1 si $B/h \geq 5$ para $\theta = 90^\circ$ y si $B/h \geq 2.75$ para $\theta = 45^\circ$
Gourley y Crimp	$C = \frac{1.32 \tan \frac{\theta}{2}}{h^{0.60}}$	Vale para θ de 45° , 60° y 90° y para profundidades w grandes	Esta fórmula conduce a la ecuación: $Q = 1.32 \tan (\theta/2) h^{2.44}$
Hegly (1921)	$\mu = \left[0.5812 + \frac{0.00375}{h} \right] \times \left\{ 1 + \left[\frac{h^2}{B(h+w)} \right]^2 \right\}$	Vale para $\theta = 90^\circ$ $0.10 \text{ m} \leq h \leq 0.50 \text{ m}$ y profundidades w pequeñas	Es de las fórmulas mas precisas para vertedores con ángulo en el vértice $\theta = 90^\circ$
Barr (1909)	$\mu = 0.565 + \frac{0.0087}{h^{0.5}}$	Vale para $\theta = 90^\circ$ con cargas $0.05 \text{ m} \leq h \leq 0.25 \text{ m}$ $w \geq 3h$ $B \geq 8h$	El valor medio de $\mu = 0.593$ que resulta de esta fórmula corresponde bastante al resultado de Thompson (1861), y que conduce a la ecuación: $Q = 1.42 h^{5/2}$
Koch (1923) Yarmall (1926)	$\mu = 0.58$	Vale para $\theta = 90^\circ$ con cargas muy grandes. $W \geq 3h$, $B \geq 8h$	No se limita con precisión el rango de validez.
Heyndricks	$\mu = \left[0.5775 + 0.214 h^{1.25} \right] \times \left\{ 1 + \left[\frac{h^2}{B(h+w)} \right]^2 \right\}$	Vale para $\theta = 60^\circ$ y cargas normales	Es bastante precisa

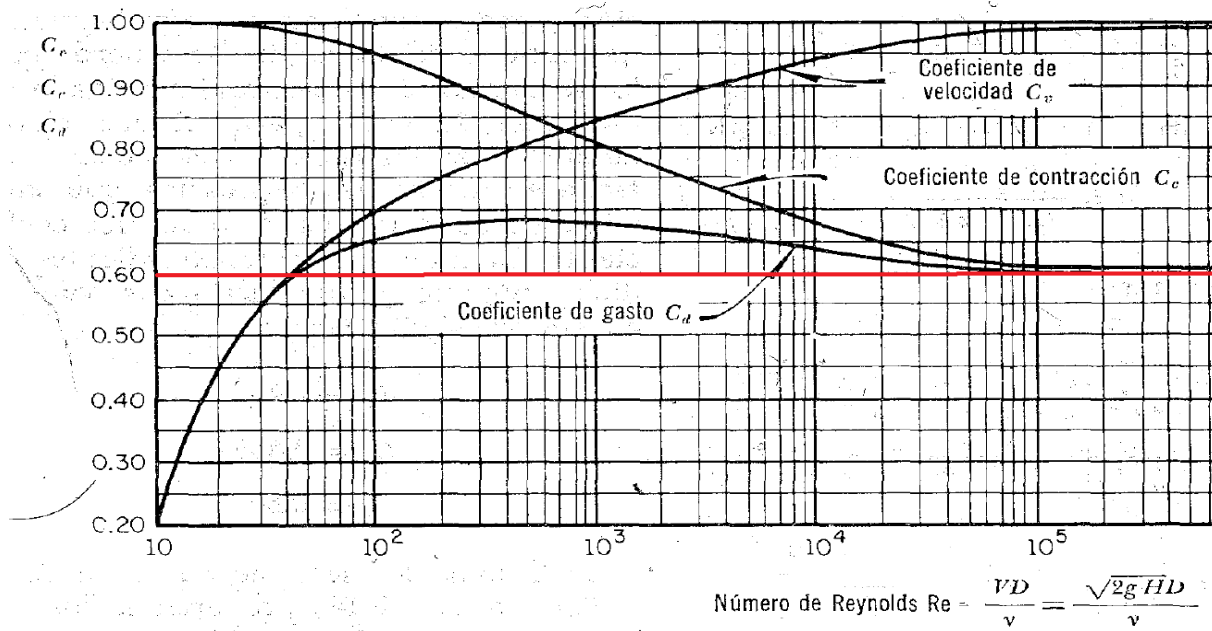


Figura 6.4. Variación de los coeficientes de velocidad, contracción y gasto, con el número de Reynolds en un orificio circular.

$$Q = C_d \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

$$C_d = C_v \cdot C_c$$

$$C_d \approx 0,61 \text{ a } 0,62$$



10^6

H	Vt	Do =	0.1 m
0.11	1.47	1.5E+05	
0.12	1.53	1.5E+05	
0.13	1.60	1.6E+05	
0.14	1.66	1.7E+05	
0.15	1.72	1.7E+05	
0.16	1.77	1.8E+05	
0.17	1.83	1.8E+05	
0.18	1.88	1.9E+05	
0.19	1.93	1.9E+05	
0.20	1.98	2.0E+05	
0.21	2.03	2.0E+05	
0.22	2.08	2.1E+05	
0.23	2.12	2.1E+05	
0.24	2.17	2.2E+05	
0.25	2.21	2.2E+05	
0.26	2.26	2.3E+05	
0.27	2.30	2.3E+05	
0.28	2.34	2.3E+05	
0.29	2.39	2.4E+05	
0.30	2.43	2.4E+05	
0.31	2.47	2.5E+05	
0.32	2.51	2.5E+05	
0.33	2.54	2.5E+05	
0.34	2.58	2.6E+05	
0.35	2.62	2.6E+05	