



**LABORATORIO DE HIDRÁULICA**  
**HIDRÁULICA DE MÁQUINAS Y TRANSITORIOS**  
**PRÁCTICA 4**  
**POZO DE OSCILACIÓN**



**OBJETIVO**

Observar y medir la variación del nivel de agua en dos pozos de diferente geometría durante un transitorio hidráulico. Calcular y dibujar la curva de amplitud de onda y compararla con la medida.

**ANTECEDENTES**

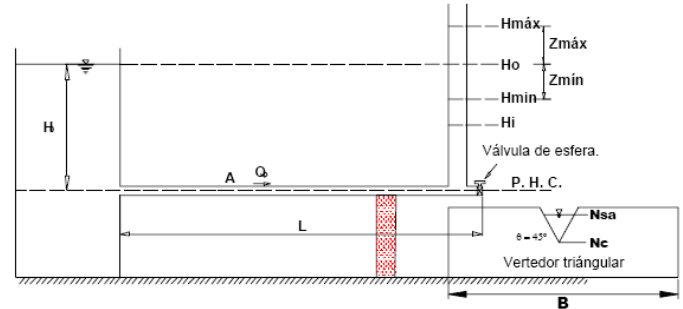
- ▶ Oscilación de masa.
- ▶ Dispositivos de alivio.
- ▶ Pozo de oscilación.

**DESARROLLO**

**Pozos de oscilación de sección circular y cuadrada.**

1. Abrir la válvula que alimenta al tanque de carga constante y verificar que el nivel  $H_0$  en el mismo sea de 1 m.
2. Marcar en ambos pozos el nivel  $H_0$  del tanque.
3. Medir el nivel  $N_c$  de la superficie libre del agua en la cresta del vertedor triangular.
4. Para el pozo de sección cuadrada abrir la válvula de esfera para establecer el flujo permanente y marcar en el pozo el nivel inicial  $H_i$ .
5. Medir el nivel de la superficie libre del agua  $N_{sa}$  en el vertedor.
6. Cerrar bruscamente la válvula de esfera y para la primera oscilación marcar en el pozo los niveles máximo  $H_{m\acute{a}x}$  y mínimo  $H_{m\acute{i}n}$  que alcanza el agua.
7. Establecer nuevamente flujo permanente, cerrar bruscamente la válvula y medir los siguientes intervalos de tiempo  $t_i$ .
  - a)  $t_0$  entre los niveles  $H_i$  y  $H_0$
  - b)  $t_1$  entre los niveles  $H_0$  y  $H_{m\acute{a}x}$
  - c)  $t_2$  entre los niveles  $H_{m\acute{a}x}$  y  $H_0$
  - d)  $t_3$  entre los niveles  $H_0$  y  $H_{m\acute{i}n}$
  - e)  $t_4$  entre los niveles  $H_{m\acute{i}n}$  y  $H_0$
8. Repetir los incisos 4 al 7 para el pozo de sección circular.

**NOTA:** El nivel inicial  $H_i$  en ambos pozos debe ser el mismo



Niveles	Pozo cuadrado Niveles en m	Pozo circular Niveles en m
$H_i$		
$H_0$		
$H_{m\acute{a}x}$		
$H_{m\acute{i}n}$		
Tiempos	Pozo cuadrado $t$ en s	Pozo circular $t$ en s
$t_0$		
$t_1$		
$t_2$		
$t_3$		
$t_4$		

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**Para cada pozo:**

1. Calcular el gasto  $Q$  de la tubería, en  $m^3/s$ , que pasa por el vertedor triangular,  $Q = C h^{5/2}$

donde:

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

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

$h$  carga en el vertedor,  $h = |N_{SA} - N_{Cl}|$ , en m

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

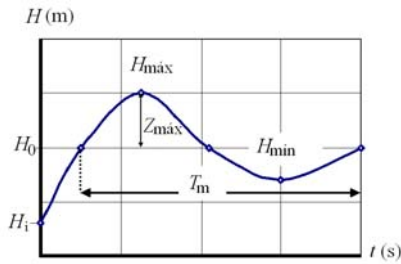
$\theta$  ángulo del vértice del vertedor,  $45^\circ$

$B$  ancho del canal de aproximación,  $B = 1.70$  m

$\mu$  coeficiente experimental que depende de  $\theta$  y  $h$  según figura 7.9 de la referencia 1.

$K$  coeficiente experimental que depende de  $B$  y  $h$  según figura 7.10 de la referencia 1.

2. Dibujar la curva de amplitud de onda con los valores medidos, como se muestra en la figura,



- Determinar la amplitud de onda máxima medida como:  

$$Z_{máx} = H_{máx} - H_0$$
 , en m
- Determinar el período medido:  $T_m = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ , en s.
- Obtener la variación de niveles contra el tiempo, aplicando el método de Euler modificado con las ecuaciones correspondientes al comportamiento dinámico del agua en el pozo de oscilación y en la tubería.

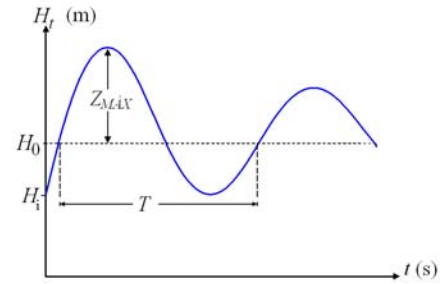
$$H_{(t+\Delta t)} = H_{(t)} + \frac{\Delta t}{A_p} (Q_{(t)}) \quad (1)$$

$$Q_{(t+\Delta t)} = Q_{(t)} + \frac{\Delta t}{I} [H_0 - H_{(t+\Delta t)} - K'Q_{(t)}|Q_{(t)}|] \quad (2)$$

donde:

- $H_{(t+\Delta t)}$  carga en el pozo de oscilación en el instante  $t+\Delta t$ , en m.
- $H_{(t)}$  carga en el pozo de oscilación en el instante  $t$ , en m.
- $A_p$  área de la sección transversal del pozo, en  $m^2$ . Pozo cuadrado de 0.2 m por lado y pozo circular con diámetro de 0.091 m.
- $Q_{(t)}$  gasto en el instante  $t$ , en  $m^3/s$ .
- $Q_{(t+\Delta t)}$  gasto en la tubería en el instante  $t+\Delta t$ , en  $m^3/s$ .
- $H_0$  carga constante en el tanque, en m.  $H_0 = 1$  m, para todos los cálculos en la ecuación 2.
- $I$  constante inercial, en  $s^2/m^2$ ,  $I = \frac{L}{gA}$
- $\Delta t$  incremento de tiempo, en s. Usar  $\Delta t = 1$  s, para los cálculos en el pozo de sección cuadrada y  $\Delta t = 0.5$  s, para los cálculos en el pozo de sección circular.
- $L$  longitud de la tubería, en m.
- $A_i$  área de la sección transversal de la tubería, en  $m^2$ , cuyo diámetro es  $D = 2.5$  pulgadas
- $K'$  constante de pérdida, en  $s^2/m^5$ .  $K' = \frac{\Delta h_0}{Q_0^2}$
- $Q_0$  gasto en la tubería a flujo establecido, en  $m^3/s$ , calculado con el vertedor rectangular en el punto 1.
- $\Delta h_0$  pérdida de carga entre el tanque de carga constante y el pozo de oscilación, en m,  $\Delta h_0 = H_0 - H_i$
- $H_i$  nivel inicial en el pozo de oscilación, en m.

- Graficar la variación de niveles contra el tiempo, en el mismo plano del punto 2.



- Obtener de la gráfica anterior la amplitud de onda máxima  $Z_{MÁX}$  y el período  $T$ .
- Comparar la amplitud de onda del punto anterior con la obtenida en el inciso 3.

$$e = \frac{|Z_{máx} - Z_{MÁX}|}{Z_{máx}} \times 100$$

- Comparar el periodo medido obtenido en el inciso 4.4 con el calculado en el inciso 4.

$$e = \frac{|T_m - T|}{T} \times 100$$

### INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- Flexómetro.
- Cuatro cronómetros.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sotelo A., G. *Hidráulica General Vol. 1*. Editorial Limusa. México, 1990.
- Mancebo C., U. *Teoría del Golpe de Ariete*. Editorial Limusa. México, 1990.
- Gardea V., H. *Aprovechamientos Hidroeléctricos y de Bombeo*. Editorial Limusa, México, 1991.

### CUESTIONARIO

- ¿Cuál es la función principal de un pozo de oscilación?
- En un conducto a presión ¿cómo influye la longitud de la tubería en la magnitud de los niveles de oscilación de los pozos?
- ¿Por qué es importante conocer los niveles máximo y mínimo en los pozos de oscilación?
- En una central hidroeléctrica, explique ¿por qué es necesario colocar un pozo de oscilación y dónde debe localizarse?
- ¿Cómo influye el tiempo de cierre de la válvula esférica en el nivel del agua en el pozo de oscilación?
- ¿Qué relación existe entre la amplitud de onda y el área de la sección transversal del pozo?