

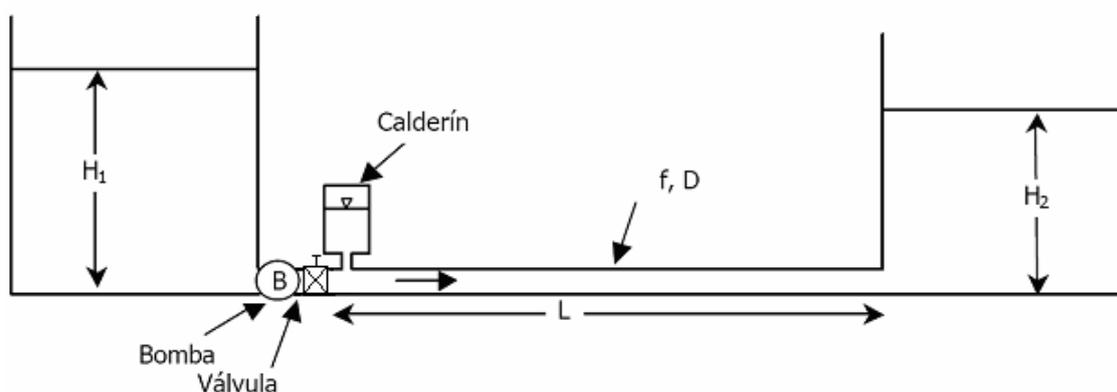
## TAREA 2

Considere el sistema de la figura 1, en el que se impulsa un caudal entre dos estanques por medio de una tubería horizontal ( $L$ ,  $f$ ,  $D$  conocidos). Aguas abajo de la bomba, existe una válvula, que se cierra en forma instantánea si ésta deja de operar. Normalmente, el sistema opera sin problemas, sin embargo, cuando ocurren cortes en el suministro eléctrico, se producen violentos cambios en la presión dentro de la tubería, debido al cierre de la válvula, los que pueden provocar incluso la rotura de la tubería.

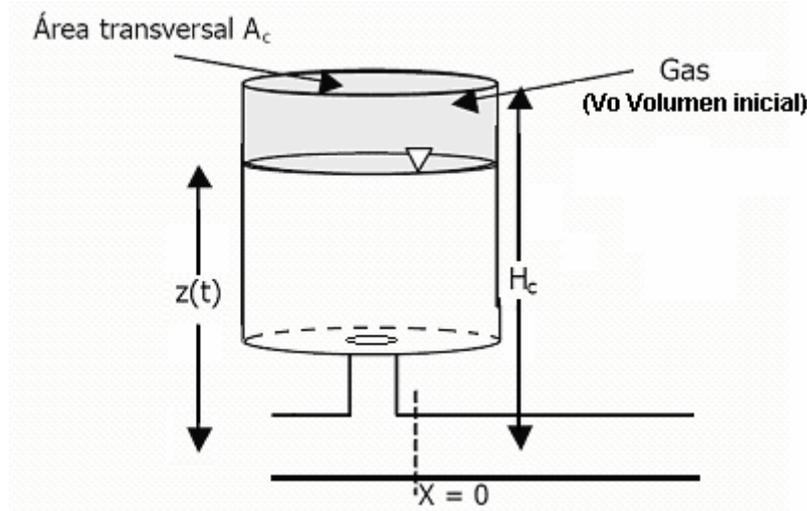
Para evitar lo anterior, se ha dispuesto un calderín como sistema de seguridad aguas abajo de la válvula. El calderín es un dispositivo cerrado conectado a la tubería, capaz de amortiguar los cambios de presión en ésta dejando entrar y salir agua, y por lo tanto, aumentando y disminuyendo la presión del gas contenido en él. Se sabe que en régimen permanente, el volumen de gas contenido en el calderín es  $V_0$ .

Se le pide evaluar la efectividad del calderín, y modificar su diseño en caso que sea necesario. Para ello:

- a) Determine el caudal impulsado por la bomba en régimen permanente. Desprecie todo tipo de pérdidas singulares. Encuentre la presión del gas dentro del calderín. Determine la cota piezométrica a lo largo de toda la tubería.
- b) Encuentre el comportamiento del sistema en el régimen impermanente que se produce con el cierre de la válvula. En particular, encuentre:
  - i) Las condiciones de borde del sistema, es decir, plantee las ecuaciones que permiten determinar las velocidades y alturas piezométricas al comienzo y al final de la tubería en el tiempo.
  - ii) Utilizando el método de las características, encuentre y grafique las variaciones de  $u$  y  $H$  en el tiempo, en ambos extremos de la tubería y en al menos dos puntos intermedios. ¿Dónde y cuándo se producen las mayores y menores presiones? Grafique también la altura del líquido dentro del calderín en función del tiempo. Considere como mínimo 120 segundos desde el cierre de la válvula.
- c) Modifique el diseño del calderín ( $H_C$ ,  $A_C$  y/o  $V_0$ ) de manera que nunca se produzcan en la tubería presiones mayores a la presión límite de la tubería. ¿Qué ocurre cuando modifica cada una de las dimensiones del calderín? Explique.



**Figura 1:** Esquema del sistema



**Figura 2:** Esquema calderín

**Datos:**

$H_1 = 28 + 2N$	[m]	$D = 300$	[mm]	$H_C = 2$	[m]
$H_2 = 56 + N$	[m]	$f = 0.02$	[-]	$A_C = 2$	[m <sup>2</sup> ]
$\Delta H_{BOMBA} = 32 - N/2$	[m]	$a = 1500$	[m/s]	$V_0 = 1$	[m <sup>3</sup> ]
$L = 1000 + 20N$	[m]	$\rho = 1000$	[Kg/m <sup>3</sup> ]	$P_{ATM} = 10.3$	[mca]
				$P_{LIM TUB} = 70 + N$	[mca]

**Indicaciones:**

- N es el dígito verificador de su RUT (k = 10).
- La tubería debe ser discretizada en al menos 15 tramos de igual longitud  $\Delta x$ .
- Considere que el factor de fricción  $f$  del régimen permanente se mantiene constante en el régimen impermanente, para simplificar los cálculos. Además, desprecie todo tipo de pérdidas singulares.
- En el calderín, es posible despreciar la altura de velocidad. El gas es ideal, y experimenta procesos isotérmicos al comprimirse y expandirse.

Entregue un informe completo (Introducción, marco teórico, memoria de cálculos, gráficos y conclusiones) indicando su nombre y RUT en la portada.

**Fecha de entrega: Lunes 8 de Octubre.**  
**No se aceptarán informes fuera del plazo.**  
**Nota no eliminable.**