

MI-42C
ANÁLISIS DE SISTEMAS PARTICULADOS
GUÍA DE LABORATORIO DE TRANSPORTE HIDRÁULICO DE PULPAS

Fecha entrega: 22/11/04

PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍA

Objetivo

Determinar los coeficientes de pérdida de carga en las diferentes singularidades de la tubería en estudio, se desprecian las pérdidas lineales, en este caso, por ser bastante menores en relación a las singulares. Analizar para cada una de estas pérdidas la dependencia con la geometría (en el caso de las curvas) y con el número de Reynolds. Comparar con los valores entregados en la literatura.

Experiencia

La Figura 1 muestra el equipo disponible para el estudio de las pérdidas de carga en tuberías. Éste posee una tubería de 17 mm de diámetro, que tiene 4 curvas de 90°, (4), (5), (6), (7), de las cuales las dos primeras son codos, pero de diferentes características, mientras que las últimas tienen radios mayores de 40 y 100 mm, respectivamente. Adicionalmente, existe un estrechamiento (8) a un diámetro de 9.6 mm y una expansión (9) al diámetro de 17 mm. Finalmente, existe una válvula (10).

A lo largo del sistema se encuentran ubicados puntos donde es posible conectarse mediante mangueras a piezómetros para medir las pérdidas de energía (por ejemplo, 13 y 14). La lectura de los piezómetros se realiza en el panel (11), o bien se puede medir directamente la presión relativa de un punto dado del sistema en el manómetro (12).

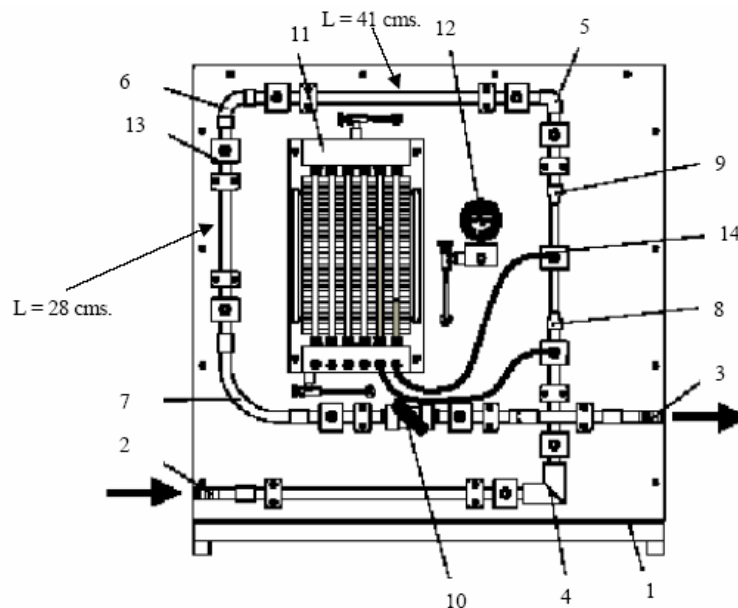


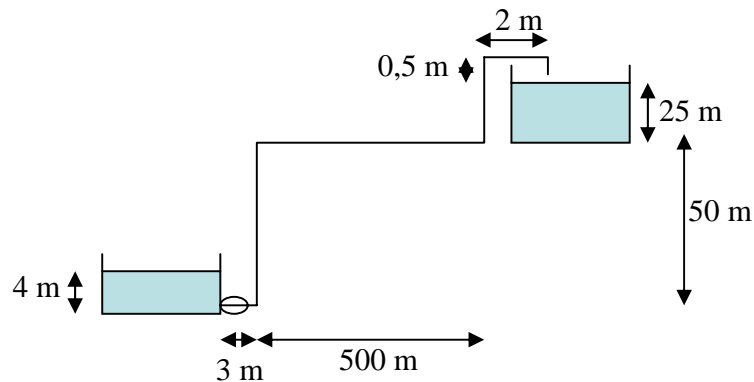
Figura 1.1. Instalación Experimental.

Ejercicio

Con las pérdidas singulares obtenidas resolver el siguiente problema:

Se requiere transportar una pulpa de mineral desde un estanque ubicado en la cota 2500 msnm hasta otro estanque en la cota 2580 msnm. Determinar:

1. El diámetro de la tubería más adecuada para el transporte. Considere que hay tuberías cada $\frac{1}{2}$ " y que $V = 1,15 \cdot V_L$.



Considere que la tubería parte de la parte inferior del estanque en la cota 0 y debe llegar a la parte superior del estanque en la cota 50m.

2. Diseñe el sistema de bombeo para impulsar la pulpa (número y disposición de bombas, potencia y rpm)

Considere los siguientes datos:

- $G_s = 250 \text{ [t/h]}$
- $C_p = 35 \%$
- Densidad sólido = $2,8 \text{ [t/m}^3\text{]}$
- $D_{50} = 0,3 \text{ mm}$
- Factor de fricción 0,021
- Codos con mayor pérdida de carga obtenido en laboratorio
- Pérdidas relacionadas con bomba = 0,3 m

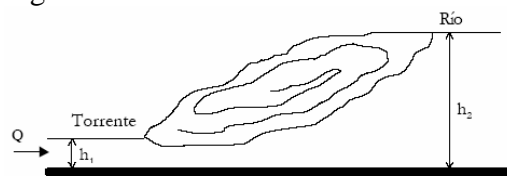
RESALTO HIDRÁULICO Y ESCURRIMIENTOS

Objetivos

Determinar la pérdida de energía que se provoca al tener un resalto hidráulico. Identificar en forma visual 3 tipos de resaltos hidráulicos en un canal horizontal.

Conceptos básicos

Se denomina resalto hidráulico al paso brusco de un escurrimiento de torrente a un escurrimiento de río. Este fenómeno va acompañado de alta turbulencia y agitación, lo que genera una pérdida de energía.



Llamando 1 a la sección de aguas arriba donde se tiene el torrente y 2 a la sección de aguas abajo donde existe río, y despreciando el peso del fluido en la dirección del escurrimiento y los esfuerzos de corte sobre el fondo, se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones:

$$M_1 = M_2 \quad B_1 = B_2 + \Lambda$$

donde Λ es la pérdida de energía debida al resalto y B_i corresponde al Bernoulli en el punto i. Para el caso de canal rectangular se tiene:

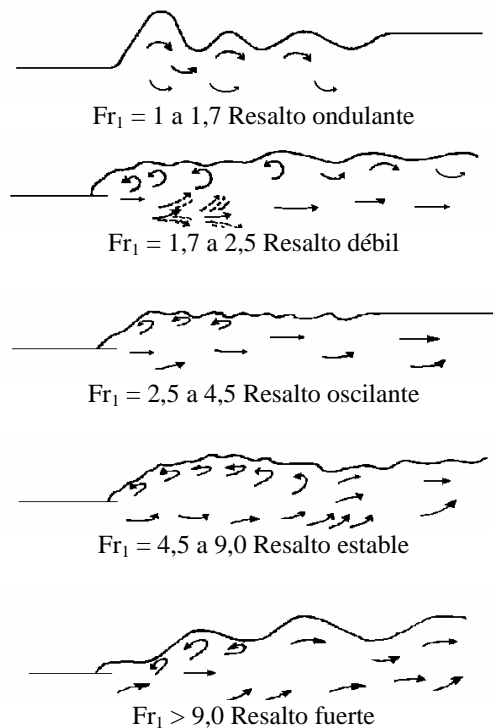
$$\Lambda = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1h_2}$$

El número de Froude es el efecto de la gravedad sobre el estado del flujo, relacionando las fuerzas inerciales con las gravitacionales, se define como:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gH}}$$

donde g es la aceleración de gravedad, V es la velocidad media y H es la altura.

Tipos de resaltos:



Experiencia

Se dispone de un canal rectangular de ancho 30 cm y largo 10 cm. El caudal que escurre por el sistema viene dado por una bomba de potencia variable. La pendiente del canal es variable. Se dispone de una grada para la formación del resalto hidráulico, además se tiene dos reglas que permitirán medir la altura de escurrimiento en forma perpendicular al flujo. En un extremo se encuentra una regla que permite medir el desnivel con respecto a la posición horizontal, ubicada a 6,6 metros de eje de giro, y mediante relaciones geométricas podrá determinar la pendiente del canal. Las mediciones del caudal se realizan con la diferencia de presiones, las cuales se pueden determinar con la siguiente ecuación:

$$Q = 4,26\sqrt{\Delta P}$$

donde Q es el caudal que circula en litros/segundos y ΔP es la diferencia de presión en milibares.

Una vez que el canal se encuentra en posición horizontal se deberá aumentar el fluido bombeado hasta que se observe el primer resalto hidráulico, luego de esto se deberá medir las alturas de escurrimiento de el régimen de río y de torrente. Con los datos obtenidos se podrá clasificar el resalto según el número de Froude y se podrá determinar cual es la pérdida de energía a este tipo de resalto y condiciones.

Ejercicio

Determinar las pérdidas de energía de los diferentes resaltos hidráulicos.

Clasificar los resaltos hidráulicos mediante la observación y la teoría.

Relacionar la pérdida de energía con el transporte hidráulico de pulpa a través de un canal horizontal. Señalando como se puede haber formado, las implicancias y que sucede con el mineral.

Bibliografía

Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow