Laboratorio
de Hidráulica
Ing. David
Hernández Huéramo

2024

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

TIPOS DE FLUJO EN CANALES Y DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES

OBJETIVO (S)

Una vez desarrollada la práctica, orientada a visualizar y comprender, el alumno será capaz de:

1. Conocer los diferentes tipos de flujo que se presentan en el escurrimiento a superficie libre.

2. Comprender el concepto de la distribución de velocidades de un flujo a superficie libre, además de adquirir la técnica de medición de la velocidad como herramienta de trabajo del ingeniero en la definición del gasto.

ENCUADRE TEÓRICO

En el transporte de agua por medio de conductos abiertos o cerrados que trabajen a gravedad, es necesario identificar el tipo de flujo que se tiene en un determinado tramo de éste, ya que nos permitirá identificar primero si el movimiento de sus partículas líquidas es en forma ordenada o desordenada (flujo laminar o flujo turbulento) y el sitio donde se tiene el control del flujo y de ésta forma saber dónde realizar la medición de las características hidráulicas y a partir de ellas poder calcular el comportamiento del flujo, ya sea hacia aguas arriba o hacia aguas abajo, así como el caudal que se transporta para lo cual es fundamental conocer dos características del flujo, el primero es el área hidráulica por donde pasa el fluido y la segunda es la velocidad con que pasa; al medir ambas se puede utilizar la ecuación de continuidad que dice que el gasto es igual al producto del área hidráulica por la velocidad.

Determinar la primera característica es relativamente fácil ya que de una forma u otra se puede medir el fondo del cauce, los taludes y el tirante de agua, en cambio la determinación de la velocidad resulta un poco más difícil, ya que inmediatamente surge la duda ¿Dónde medimos la velocidad?, ¿En el centro del cauce?, ¿A qué profundidad?, etc., por lo que es importante que el ingeniero civil tenga el conocimiento de la distribución de velocidades en conductos abiertos y de esta forma contestar correctamente o lo más aproximado a la realidad de ¿Cuánta agua está pasando?, ya que éste conocimiento le permitirá proyectar cualquier obra de ingeniería civil que interactué con el agua observada.

Clasificación general de un flujo

Es importante para determinar sus características hidráulicas, la cual se puede realizar según distintos criterios, de los cuales los de mayor aplicación e interés desde el punto de vista de la ingeniería civil son:

Laboratorio de Hidráulica FIC_UMSNH 2024

1- ***Clasificación según la relación entre la inercia y viscosidad,*** velocidad contra resistencia a fluir, que para el caso de canales se tiene:

- Flujo laminar.
- Flujo de transición.
- Flujo turbulento.

2- ***Clasificación según su movimiento***, es decir conforme a conservar o no, sus características hidráulicas de velocidad, tirante, caudal, área hidráulica, etc., en el espacio, siendo estos:

- Uniforme. Cuando sus características no varían de una sección a otra en el tiempo.
- No uniforme. Que resulta ser el más común en canales y que se subclasifica en:
  - Gradualmente variado.
  - Bruscamente variado.
  - Espacialmente variado.

3- ***Clasificación según la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas gravitatorias***.

- Régimen Crítico.
- Régimen Subcrítico o lento.
- Régimen Supercrítico o rápido.

4- ***Clasificación según su variación en el espacio***.

- Unidimensional.
- Bidimensional.
- Tridimensional. Es la más común en canales.

5- Clasificación según su variación en el tiempo.

- Permanente o estacionario. Sus características no varían en el tiempo.
- No permanente o variado. Sus características varían en el tiempo y en el espacio.

6- ***Clasificación según la vorticidad presente***.

- Rotacional. Es el más común en canales.
- Irrotacional.

Laboratorio de Hidráulica FIC_UMSNH 2024

Con relación a la velocidad con que se mueve un flujo a superficie libre, no es lineal, pues intervienen distintos elementos, como la rugosidad de las paredes, la turbulencia propia del medio, el rozamiento con el aire, el movimiento rotacional del planeta, etc. El resultado de lo anterior es, generalmente, que se tenga una distribución de velocidades no uniforme, como se muestra en las Figuras 1.1 y 1.2.

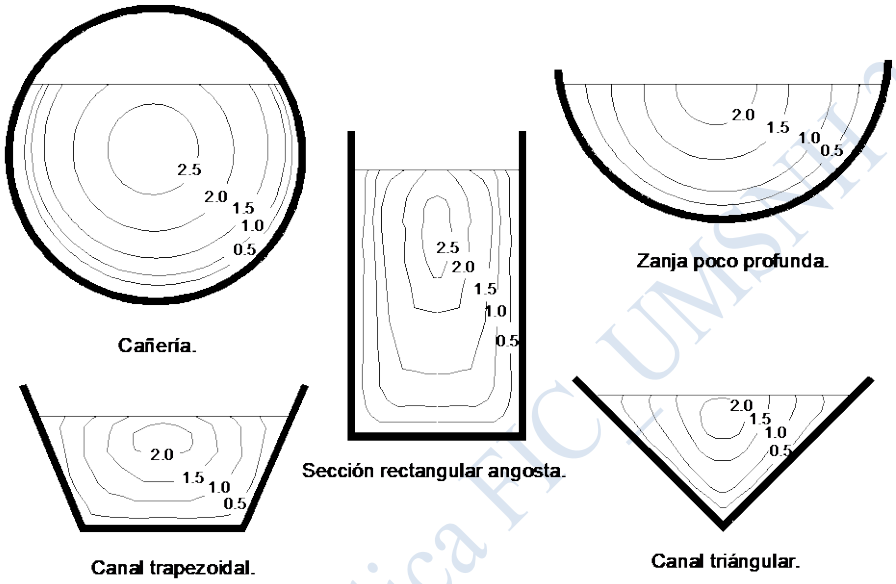

Figura 1.1 Curvas Isotacas

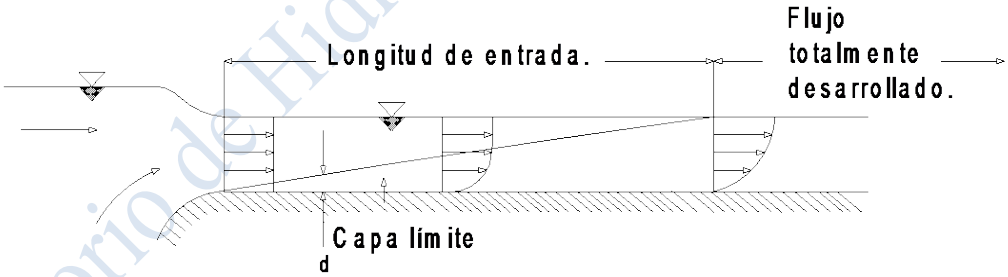

Figura 1.2 Evolución del perfil de velocidades

Velocidad de flujo.

La distribución se puede conocer para un caso en particular, mediante la medición en el sitio de las velocidades en varios puntos del área hidráulica, y luego interpolando los valores en una curva que une los puntos de igual velocidad, semejante a una curva de nivel en el terreno, y que recibe el nombre de isotaca o isotaquia. Los instrumentos más comúnmente utilizados para realizar este trabajo, son:

Laboratorio de Hidráulica FIC UMSNH 2024

- Tubo de Prandtl
- Molinete
- Velocímetro acústico o de láser
- Flotadores
- Trazadores

Tubo de Prandtl

Funciona bajo el principio de una sonda de presión hidrostática, unida a un tubo de Pitot. La ecuación que define la velocidad en el sitio medido, se deduce de:

$$\Delta h = \frac{V^2}{2g}$$

Y resulta en

$$V = \sqrt{2g\Delta h}$$

Donde:

Δh = Desnivel de la superficie libre del agua entre la sonda hidrostática y el tubo de Pitot [m]
V = Velocidad en la sección y punto analizado [m/s]
g = Aceleración de la gravedad [m/s^2]

Molinete

Traduce el movimiento de una hélice, generado por el paso del flujo sobre ella en velocidad (mediante una ecuación generada previa calibración), usando el número de vueltas por segundo del equipo de medición como parámetro.

EQUIPO O DISPOSITIVO

Canal de pendiente variable
Canal de flujo lento

MATERIALES

- Molinete
- Flexómetro
- Limnímetro

Laboratorio de Hidráulica FIC_UMSNH 2024

PROCEDIMIENTO

Etapa I.

1. En el canal de flujo lento, abre la válvula para dejar fluir un determinado caudal, el cual deberá ser el mismo durante la práctica.
2. Dejar que el flujo se estabilice.
3. A continuación, recorre el canal desde la válvula hasta el vertedor y clasifica el tipo flujo que se presenta en las distintas secciones a lo largo del canal, de acuerdo con los criterios del encuadre teórico.
4. Durante el recorrido dibuja la instalación hidráulica en planta y perfil para cada tipo de flujo.

Etapa II.

1. En el canal de pendiente variable selecciona una sección determinada.
2. Mide con el flexómetro las dimensiones del canal (ancho plantilla, altura y ancho en la parte superior).
3. Abre la válvula para definir el escurrimiento de un determinado caudal hasta que éste se estabilice.
4. Una vez estabilizado el flujo, mide el tirante de agua con el limnímetro, procediendo a dibujar la sección hidráulica y define sus características geométricas (A, P, Rh, B, Y).
5. Con la sección hidráulica dibujada se procede a dividirla por medio de una malla o cuadrícula lo más cerrada posible conforme al tamaño del molinete que se pretenda usar, numerando el centro de cada área de la malla (al menos 6 secciones).
6. En el centro de cada una de las subdivisiones se procederá a visualizar la velocidad utilizando un molinete calibrado, para lo cual se procede primero a definir la altura del molinete sobre el fondo del canal según la subdivisión que se pretenda medir y ajustarlo por medio de su tuerca a la varilla del molinete de propela; una vez ajustada la altura, se anota el número de vuelta en que se encuentran las ruedas dentadas de medición y se introduce el molinete en el agua procurando que la varilla esté lo más vertical posible, y en coordinación con la persona que tiene el cronómetro, se pone en funcionamiento el engrane que mide las vueltas de los alabes del molinete jalando el hilo colocado para tal fin.

Laboratorio de Hidráulica FIC_UMSNH 2024

ACTIVIDADES **ETAPA 1**

1. Dibuje y describa como es el flujo a régimen turbulento y a régimen laminar.
2. Explique qué tipo de régimen se presenta al pasar de régimen lento a rápido y que fenómeno hidráulico se presenta al pasar de régimen rápido a régimen lento.
3. Explique que es un vórtice y que da origen a su formación.

ETAPA 2

1. Dibuje las curvas isotacas, el perfil de velocidades, tanto en perfil, como en planta y describa como es el diagrama o perfil de velocidades en una sección de un canal a régimen laminar, buscando a que figura geométrica se asemeja.
2. Demuestre a que profundidad se encuentra la velocidad media y la velocidad máxima de un flujo en un canal.

INSTRUCCIONES

1. Resolver cada una de las actividades solicitadas en la práctica.

2. Realizar una conclusión señalando lo aprendido durante la práctica.

Laboratorio de Hidráulica FIC - UMSNH 2024