



LABORATORIO DE HIDRÁULICA

HIDRÁULICA DE CANALES

Práctica 3 Flujo Gradualmente Variado

M. I. Isis Ivette Valdez Izaguirre
www.ingenieria.unam.mx/hidrounam

OBJETIVOS

Analizar el flujo gradualmente variado en un canal rectangular con el método estándar por pasos.

ANTECEDENTES

Flujo gradualmente variado
Ecuación dinámica
Características y clasificación de perfiles de flujo
Secciones de control
Método estándar por pasos.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Flexómetro

DESARROLLO

Canal rectangular con pendiente positiva

1. Establecer un gasto Q en el canal y medir la diferencia de niveles del mercurio, Δh , en m, en el manómetro diferencial cerrado del diafragma

$$\Delta h = \text{_____ m}$$

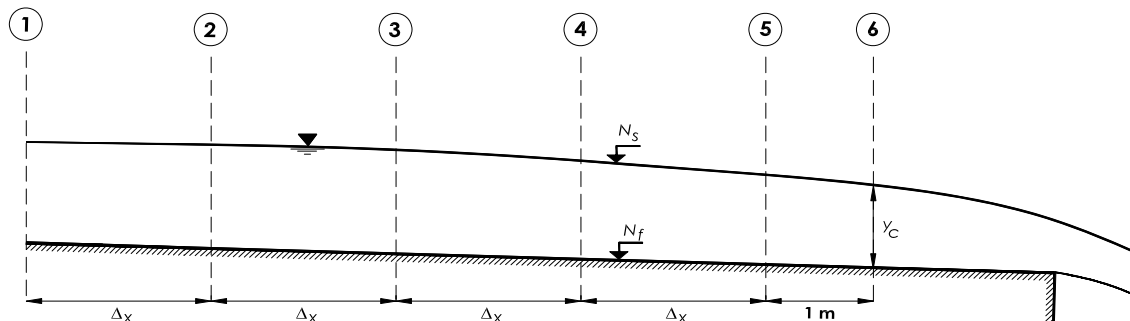


Figura 1: Canal rectangular con pendiente positiva

REGISTRO DE DATOS

Sección	N_f m	N_s m	$y = N_s - N_f$ m
1			
2			
3			
4			
5			
6 crítica			

MEMORIA DE CÁLCULO

1. Calcular el tirante normal y_n , en m y la pendiente crítica S_c del canal. Utilizar la ecuación de Manning:

$$\frac{Qn}{\sqrt{S_0}} = AR_h^{2/3} = f(y_n) ; S_c = \left(\frac{nQ}{AR_h^{2/3}} \right)^2 = f(y_c)$$

donde

Q gasto que fluye en el canal, en m^3/s
 n coeficiente de Manning, $n = 0.009 \text{ s/m}^{1/3}$
 S_0 pendiente de plantilla, $S_0 = 0.00256$
 A área hidráulica, en m^2
 R_h radio hidráulico, en m.



2. Clasificar el perfil que se presenta en el canal identificando las características siguientes:
 - a) Tipo de perfil según pendiente de plantilla y los tirantes crítico y normal
 - b) Zona en la que se localiza el perfil del flujo según los tirantes crítico y normal
 - c) Sentido de cálculo del perfil según la sección de control
 - d) Variación del tirante en el sentido del flujo con la ecuación dinámica de flujo gradualmente variado:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{1 - F_r^2}$$

donde F_r es el número de Froude y S_f la pendiente de fricción del perfil que se presenta en el canal.

3. Calcular el perfil de la superficie libre con la expresión del método estándar por pasos a partir de la sección 5:

$$y_i = y_{i+1} - \frac{\Delta x(S_0 - \bar{S}_f)}{1 - \bar{F}_r^2}$$

donde

y_{i+1} tirante en la sección $i + 1$, en m

y_i tirante en la sección i , en m

\bar{F}_r número de Froude medio:

$$\bar{F}_r = \frac{F_{ri} + F_{ri+1}}{2}$$

S_0 pendiente de plantilla

\bar{S}_f pendiente media aritmética de fricción:

$$\bar{S}_f = \frac{S_{fi} + S_{fi+1}}{2}$$

Δx distancia entre las secciones i e $i + 1$, en m.

Se sugiere el procedimiento siguiente:

- a) Con el tirante y_5 medido calcular el número de Froude F_{r5} y la pendiente de fricción S_{f5} que corresponde a la sección $i + 1$ de análisis.
 - b) Proponer Δy según las características del perfil del inciso anterior y deducir un tirante $y_{4p} = \Delta y + y_{i+1}$ que corresponde a la sección i .
 - c) Calcular el número de Froude F_{r4} y pendiente de fricción S_{f4} que corresponden a la sección i .
- Calcular el número de Froude medio \bar{F}_r y la pendiente de fricción media \bar{S}_f entre las dos secciones.

- e) Obtener el tirante y_{4c} según la ecuación del método estándar por pasos.
- f) Comparar los tirantes y_{4p} y y_{4c} ; si son diferentes pasar al inciso g; si son iguales con la tolerancia de 0.001 m, pasar al inciso h.
- g) Proponer el tirante calculado y_{4c} como un nuevo tirante propuesto y_{4p} y repetir los incisos c al f.
- h) El tirante y_{4c} es el tirante en la sección 4 y se puede pasar al siguiente intervalo de análisis, en el cual se conocen las características de la sección $i + 1$ que corresponden al tirante y_4 del intervalo anterior y se desconoce el tirante y_3 de la sección i .
- i) Repetir los incisos a) al h).

4. Dibujar a escala en el mismo plano

- a) La plantilla del canal en color negro.
- b) El tirante crítico en color café.
- c) El tirante normal en color rojo.
- d) El perfil de la superficie libre medido en color azul.
- e) El perfil de la superficie libre calculado en color verde.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué variables relaciona la ecuación dinámica del flujo gradualmente variado?
2. ¿Qué es una sección de control en el cálculo de un perfil de flujo?
3. ¿Cómo se obtiene la ecuación del método estándar por pasos para el cálculo del perfil?
4. ¿Cómo se determina el sentido de cálculo de un perfil?
5. ¿Qué características tiene un flujo gradualmente variado?
6. Presente el cuadro de clasificación de los perfiles de un flujo gradualmente variado de la referencia 1.

REFERENCIAS

1. Sotelo A. G., *Hidráulica de canales*, Facultad de Ingeniería, UNAM 2001.
2. Chow V. T., *Hidráulica de los canales abiertos*, McGraw Gill, México 1985.
3. <http://es.wikipedia.org>