

# ACADEMIA DE HIDRÁULICA

## GUÍA DE ESTUDIO DE PARA ETS DE CONDUCCIONES A SUPERFICIE LIBRE T.M.

**OBJETIVO:** El alumno resolverá problemas relativos a conducciones a superficie libre que incluyan diferentes condiciones de operación y la presencia de fenómenos hidráulicos; diseñará canales con base a los diferentes métodos existentes.

CONTENIDO	TIPO DE CONOCIMIENTO
<b>I GENERALIDADES DE CONDUCCIONES A SUPERFICIE LIBRE (CSL)</b> 1.1 Funcionamiento, características y clasificación 1.2 Importancia y sustentabilidad de CSL en obras de infraestructura hidráulica 1.3 Deducción de ecuaciones de CSL 1.3.1 Características geométricas: pendiente longitudinal, talud, plantilla y bordo libre 1.3.2 Características hidráulicas: área hidráulica, perímetro mojado, radio hidráulico, tirante, rugosidad y pendiente hidráulica 1.4 Flujos en CSL 1.4.1 Perfil de velocidades 1.4.2 Velocidades permisibles en CSL (tablas y nomogramas) 1.4.3 En función del tiempo, distancia y pendiente 1.5 Ecuaciones fundamentales para CSL 1.5.1 Ecuación de la energía 1.5.2 Ecuación de continuidad 1.5.3 Impulso y cantidad de movimiento	TEÓRICO-PRÁCTICO
<b>II FLUJO UNIFORME PERMANENTE EN CSL</b> 2.1 Generalidades y parámetros hidráulicos 2.1.1 Características y condiciones 2.1.2 Ecuaciones de velocidad: Chezy y Manning 2.1.3 Dimensionamiento de CSL 2.2 Sección de Máxima Eficiencia Hidráulica en CSL 2.2.1 Ecuaciones y condiciones 2.2.2 Dimensionamiento y revisión de CSL	TEÓRICO-PRÁCTICO

<p><b>III RÉGIMEN CRÍTICO Y RÉGIMEN GRADUALMENTE VARIADO EN CSL</b></p> <p>3.1 Energía específica  3.1.1 Representación gráfica  3.1.2 Relación con el régimen crítico, subcrítico y supercrítico</p> <p>3.2 Régimen crítico  3.2.1 Características, causas y condiciones  3.2.2 Tirante crítico para distintas geometrías  3.2.3 Pendiente crítica  3.2.4 Régimen subcrítico y supercrítico</p> <p>3.3 Flujo gradualmente variado  3.3.1 Características y causas  3.3.2 Condiciones: estructuras, variación de pendientes y/o geometría  3.3.3 Tipos de perfiles de flujo en CSL según relación de tirantes y pendientes  3.3.4 Métodos para obtener las curvas de remanso: integración directa, integración gráfica y paso a paso</p>	<p>TEÓRICO-PRÁCTICO</p>
<p><b>IV FLUJO RÁPIDAMENTE VARIADO EN CSL</b></p> <p>4.1 Características, causas y condiciones del salto hidráulico  4.1.1 Función  4.1.2 Tipos  4.1.3 Momentum para las geometrías más usuales  4.1.4 Componentes para las geometrías más usuales  4.1.5 Estructuras de operación y complementarias: compuertas, vertedores; tanque amortiguador y cubeta deflectora o lanzadora</p> <p>4.2 Ecuaciones para componentes del salto hidráulico  4.2.1 Tirantes conjugados  4.2.2 Longitud  4.2.3 Pérdidas de energía</p>	<p>TEÓRICO-PRÁCTICO</p>
<p><b>V HIDROMETRÍA, DIMENSIONAMIENTO Y REVISIÓN DE CSL</b></p> <p>5.1 Hidrometría en la operación de CSL: medición instantánea de gasto  5.1.1 Características de los sitios de aforo  5.1.2 Método de aforo sección pendiente  5.1.3 Método de aforo sección velocidad (molinetes, flotadores y trazadores químicos)</p> <p>5.2 Hidrometría en la operación de CSL: medición permanente con dispositivos y estructuras  5.2.1 Limnímetros y limnígrafos  5.2.2 Vertedores  5.2.3 Parshall</p> <p>5.3 Dimensionamiento y revisión de CSL de tierra  5.3.1 Generalidades  5.3.2 Método de la fuerza tractiva  5.3.3 Método de velocidad máxima permisible</p>	<p>TEÓRICO-PRÁCTICO</p>

# CONDUCCIONES A SUPERFICIE LIBRE

## TEORÍA

### Unidad Temática I. Generalidades de Conducciones a Superficie Libre (CSL).

1. Explique que es un canal.
2. ¿Cuántos tipos de canales existen?
3. Explique cuáles son las características del funcionamiento de los canales (incluya esquemas).
4. ¿Cuál es la diferencia del funcionamiento entre las conducciones a superficie libre y los conductos a presión?
5. Describa cómo se clasifican los canales.
6. Describa cada uno de los elementos geométricos de los canales (Su simbología/nomenclatura, concepto y esquema).
7. Enliste cada una de las ecuaciones para determinar los elementos geométricos de los canales.
8. Describa y anote: cuáles son las ecuaciones fundamentales para canales.
9. Realice la representación gráfica de la ecuación de Bernoulli para canales, indicando cada uno de sus términos.
10. ¿Cuáles son los números adimensionales para clasificación para canales?
11. Describa los siguientes flujos para canales: Permanente y no Permanente; Uniforme y no Uniforme; de acuerdo con Reynolds y Froude; Gradualmente Variado, Rápidamente Variado. Anote las ecuaciones para Reynolds y Froude.

### Unidad Temática II. Flujo uniforme permanente en CSL

1. ¿Cuáles son las características hidráulicas del flujo Uniforme-Permanente?
2. ¿Qué es el tirante normal? ¿Cuándo y dónde se presenta el tirante normal?
3. ¿Cómo se calcula el tirante normal? ¿de qué depende su cálculo.?
4. ¿Cuáles son las condiciones que se cumplen en el flujo Uniforme-Permanente?
5. Realice la representación gráfica del Flujo Uniforme Permanente para canales.
6. Explique el concepto de sección de máxima eficiencia o sección hidráulica óptima (dentro de los canales).
7. ¿Qué aplicación tiene en canales el concepto de sección de máxima eficiencia?
8. ¿Qué se calcula en una sección de máxima eficiencia y qué parámetros se requieren?
9. ¿De qué depende su cálculo y de qué datos se necesitan?

10. Enliste las ecuaciones que se utilizan para distintas geometrías; describa cada uno de sus términos
11. ¿Qué condiciones generales tiene que cumplirse en el concepto de sección de máxima eficiencia?

### **Unidad Temática III. Régimen crítico y Régimen o Flujo Gradualmente Variado (FGV) en CSL**

1. Explique el concepto de energía específica en canales.
2. ¿Cómo se determina la energía específica en canales?
3. ¿Qué unidades tiene la energía específica?
4. Realice la representación gráfica de la energía específica en canales.
5. ¿Qué tipos de régimen del flujo se presenta en la energía específica?
6. Explique las diferentes condiciones y características hidráulicas que se presenta en la energía específica.
7. ¿Qué conceptos se determinan en la energía específica y qué datos se requieren?
8. ¿De qué depende el cálculo del tirante crítico?
9. Explique las características hidráulicas del Flujo Gradualmente Variado (FGV).
10. Explique las causas por las cuales se presenta este tipo de flujo. Cite algunos ejemplos (5).
11. ¿Qué aplicación tiene este flujo en la hidráulica de canales.
12. Describa qué se analiza en este tipo de flujo.
13. ¿Qué se calcula en este tipo de flujo.
14. ¿Cuál es el nombre de los métodos existen para análisis del Flujo Gradualmente Variado?
15. De cada método describa qué se determina.
16. Anote las ecuaciones que se aplican y cada uno de sus términos.

### **Unidad Temática IV. Flujo rápidamente variado en CSL**

1. ¿Explique que es el salto hidráulico? Enliste sus componentes
2. ¿Qué tipo de flujo se presenta en el salto hidráulico?
3. ¿Qué lo genera y en dónde se presenta?
4. ¿Qué aplicación tiene en la Hidráulica?
5. Realice un esquema del salto hidráulico.

6. ¿Qué parámetros se calculan en el salto hidráulico?
7. ¿Qué elementos intervienen en el análisis del fenómeno?
8. Enliste las ecuaciones y sus términos con unidades que se utilizan
9. ¿Explique los diferentes tipos de Salto Hidráulico existen?
10. Realice un esquema de cada tipo de Salto Hidráulico.

## **Unidad Temática V. Hidrometría, dimensionamiento y revisión de CSL**

1. Describa los siguientes métodos de Aforo en canales:
  - a. Químicos, trazadores
  - b. Sección Pendiente
  - c. Sección Velocidad
  - d. Sección Control.
2. Describa los siguientes Medidores de velocidad en canales:
  - a. Molinetes –mecánicos
  - b. Electrónicos
  - c. Flotadores.
3. Describa las estructuras para mediciones de gastos en canales:
  - a. Estación hidrométrica
  - b. Vertedores
  - c. Aforador Parshall
  - d. Orificios.
4. Describa el equipo para medición de tirantes:
  - a. limnógrafos y limnímetros.
5. Anote y describa los métodos para diseño de canales.
6. En el método de diseño de canales no revestidos, se requiere información básica. Enliste dicha información (parámetros físicos, geométricos e hidráulicos).

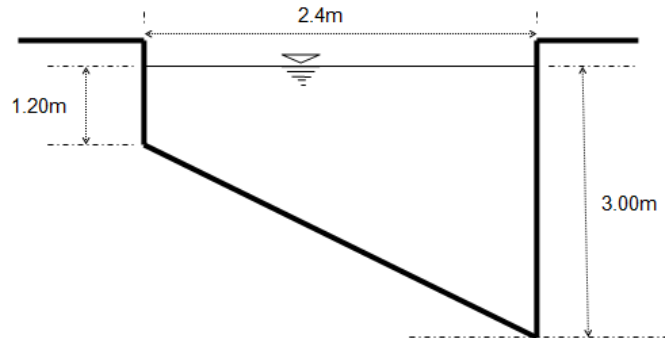
# PROBLEMARIO CONDUCCIONES A SUPERFICIE LIBRE

## UNIDAD TEMÁTICA II. FLUJO UNIFORME PERMANENTE EN CSL

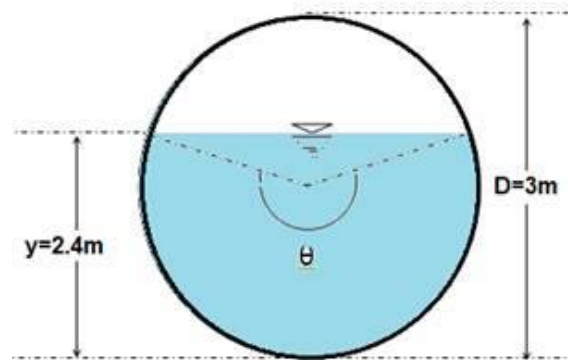
### ▪ *FLUJO UNIFORME PERMANENTE*

1. El Gran Canal del desagüe ( $L = 9350$  m) tiene dos cajones de concreto de  $4 \times 4$  m, con una elevación inicial de  $28.5$  msnm y una final de  $27.02$  msnm. Considerando que trabaje al 70% de su capacidad, calcule el caudal circulante.
2. Calcule el tirante normal para un canal que conduce  $12 \text{ m}^3/\text{seg}$ , su talud es de  $1.5:1$ , la pendiente de fondo es de  $0.0006$  y la plantilla es de  $6.5$  m, mientras que su rugosidad es de  $0.014$ .
3. Calcule la plantilla necesaria para un canal de concreto de rugosidad de  $0.013$ , tirante de  $3$  m y talud  $0.25:1$ ; su pendiente de fondo es de  $0.007$ , y conduce  $45 \text{ m}^3/\text{seg}$ .
4. Calcule el talud para un canal de concreto (rugosidad =  $0.013$ ) que tiene una pendiente de fondo de  $0.0007$  si la profundidad del flujo es de  $0.85$  m y circula un gasto de  $200 \text{ lt}/\text{seg}$ .
5. ¿Qué caudal puede alcanzarse en un canal revestido de cemento de  $1.20$  m de ancho y una pendiente de  $4$  m en  $10,000$  m de longitud, si el agua circula con  $0.6$  m de profundidad?, el coeficiente de rugosidad es de  $0.015$ . Aplicar los coeficientes  $C$  de Kutter y de Manning. La temperatura del flujo es de  $22^\circ\text{C}$  determine el régimen del flujo.
6. Un canal rectangular está diseñado de tal manera que  $b=2d$ ; calcule el tirante normal considerando:  $S_o = 0.0003$ ,  $Q = 9.32 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $n = 0.015$
7. Calcule el ancho de plantilla de un canal rectangular con la siguiente información:  $S_o = 0.0004$ ,  $d = 1.93$  m,  $Q = 12.53 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $n = 0.012$ .
8. Calcule la pendiente necesaria para que el siguiente canal trapecial conduzca  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ :  $n = 0.035$ ,  $b = 3.51$  m,  $d = 1.83$  m,  $t = 1.2$ .

9. Con qué pendiente se deberá trazar el canal que se muestra en la figura, para transportar  $15.94 \text{ m}^3/\text{s}$  de agua, si el coeficiente de Chézy es  $C = 55$  y la superficie libre del agua es igual a  $2.4 \text{ m}$ .



10. El conducto circular que se muestra en la figura trabaja parcialmente lleno a flujo uniforme. Con los datos siguientes:  $D = 2.4 \text{ m}$  de concreto ( $n = 0.012$ ),  $S_o = 0.0005$ ,  $d_o = 2.5 \text{ m}$ , calcule el gasto y la velocidad.



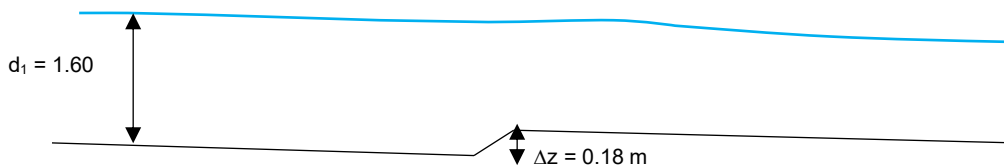
▪ **SECCIÓN DE MÁXIMA EFICIENCIA**

1. Calcule el gasto que circula por cada uno de los canales, revise si las dimensiones del canal más eficiente corresponden a una sección de máxima eficiencia; de no ser así, calcule dichas dimensiones para cada caso:
  - a. La base es de 4 m, el tirante es de 1 m.
  - b. La base es de 2 m, el tirante es de 1 m, el talud es de 2:1.
  - c. La base es de 2 m, el tirante es de 2 m.
  
2. Un canal de concreto debe conducir  $50 \text{ m}^3/\text{seg}$ , el cual tiene un coeficiente de rugosidad de 0.017, un talud de 1:5:1 y una pendiente de fondo de 0.00026. Obtener las dimensiones de la sección hidráulicamente óptima, así como la velocidad. Verifique que cumpla con las condiciones de máxima eficiencia.
  
3. Un canal debe conducir un gasto de  $3 \text{ m}^3/\text{seg}$  a una velocidad de 1.2 m/seg. Calcule las dimensiones hidráulicas óptimas y la pendiente necesaria si el canal es de concreto, con un coeficiente de rugosidad  $n = 0.017$ .

## UNIDAD TEMÁTICA III. RÉGIMEN CRÍTICO Y RÉGIMEN GRADUALMENTE VARIADO EN CSL

### ▪ ENERGÍA ESPECÍFICA Y RÉGIMEN CRÍTICO

1. Un canal de sección rectangular y ancho constante tiene un gasto unitario  $q = 2 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ ,  $d_1 = 1.6 \text{ m}$ ,  $\Delta z = 0.18 \text{ m}$ . Calcule  $d_2$  si  $hf_{1-2} = 0$  y  $S_0 = 0$



2.  $4 \text{ m}^3/\text{seg}$  de agua circulan por un canal cuya pendiente longitudinal es de  $0.0004$ , el coeficiente de rugosidad es de  $0.014$ ; a partir de los datos anteriores determine los tirantes críticos y las energías específicas de las siguientes secciones.
  - a) Se forma un ángulo interno de  $60^\circ$  entre las paredes del canal.
  - b) La base es de  $2 \text{ m}$ .
  - c) La base es de  $3 \text{ m}$ , el talud es de  $0.5:1$ .
3. Un canal de  $3 \text{ m}$  de ancho conduce  $4.5 \text{ m}^3/\text{seg}$  de agua. Calcule la energía específica para los tirantes de  $0.10 \text{ m}$  a  $2 \text{ m}$  (en intervalos a cada  $0.10 \text{ m}$ ), el tirante crítico e identificar los tirantes que comparten el mismo valor de energía específica; clasifique para cada tirante el régimen del flujo. Represente gráficamente el problema.

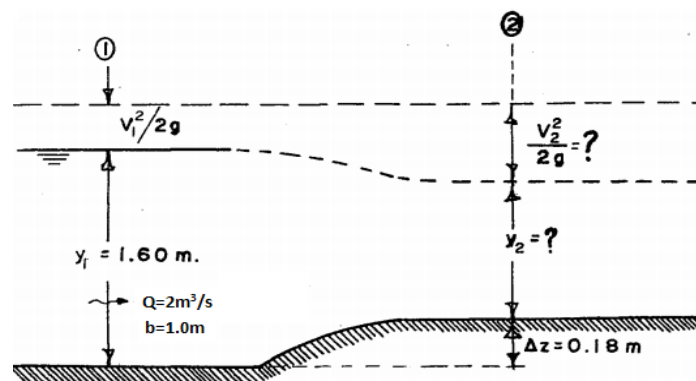
### ▪ RÉGIMEN CRÍTICO

1. Calcule el tirante crítico de un canal que conduce  $18 \text{ m}^3/\text{seg}$ , el cual tiene una base de  $3 \text{ m}$ ; calcule también la energía específica mínima.
2. Calcule el tirante crítico de la sección circular parcialmente llena con los datos siguientes:  $Q = 29.4 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $D = 5 \text{ m}$ .

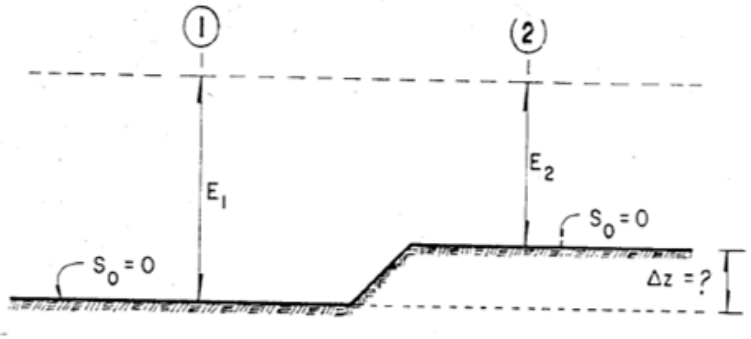
3. Se tiene un canal en el cual existe una sección de control trapecial, calcule el tirante crítico si  $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $b = 6.00 \text{ m}$ ,  $t = 1.0$ .
  
4. Calcule la pendiente crítica para un canal que transporta  $52 \text{ m}^3/\text{seg}$ , con una base de  $5.5 \text{ m}$ , talud de  $3:1$ , el canal es de concreto, su coeficiente de rugosidad es de  $0.014$ , la pendiente es de  $0.0003$ .

▪ **RÉGIMEN O FLUJO GRADUALMENTE VARIADO (FGV)**

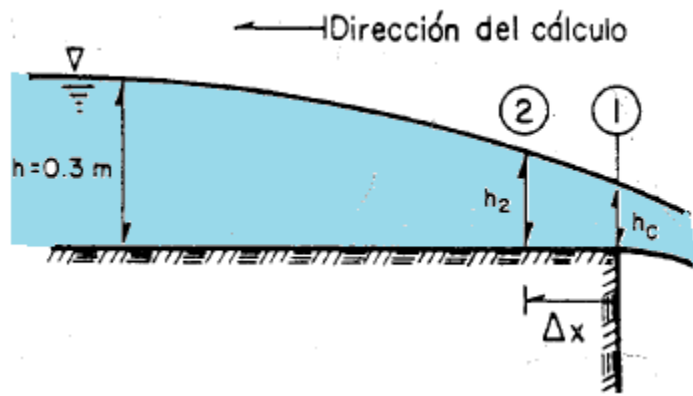
1. 13.5 m<sup>3</sup>/seg de agua circulan por un canal de 3.5 m de base, el coeficiente de rugosidad es de 0.017, la pendiente de fondo es de 0.0005, el talud 0.5:1. Determine, clasifique el perfil de flujo y haga el esquema para el siguiente caso:  $d_1 = 0.65$  m.
2. Un canal tiene una plantilla de 5 metros, por el cual conduce un gasto de 26 m<sup>3</sup>/s, la rugosidad es de 0.017, la pendiente de fondo es de  $S_o = 0.005$ , el tirante dato es  $d_1 = 0.60$  m y el tirante normal  $d_n$  es de 1.36 m. Realice la clasificación del perfil de acuerdo a la tabla de flujo gradualmente variado.
3. Se tiene un canal de 8 m de base, el coeficiente de rugosidad es de 0.016, la pendiente de fondo es de 0.0014, se presenta un tirante normal de 2 m, la longitud entre los tirantes 1 y 2 es de 20 m. Calcule el tirante en la sección 2 si en la sección 1 se tiene un tirante de 2.60 m.
4. Por un canal de 0.245 m de base circular 0.060 m<sup>3</sup>/seg, la pendiente de fondo es de cero, el coeficiente de rugosidad es de 0.011. Calcule la longitud necesaria desde la sección en el tirante 1 de 0.3 m hasta la descarga libre donde el tirante es de 0.18 m. Dibuje a escala el perfil.
5. El cambio de plantilla de un canal rectangular que se muestra en la figura es suficientemente gradual y lisa para despreciar las pérdidas de energía, en ella no existen cambios en el ancho de la plantilla, sino únicamente en su desnivel. Considerando las condiciones de la sección uno, determinar las de la sección 2.



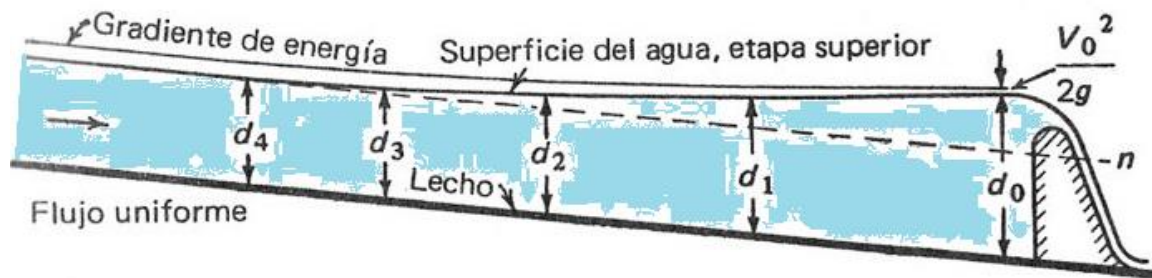
6. En la figura se representa un canal rectangular de ancho constante e igual a 10 m. Encuentre la altura máxima del escalón ( $\Delta z$ ) si tiene un gasto de  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  y la energía específica en la sección uno es igual a 1.5 m. Las pérdidas son despreciables.



7. Calcule la longitud necesaria desde la sección en que  $h = 0.3 \text{ m}$  hasta la descarga libre. Considere  $B = b = 0.245 \text{ m}$ ,  $n = 0.011$ ,  $S_0 = 0.0001$ ,  $Q = 0.060 \text{ m}^3/\text{s}$ . Utilice el método de incrementos finitos (utilice diez tramos).



8. Una corriente, que fluye a la profundidad normal por un canal rectangular de concreto de 12 m de anchura, se encuentra con una obstrucción, tal como se muestra en la figura, la cual produce un aumento en la profundidad normal en la obstrucción y que afecta hasta una cierta distancia aguas arriba. El caudal es de  $126 \text{ m}^3/\text{s}$ , y la pendiente del fondo del canal es de  $0.00086$ . Si la profundidad del agua justamente aguas arriba de la obstrucción es de  $4.55 \text{ m}$ , determinar la distancia aguas arriba hasta el punto en que la profundidad es normal.

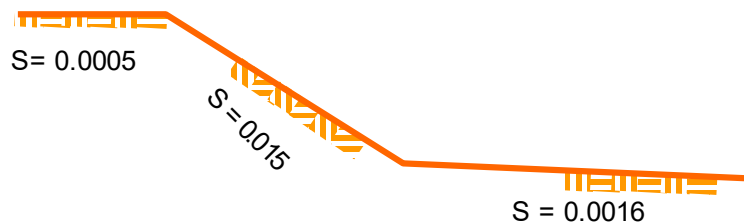


9. Calcular la longitud necesaria desde la sección 1 ( $d_c = 0.47 \text{ m}$ ) y la sección 2 ( $d_n = 0.57 \text{ m}$ ) hasta la descarga libre de un canal si tiene un ancho de plantilla de  $1 \text{ m}$ , un gasto de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , la pendiente es de  $0.005$ , el coeficiente de rugosidad de  $0.017$ .

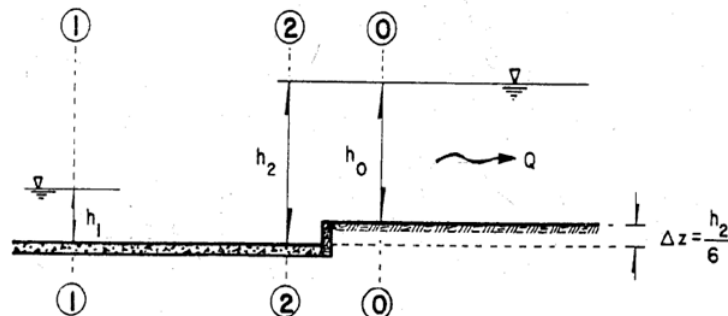
## UNIDAD TEMÁTICA IV. FLUJO RAPIDAMENTE VARIADO

### ▪ SALTO HIDRÁULICO

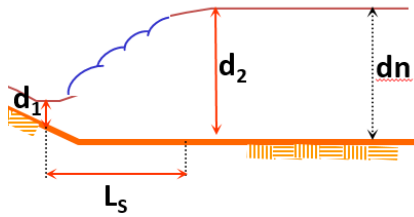
- Por un canal de 6 m de base en el cual se presenta el salto hidráulico y para uno de sus tirantes igual 0.401 m, por dicho canal pasan 50 m<sup>3</sup>/seg. Calcule y/o clasifique:
  - El otro tirante conjugado.
  - Las pérdidas  $hf_{1-2}$  y la longitud del salto.
  - Clasifique cada uno de sus tirantes y el régimen del flujo.
- En un canal de sección trapezoidal se presenta un salto hidráulico del cual se requiere calcular uno de sus tirantes, conociendo: el gasto 12 m<sup>3</sup>/seg, el tirante 1 es de 0.60 m, la plantilla 1 es de 2.50 m, el talud de 0.5 a 1, la plantilla 2 es de 2.80 m, el talud 2 0.5 a 1. Clasifique cada uno de sus tirantes y el régimen del flujo.
- Dibuje el perfil del flujo según el esquema y calcule los parámetros hidráulicos que se presentan, si se tiene un caudal de 11.35 m<sup>3</sup>/seg, una rugosidad de 0.013 y un ancho de plantilla de 3.05 m.



- Dado el siguiente canal en donde  $B = b = 10$  m y  $Q = 100$  m<sup>3</sup>/s, se desea confirmar el salto hidráulico de manera que fuera del tanque amortiguador la velocidad del canal no sobrepase el límite de 8 m/s; el escalón que se presenta mide  $h_2/6$  (un sexto del tirante en sección 2). Calcule el tirante  $h_1$  considerando que el salto es claro y estable (suponer que  $hf_{2-0} = 0$ ).



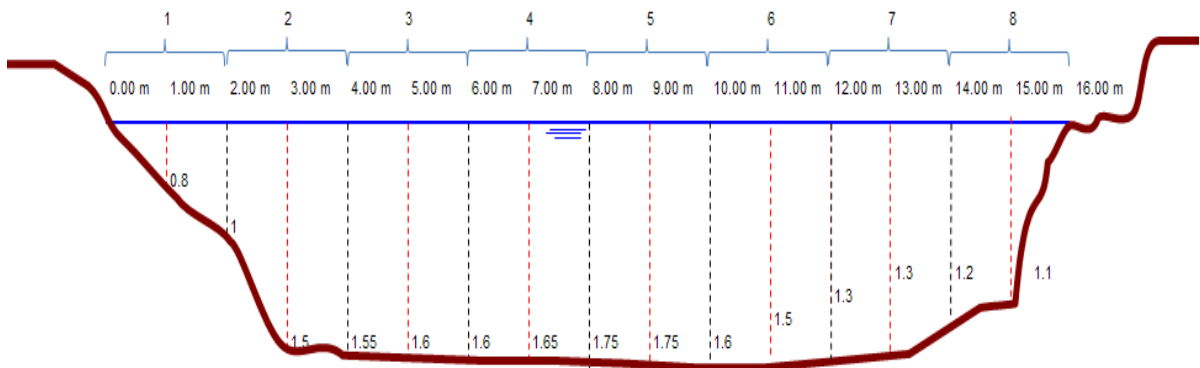
5. Por un canal de 5 m de base, circulan  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ ; si se presenta un salto hidráulico y uno de sus tirantes es de 1.67 m:
- Establezca el Régimen del flujo para el tirante conocido.
  - Calcule las pérdidas en el salto hidráulico.
  - Calcule la longitud del salto hidráulico claro por alguna de las expresiones.
6. Del siguiente perfil, determine los tirantes  $d_1$  y  $d_2$  y sus regímenes de flujo en un salto hidráulico si el gasto es de  $20.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , la base del canal es de 4 m, y aguas abajo del salto hidráulico se tiene una pendiente de fondo de 0.004. Asimismo, calcule las pérdidas del salto y la longitud de este.



## UNIDAD TEMÁTICA V. HIDROMETRÍA, DIMENSIONAMIENTO Y REVISIÓN DE CSL

### ▪ HIDROMETRÍA EN CASL

1. Calcule el gasto en el influente de una planta de tratamiento si tiene un canal con medidor Parshall con  $W = 2.0$  m y en el medidor se registra un tirante de 1.50 m.
2. Calcule el gasto en el influente de una planta de tratamiento si cuenta con un vertedor triangular con  $60^\circ$  de escotadura registra una carga de 0.30 m.
3. Aplicando el método de los 6/10, calcule el gasto total aforado con molinete en la sección transversal de un canal de tierra dragado hace 10 años que a continuación se indica (esquema). Considera secciones a cada dos metros. Las observaciones con molinete arrojaron los siguientes datos:



ECUACIÓN DE VELOCIDAD DE MOLINETE

$$V = 0.560(N) + 0.00925$$

Sección	Revoluciones	Tiempo (segundos)
1	9	50
2	40	60
3	48	65
4	49	66
5	45	62
6	38	58
7	15	55
8	12	50

4. Se realizaron 3 lecturas para el vertedor rectangular sin contracción de pared delgada en el laboratorio de hidráulica de la ESIA Zacatenco, para un canal rectangular cuya base es de 0.80 metros y  $P = 1.05$  m. Tomando en cuenta la siguiente tabla, calcule el gasto en  $m^3/s$ .

Lectura	H de vertedor medida con el limnómetro (cm)	$H_o = -0.05$ cm
1	17.90	
2	17.53	
3	17.32	

5. Se realizaron aforos mediante flotadores en el laboratorio de hidráulica de la ESIA Zacatenco, para un canal rectangular de 80 centímetros y un tirante de 70 centímetros; calcule el gasto con datos de mediciones (tabla), si los parámetros del molinete son  $a = 0.71$  y  $b = 0.01$ .

Material	Ensayo	Tiempo, segundos	Longitud, metros
Madera	1	13.86	5
	2	14.84	5
	3	12.75	5

#### ▪ DISEÑO DE CANALES

1. Calcule el ancho de plantilla y el tirante normal de un canal trapecial que debe transportar  $10 m^3/seg$  y tiene una pendiente de fondo  $S_0 = 0.0001$ ; el canal está formado por grava. Utilice el método de las velocidades máximas permisibles.

2. Un canal rectangular con fondo arenoso tiene las siguientes características:  $S_s = 2.65$ ,  $B = 10$  m,  $h = 1.5$  m,  $Q = 6$  m<sup>3</sup>/s,  $V = 0.01$  cm<sup>2</sup>/s.

Se desea saber lo siguiente:

- ¿Hay arrastre de fondo, considerando un  $d_{75}$ ?
- ¿Cuáles son  $Q$  y  $S_o$  máximos para que el lecho se mantenga en reposo?

