



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA  
en acción continua...

# **GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS “HIDRÁULICA GENERAL”**

## **TRABAJO PRÁCTICO N° 6: CANALES EN MOVIMIENTO PERMANENTE UNIFORME**

**MATERIAL PREPARADO POR:**

**ING. PATRICIA S. INFANTE, PROF. ADJUNTO  
ING. ALEJANDRA PUNTA, AYUD. DE PRIMERA  
MARÍA CECILIA MASETTI, AYUD. DE SEGUNDA**

**AÑO: 2002**

<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.Cuyo</b>	<b>HIDRÁULICA GENERAL</b>	
<b>3º AÑO- 2002 INGENIERIA CIVIL</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CANALES EN MPU</b>	HOJA N° 2 DE 9.

### EJERCICIO N°1

Calcular el tirante normal, el crítico, la velocidad crítica y el número de Froude, para un canal de hormigón por el que circula un caudal Q. La sección transversal del canal es trapezoidal de base b y taludes laterales de 1:1, y la pendiente de fondo es i.

#### **DATOS:**

$$Q = 39 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 2 h_n \Rightarrow (h_n / b = 0.5)$$

$$i = 0.005$$

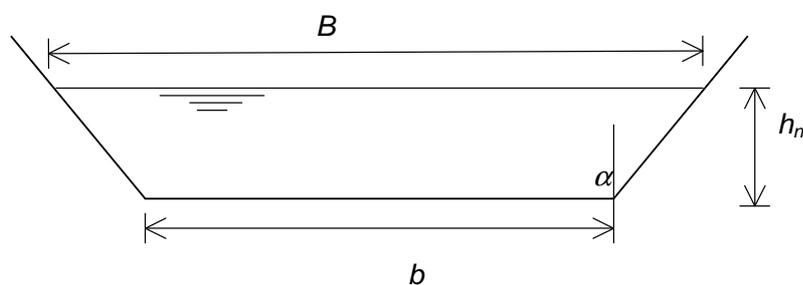
$$n = 0.013$$

#### **INCÓGNITAS:**

$$h_c$$

$$h_n$$

$$U_c$$



#### **Cálculo de parámetros normales:**

Debe tenerse en cuenta que

$$\omega = b * h_n + h_n^2 * \text{tg} \alpha$$

$$B = b + 2 * h_n * \text{tg} \alpha$$

siendo  $\alpha = 45^\circ \Rightarrow \text{tg} \alpha = 1$        $\omega = b * h_n + h_n^2$        $B = b + 2 * h_n$

Como  $Q = 39 \text{ m}^3/\text{s}$      $n = 0.013$      $i = 0.005$

$$R_H = \frac{\omega}{\chi} \quad \text{como} \quad \omega = b * h_n + h_n^2 * \text{tg} \alpha \quad R_H = \frac{b * h_n + h_n^2 * \text{tg} \alpha}{b + 2h_n * \text{sec} \alpha}$$

$$\chi = b + \frac{2h_n}{\cos \alpha}$$

Considerando la fórmula de Manning para el cálculo del coeficiente de Chezy:

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{n} \quad \text{y} \quad U = C \sqrt{R_H * i}$$

Se tantea el valor de la altura normal  $h_n$  con las ecuaciones anteriores hasta verificar el caudal a erogar.

Resulta así la siguiente tabla, producto de las iteraciones:

<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.Cuyo</b>	<b>HIDRÁULICA GENERAL</b>	
<b>3º AÑO- 2002 INGENIERIA CIVIL</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CANALES EN MPU</b>	HOJA N° 3 DE 9.

Condic.	b (m)	h (m)	n	R <sub>H</sub> (m)	U (m/s)	ω (m <sup>2</sup> )	χ (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>ini</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1	4	1.39	0.013	0.942	5.23	7.46	7.92	39.2	39

El número de Froude resulta:

$$Fr = \frac{U_n}{\sqrt{g * \omega / B}} = \frac{5.23}{\sqrt{9.81 * 7.46 / 6.77}} = 1.59$$

Cálculo de parámetros críticos:

Recordemos que para condiciones críticas el  $Fr = 1$ , y la velocidad crítica se calcula con la fórmula siguiente, la cual es necesario tantear para encontrar el valor de  $h_c$  que verifica el caudal.

$$U_c = \sqrt{g * \omega_c / B} \Rightarrow Q = U_c * \omega_c$$

Resulta:

Condición	Q (m <sup>3</sup> /s)	b (m)	h <sub>c</sub> (m)	ω <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	B <sub>c</sub> (m)	ω <sub>c</sub> /B <sub>c</sub> (m)	U <sub>c</sub> (m/s)	Q'
n	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)
1	39	4.	1.82	10.59	7.64	1.386	3.688	39.01

### EJERCICIO N°2

Calcular la altura normal de escurrimiento de un canal de hormigón premoldeado de sección trapezoidal con taludes 2:1 (H:V), que transporta un caudal de 10 m<sup>3</sup>/s con una pendiente de 0.0003 y un ancho inferior de la sección trapezoidal de 5m. Determinar el régimen de escurrimiento

#### **DATOS                      INCÓGNITAS**

Q=10m<sup>3</sup>/seg.    h<sub>n</sub>

tgα=2/1            h<sub>c</sub>

b=5m                Fr

n=0.014

i=0.0003           Régimen

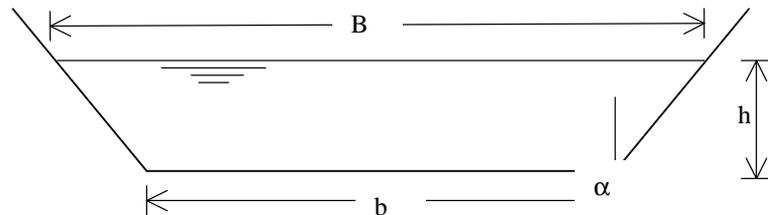
$$\omega = b * h_n + h_n^2 * tg\alpha \quad B = b + 2 * h_n * tg\alpha \quad R_H = \frac{\omega}{\chi}$$

$$\omega = b * h_n + h_n^2 * tg\alpha$$

$$\chi = b + \frac{2h_n}{\cos\alpha}$$

<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.Cuyo</b>	<b>HIDRÁULICA GENERAL</b>	
<b>3º AÑO- 2002 INGENIERIA CIVIL</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CANALES EN MPU</b>	HOJA N° 4 DE 9.

$$R_H = \frac{b \cdot h_n + h_n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{b + 2h_n \cdot \sec \alpha} \quad C = \frac{R_H^{1/6}}{n} \quad U = C \sqrt{R_H \cdot i} \quad Fr = \frac{U_n}{\sqrt{g \cdot \omega / B}}$$



Se itera adoptando el valor de  $h$  y se verifica con el caudal de  $10 \text{ m}^3/\text{seg.}$ . Los resultados son los siguientes:

$h_n$ (m)	$h_c$ (m)	Fr	Régimen
1.21	0.67	0.37	RÍO O SUBCRÍTICO

### EJERCICIO N°3

Un canal rectangular de hormigón ( $n=0.014$ ) de 2.00 m de ancho tiene una descarga de  $2 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , con una pendiente de 0.001. Determinar la altura normal de escurrimiento.

Se adopta una altura de agua y se itera con las ecuaciones siguientes, hasta verificar el caudal.

$$Q = U \cdot \omega$$

$$\omega = b \cdot h_n \quad \chi = b + 2 \cdot h_n \quad R_H = \frac{\omega}{\chi} \quad C = \frac{R_H^{1/6}}{n} \quad U = C \sqrt{R_H \cdot i} \quad Fr = \frac{U_n}{\sqrt{g \cdot \omega / B}}$$

La altura normal resultante de la iteración es:

$h_n$ (m)	$\omega$ ( $\text{m}^2$ )	$\chi$ (m)	$R_H$ (m)	U(m/seg)	Fr	Q ( $\text{m}^3/\text{seg}$ )
0.77	1.54	3.54	0.435	1.3	0.47	2

### EJERCICIO N°4.

Calcular la altura normal y la altura crítica para un canal trapecial de ancho inferior de 5 m, con una pendiente de fondo de 0.003, taludes de 2:1 (2H:1V) y un caudal de conducción de  $10 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , cuyo revestimiento es de hormigón ( $n=0.014$ ). Determinar el régimen de escurrimiento.

#### **DATOS                      INCÓGNITAS**

$Q=10 \text{ m}^3/\text{seg.}$      $h_n$

$\operatorname{tg} \alpha = 2/1$          $h_c$

$b=5 \text{ m}$             Fr

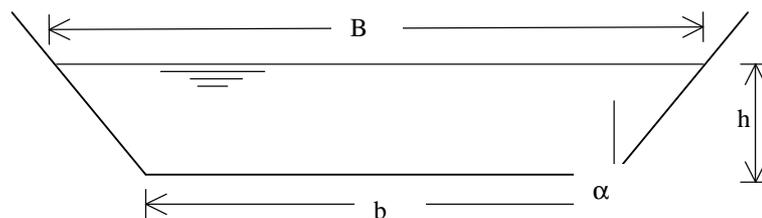
$n=0.014$          Régimen

$i=0.003$

<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.Cuyo</b>	<b>HIDRÁULICA GENERAL</b>	
<b>3º AÑO- 2002 INGENIERIA CIVIL</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CANALES EN MPU</b>	HOJA N° 5 DE 9.

$$\omega = b \cdot h_n + h_n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad B = b + 2 \cdot h_n \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad R_H = \frac{\omega}{\chi} \quad \chi = b + \frac{2h_n}{\cos \alpha}$$

$$R_H = \frac{b \cdot h_n + h_n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{b + 2h_n \cdot \sec \alpha} \quad C = \frac{R_H^{1/6}}{n} \quad U = C \sqrt{R_H \cdot i} \Rightarrow Q = U \cdot \omega \quad Fr = \frac{U_n}{\sqrt{g \cdot \omega / B}}$$



Se itera adoptando el valor de h y se verifica con el caudal de 10m<sup>3</sup>/seg. Los resultados son los siguientes:

<b>h<sub>n</sub></b> <b>(m)</b>	<b>n</b>	<b>Q</b> <b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>b</b> <b>(m)</b>	<b>B</b> <b>(m)</b>	<b>ω</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>χ</b> <b>(m)</b>	<b>R<sub>H</sub></b> <b>(m)</b>	<b>U</b> <b>(m/s)</b>	<b>Fr</b>	<b>Régimen</b>
0.64	0.014	10	5	7.55	4	7.85	0.51	2.50	1.1	Torrente

Para encontrar la altura crítica se itera la altura crítica hasta verificar el caudal con las siguientes fórmulas:

$$U_c = \sqrt{g \cdot \omega_c / B_c} \Rightarrow Q = U_c \cdot \omega_c \Rightarrow \omega_c = \frac{B_c + b}{2} \cdot h_c$$

<b>h<sub>c</sub></b> <b>(m)</b>	<b>b</b> <b>(m)</b>	<b>B<sub>c</sub></b> <b>(m)</b>	<b>ω<sub>c</sub></b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>ω<sub>c</sub>/B<sub>c</sub></b> <b>(m)</b>	<b>U<sub>c</sub></b> <b>(m/s)</b>	<b>Q</b> <b>(m<sup>3</sup>/s)</b>
0.67	5	7.68	4.25	0.55	2.33	10

### EJERCICIOS PROPUESTOS.

#### EJERCICIO N°5.

Un acueducto circular de 1 m de diámetro conduce 0,75 m<sup>3</sup>/s. La pendiente del terreno es de 0,0012.

El caño es de H<sup>0</sup> pretensado. Determinar:

- La altura normal
- La altura crítica.
- Suponiendo una altura en M.P.V. de 0,50 m decir:

Si la pendiente es suave o fuerte

Si es río o torrente

<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.Cuyo</b>	<b>HIDRÁULICA GENERAL</b>	
<b>3º AÑO- 2002 INGENIERIA CIVIL</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CANALES EN MPU</b>	HOJA N° 6 DE 9.

Si tiene régimen peraltado o deprimido

Si el eje hidráulico sube o baja

d) Realizar un esquema con las alturas

**Respuesta:** a)  $h_n=0.74\text{m}$ ; b)  $h_c=0.49\text{m}$ ; c) Para  $h=0.50\text{m}$ ,  $J=0.003914$ :

$h_n > h_c \Rightarrow$  Pendiente suave.

$Fr=0.45 < 1 \Rightarrow$  Régimen de Río.

$J=0.003914 > i=0 \Rightarrow$  Régimen deprimido.

$$\frac{dh}{dx} = \frac{U_c^2(i-J)}{U_c^2 - U^2} = \frac{\langle 0}{\rangle 0} = \langle 0 \rangle \quad \text{El eje hidráulico baja.}$$

### **EJERCICIO N°6.**

Un canal trapecial tiene un fondo de 10 m de ancho, una pendiente lateral 2H:1V y un coeficiente de Manning de 0,015. Determinar:

La pendiente normal para una profundidad de 2,70 m, cuando la descarga es de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La altura crítica para el caudal de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La pendiente crítica para una profundidad de 2,70 m y una descarga de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Respuesta:**

$i=0.000006$ .

b)  $h_c=0.45\text{m}$ .

c)  $i_c=0.003022$ .

### **EJERCICIO N°7.**

Determinar las profundidades normales para los siguientes canales para un caudal de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , un coeficiente de Manning de 0,015 y una pendiente de 0,2%:

canal rectangular de ancho igual a 10 m.

sección triangular cuyo ángulo central es de  $60^\circ$

sección trapecial de 6 m de ancho de base y una pendiente de los taludes de 2:1

sección circular de 5,7 m de diámetro

**Respuesta.**

$h_n=2.42\text{m}$ .

b)  $h_n=6.49\text{m}$ .

c)  $h_n=2.36\text{m}$ .

d)  $h_n=4.89\text{m}$ .

<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.Cuyo</b>	<b>HIDRÁULICA GENERAL</b>	
<b>3º AÑO- 2002 INGENIERIA CIVIL</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CANALES EN MPU</b>	HOJA N° 7 DE 9.

**EJERCICIO N°8.**

Después de una crecida en un cauce natural, se desea conocer el caudal que circuló por el mismo. Mediante las marcas dejadas en la crecida se determinó un área de 2960 m<sup>2</sup>, un perímetro mojado de 341m una pendiente de 0,00076. En el lugar se observó que la sección era de tierra con hierba y maleza (n=0.035).

**Respuesta.** Q=9847 m<sup>3</sup>/seg.

**EJERCICIO N°9.**

Una tubería de alcantarillado de revestimiento vitrificado (n=0.016), con una traza de pendiente 0,020 % conduce 2,30 m<sup>3</sup>/s, cuando la tubería esta llena al 90% de la altura. ¿Qué dimensiones tendrá la tubería?

**Respuesta.** D=1.81m

**EJERCICIO N°10.**

Un canal hormigonado in situ (n= 0.015), de sección trapecial de 6 m de ancho inferior, taludes laterales de 2:1 (2H:1V), está diseñado para una descarga de 12 m<sup>3</sup>/seg. con una pendiente de fondo de 0.0008. Determinar la altura normal de escurrimiento, la altura crítica y el régimen de escurrimiento.

**Respuesta:** h<sub>n</sub> = 0.97m; h<sub>c</sub>= 0.68m; Régimen de RÍO.

**EJERCICIO N°11.**

Un canal de sección transversal trapecial de hormigón premoldeado, de base igual a 6 m y taludes 1 vertical y 2 horizontal conduce un caudal de 11 m<sup>3</sup>/s. El fondo del canal presenta una pendiente del 0,10 por mil. Determinar: la altura normal, la altura crítica y el régimen de escurrimiento.

**Respuesta:** h<sub>n</sub> = 0.84m; h<sub>c</sub>= 0.65m; Régimen de RÍO.

**EJERCICIO N°12.**

Bajo condiciones normales un canal trapecial presenta una altura de 2,70 m y la base de 10m, cuando el caudal es de 100 m<sup>3</sup>/s. Si los taludes laterales son de 2 horizontal por 1 vertical y la pendiente del fondo del canal es de 0,16 %. Determinar el régimen del escurrimiento. El canal es de tierra compactada libre de vegetación y ripio (n=0.025).

**Respuesta:** h<sub>c</sub>= 1.91m; Régimen de RÍO.

<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.Cuyo</b>	<b>HIDRÁULICA GENERAL</b>	
<b>3º AÑO- 2002 INGENIERIA CIVIL</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CANALES EN MPU</b>	HOJA N° 8 DE 9.

**EJERCICIO N°13.**

Un canal hormigonado in situ ( $n=0.015$ ) de sección trapecial de 6m de ancho inferior y taludes 2H:1V, conduce  $12 \text{ m}^3/\text{seg.}$  con una pendiente de fondo de 0.0008. Determinar: la altura normal, la altura crítica y el régimen de escurrimiento.

**Respuesta:**  $h_n=0.97\text{m}$ ;  $h_c= 0.68\text{m}$ ; régimen de RÍO.

**EJERCICIO N°14.**

Dibujar las curva de velocidades y caudales en función de la altura, para una sección trapecial de  $b=6\text{m}$ ,  $z=1:2$ . Siendo el canal de hormigón y con una pendiente de 1/500.

**EJERCICIO N°15.**

La cantidad normal de agua que debe circular con movimiento uniforme por un canal es de  $70 \text{ m}^3/\text{s}$ . El canal tiene el fondo y los taludes revestidos con hormigón. La inclinación de los taludes es de 5:4. Dimensionar una sección trapecial y determinar la pendiente de fondo, si se establece como condición que la profundidad del agua y su velocidad no pueden superar e 2 m y 2,5 m/s respectivamente.

**EJERCICIO N°16.**

En un canal de sección trapecial de hormigón bien terminado la altura normal es de 2,90 m. La pendiente de 0,5 %. Calcular la velocidad media del agua y el gasto.

**EJERCICIO N°17.**

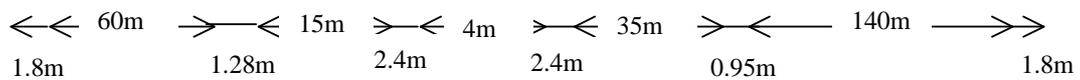
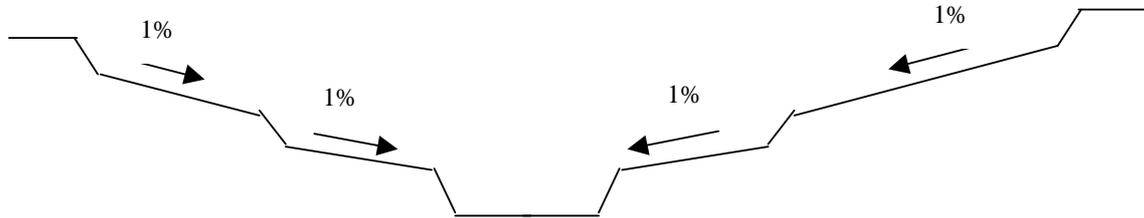
Calcular el caudal que transporta un canal de forma trapecial cuya base mide 3m. Los taludes son 2:1 y la pendiente de fondo de 0,003. Está excavado en terreno riposo. Determinar la altura crítica, la velocidad crítica y el  $n^0$  de Froude, decir si el régimen es de río o torrente.

**EJERCICIO N°18.**

Se necesita conocer cual es la altura correspondiente, en el canal representado en la figura, a un caudal máximo de crecida de  $690 \text{ m}^3/\text{s}$ . Para determinar si este caudal provocara inundaciones a los costados del mismo.

La pendiente del canal es de 0,04%, los taludes tienen una inclinación de 1,5.

<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.Cuyo</b>	<b>HIDRÁULICA GENERAL</b>	
<b>3º AÑO- 2002 INGENIERIA CIVIL</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CANALES EN MPU</b>	HOJA N° 9 DE 9.



### **EJERCICIO N°19.**

Un canal de sección transversal trapezoidal tiene las siguientes dimensiones: 6m de base y taludes 1V:1,5H. La pendiente del canal es de 0,000144. El canal está construido con hormigón moldeado in situ. Calcular el caudal que circula por dicho canal cuando el agua alcanza una altura de 2.4m.

### **EJERCICIO N°20.**

Determinar la altura normal y la crítica de un canal de sección transversal trapezoidal, cuya base es de 6m y los taludes de 1V:2H. Conduce 10 m<sup>3</sup>/seg.. La sección es de hormigón premoldeado. La pendiente del canal es de 0.12%.