

OBRAS HIDRÁULICAS I

CUARTO SEMESTRE

UNIDAD I

Flujo Uniforme en canales

Docente: Jessica Brito Noboa

Período académico: 2023-2S



01

Ecuaciones del movimiento uniforme

02

Problemas de cálculo de flujo uniforme

03

Secciones de máxima eficiencia hidráulica

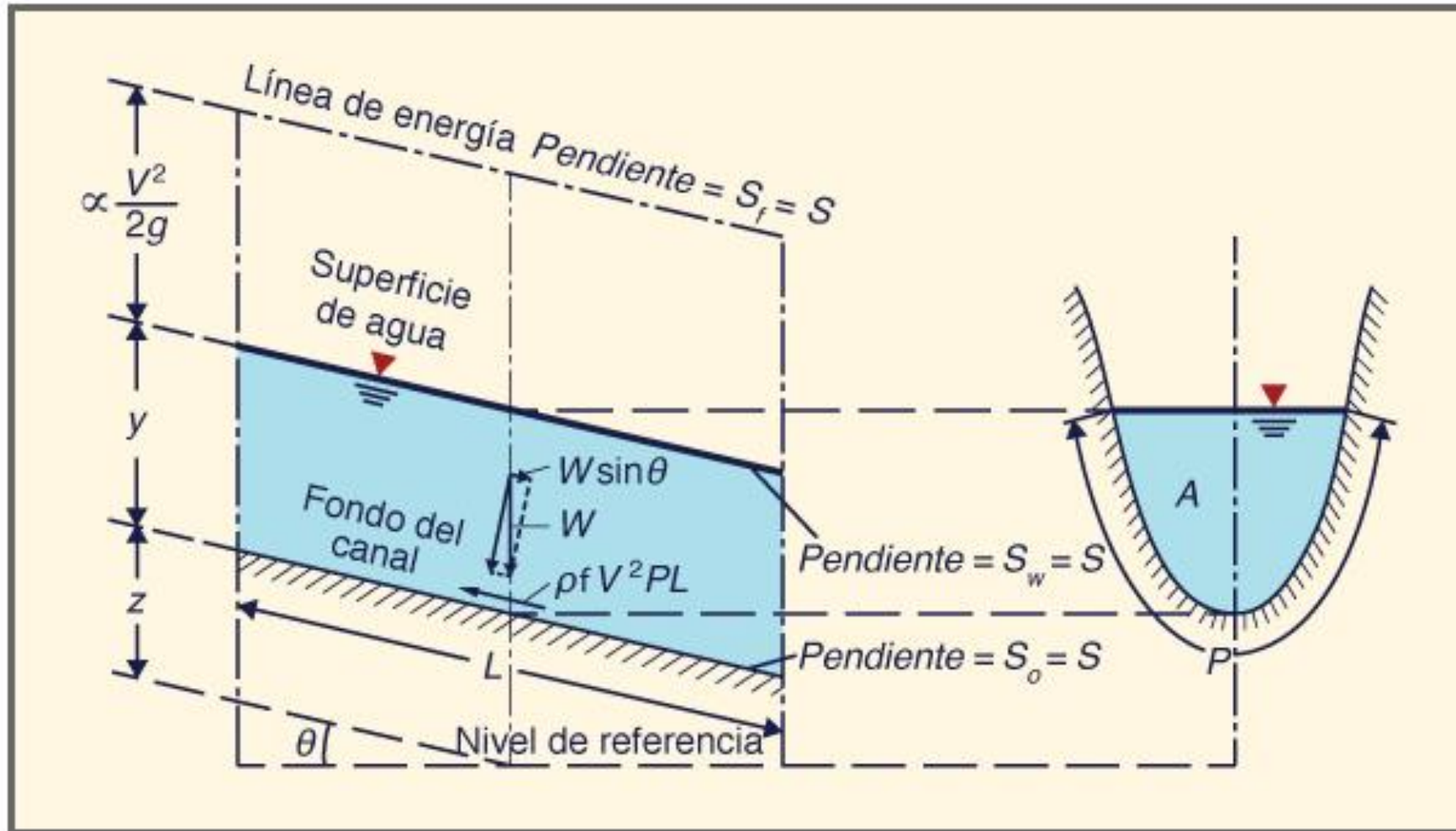
04

Conductos circulares libres parcialmente llenos

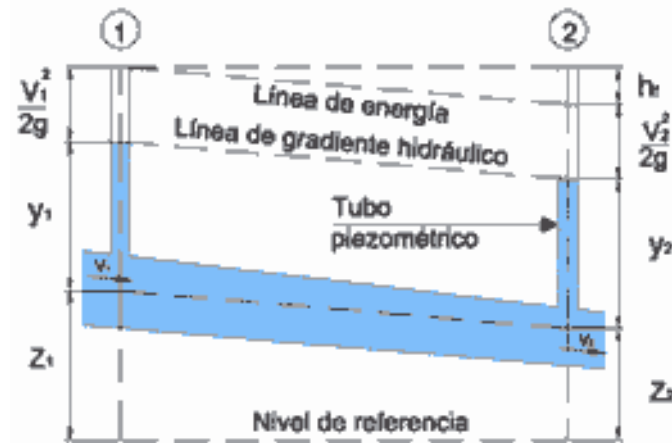
04

Diseño de canales no revestidos

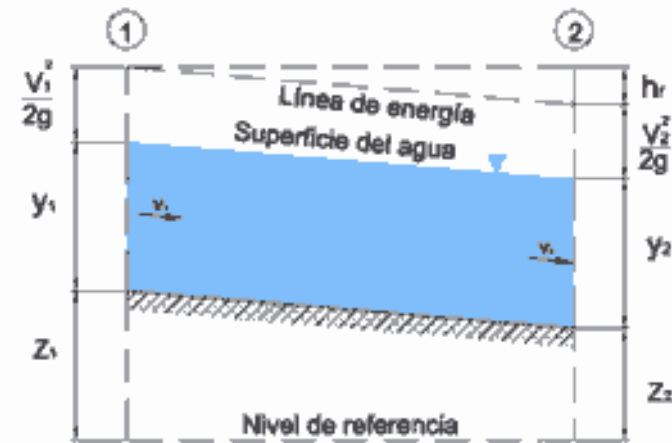
Flujo Uniforme en canales



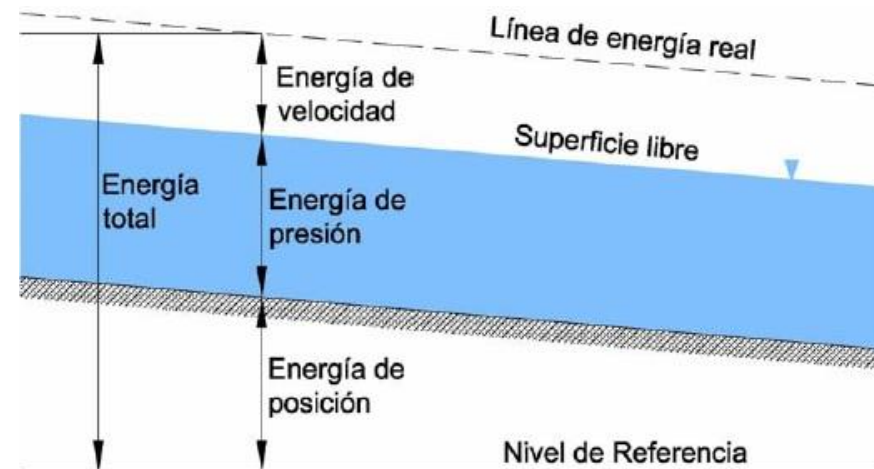
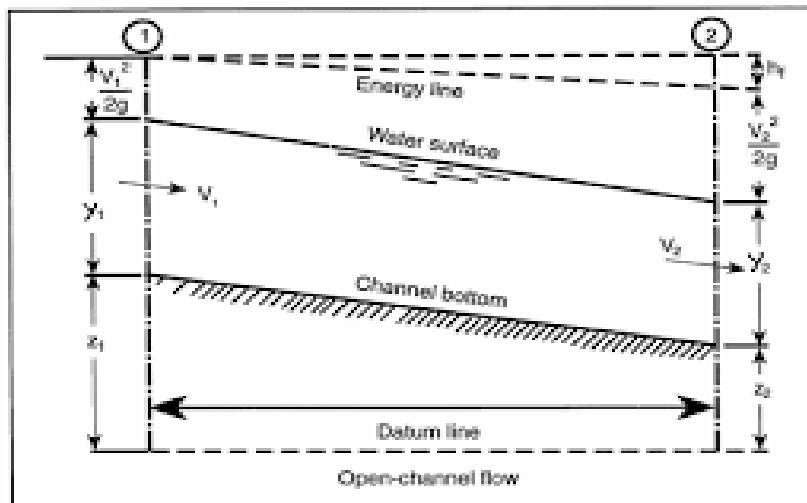
Flujo Uniforme en canales



Flujo en tuberías



Flujo en canales abiertos



Flujo Uniforme en canales



El flujo en un canal abierto debe tener una superficie libre, es decir una superficie del contenido del conducto que no está sujeta a presión en las paredes.



Una de las condiciones para que se desarrolle un flujo uniforme en un canal es que la pendiente no sea excesivamente grande. Si la pendiente de un canal es muy fuerte aparecen ondulaciones superficiales y el flujo deja de ser uniforme

Flujo Uniforme en canales

Ecuación Básica del movimiento Uniforme

La ecuación principal del movimiento uniforme en cauces abiertos es la ECUACIÓN DE CHEZY.
Esta ecuación es para el movimiento uniforme permanente viene dado por la siguiente expresión:

$$v = c * \sqrt{R * S}$$

v= Velocidad media

R = radio hidráulico

*S= Pendiente de la solera
(superficie del agua o de la línea
de energía)*

C= coeficiente

Ecuación Básica del movimiento Uniforme

El Coeficiente C puede obtenerse aplicando cualquiera de las expresiones siguientes:

1.- (Manning)

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

R = Radio hidráulico

**n = Coeficiente de
rugosidad**

2.- (Bazin)

$$C = \frac{87}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}$$

R = Radio hidráulico

m = Coeficiente de rugosidad

3.- (Powell)

$$C = -23.2 \lg \left(1.811 \frac{C}{R_E} + \frac{\varepsilon}{R} \right)$$

R = Radio hidráulico

Re = No. de Reynolds

C = Coeficiente

**ε/R = Valor en función de la
rugosidad**

Ecuación de Manning

Fórmula de Manning (1889)

$$I = K_n \frac{n^2}{R_H^{4/3}} v^2$$

$$Q = \frac{1}{n} A_h R_h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Robert Manning
1816-1897



✓ n = coeficiente de rugosidad (número de Manning)

$$[n] = [s \cdot m^{-1/3}]$$

✓ K_n = factor de cambio de unidades $\begin{cases} K_n = 1.486 \text{ en el sistema inglés} \\ K_n = 1 \text{ en el SI} \end{cases}$

$$v = \frac{1}{n} R_H^{2/3} I^{1/2}$$

Partimos de la ecuación de Chezy y del Coeficiente de Manning

$$V = C\sqrt{RS}$$

$$C = \frac{1}{n}R^{1/6}$$

Reemplazamos C en la ecuación de Chezy

$$V = \frac{1}{n}R^{1/6} * R^{1/2} * S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n}R^{2/3} * S^{1/2}$$

(Velocidad media)

$$Q = \frac{1}{n}A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

(Ecuación de Manning - SI)

$$Q = \frac{1.486}{n}A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

(Ecuación de Manning - INGLES)

Flujo Uniforme en canales

Ejemplos de número de Manning



Hormigón prefabricado
 $n=0.013$



Hormigón in situ
 $n=0.015$



Escollera vertida ($D_m \approx 15$ cm)
 $n=0.035$



Vegetación herbácea
 $n=0.025-0.035$

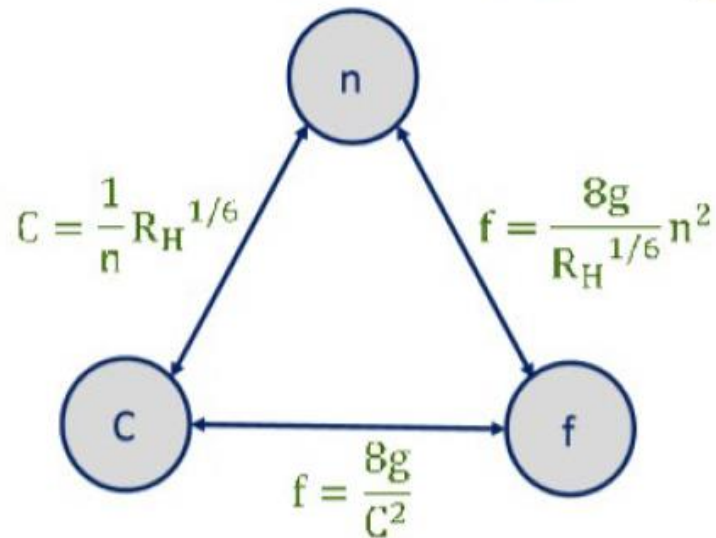
Valor de n para ecuación de Manning

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
Natural streams - minor streams (top width at floodstage < 100 ft)			
Main Channels			
a. clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. same as "d" with more stones	0.045	0.050	0.060
g. sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.100	0.150

Equivalencia entre coeficientes de Fricción

Ecuaciones de pérdidas

$$\left. \begin{array}{ll} \text{Manning} & I = \frac{n^2}{R_H^{4/3}} v^2 \\ \text{Chézy} & I = \frac{1}{C^2 R_H} v^2 \\ \text{Darcy-Weisbach} & I = \frac{f}{8gR_H} v^2 \end{array} \right\} \frac{n^2}{R_H^{4/3}} = \frac{1}{C^2 R_H} = \frac{f}{8gR_H}$$



Ventajas de la ecuación de Manning

- ✓ n es prácticamente independiente del radio hidráulico R_H .
- ✓ n puede suponerse constante en un tramo de canal con rugosidad homogénea.
- ✓ n está muy sancionado por la experiencia.

Problemas de calculo de flujo uniforme en canales

El cálculo de flujo uniforme puede llevarse a cabo a partir de dos ecuaciones:

- 1,- La ecuación de continuidad y,**
- 2,- Una ecuación de flujo uniforme
(CHEZY, MANNING, etc)**

$$Q = \frac{1}{n} A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Flujo Uniforme en canales

Cuando se utiliza la ecuación de Manning como ecuación de flujo uniforme, el cálculo involucrará las siguientes variables:

A.- Calcular el caudal normal.- En aplicaciones prácticas, este cálculo se requiere para la determinación de la capacidad de un canal o para la construcción de una curva de calibración sintética para el canal.

B.- Determinar la velocidad de flujo.- Este cálculo tiene muchas aplicaciones. Por ejemplo, a menudo se requiere para el estudio de efectos de socavación y sedimentación de un canal determinado.

Flujo Uniforme en canales

C.- Calcular la profundidad normal.- Este cálculo se requiere para la determinación del nivel de flujo en un canal determinado.

D.- Determinar la rugosidad del canal.- Este cálculo se utiliza para averiguar el coeficiente de rugosidad en un canal determinado. El coeficiente determinado de esta manera puede utilizarse en otros canales similares.

E.- Calcular la pendiente del canal.- Este cálculo se requiere para ajustar la pendiente de un canal determinado.

F.- Determinar las dimensiones de la sección de canal.- Este cálculo se requiere principalmente para propósitos de diseño.

Ejercicios

1.- Qué caudal puede alcanzarse en un canal revestido de hormigón de 1.2 m de ancho trazado con una pendiente de 4m sobre 10.000 m, si el agua circula con 0.6 m de profundidad?

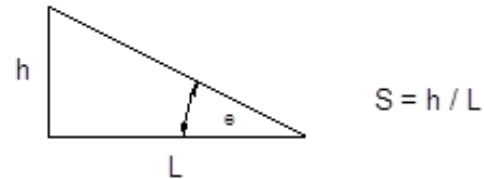


DATOS:

$$b = 1.20\text{m}$$

$$y = 0.60\text{m}$$

$$n = 0.015$$



$$S = 4\text{m}/10000\text{m} = 0,0004$$

Flujo Uniforme en canales

$$Q = \frac{1}{n} A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

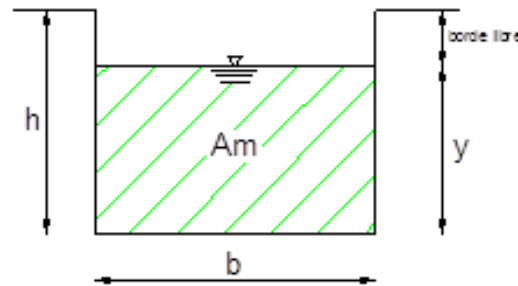
$$A_m = b * y = 1.20\text{m} * 0.60\text{m} = \underline{0.72\text{m}^2}$$

$$P_m = b + 2y = 1.20\text{m} + 2 * 0.60\text{m} = \underline{2.40\text{m}}$$

$$R = A_m / P_m = 0.72 / 2.40 = \underline{0.30\text{m}}$$

$$Q = \frac{1}{0.015} * 0.72 * (0.30)^{2/3} * (0.0004)^{1/2}$$

$$Q = 0.43 \text{ m}^3/\text{seg}$$



Flujo Uniforme en canales

HCANALES la forma más fácil de diseñar canales y estructuras hidráulicas

Tirante-Normal Tirante-Critico Resalto-Hidráulico Remanso Caudales Otros Medición Estructuras Ayuda

HCANALES
LA FORMA MÁS FÁCIL DE DISEÑAR CANALES

Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto:
Tramo: Revestimiento:

Datos:

Tirante (y):	0.60	m
Ancho de solera (b):	1.20	m
Talud (Z):	0	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.015	
Pendiente (S):	0.0004	m/m



Resultados:

Caudal (Q):		m ³ /s	Velocidad (v):		m/s
Area hidráulica (A):		m ²	Perímetro (p):		m
Radio hidráulico (R):		m	Espejo de agua (T):		m
Número de Froude (F):			Energía específica (E):		m-Kg/Kg
Tipo de flujo:					

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Efectuar cálculos Ejecuta las operaciones 23:34 29/05/2020

HCANALES la forma más fácil de diseñar canales y estructuras hidráulicas

Tirante-Normal Tirante-Critico Resalto-Hidráulico Remanso Caudales Otros Medición Estructuras Ayuda

Sección Trapezoidal, Rec. Trian
Sección Parabólica
Sección Circular

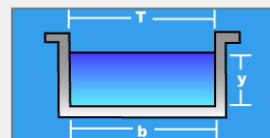
HCANALES
LA FORMA MÁS FÁCIL DE DISEÑAR CANALES

Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto:
Tramo: Revestimiento:

Datos:

Tirante (y):	0.60	m
Ancho de solera (b):	1.20	m
Talud (Z):	0	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.015	
Pendiente (S):	0.0004	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	0.4302	m ³ /s	Velocidad (v):	0.5975	m/s
Area hidráulica (A):	0.7200	m ²	Perímetro (p):	2.4000	m
Radio hidráulico (R):	0.3000	m	Espejo de agua (T):	1.2000	m
Número de Froude (F):	0.2463		Energía específica (E):	0.6182	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Activa la calculadora 23:35 29/05/2020

Flujo Uniforme en canales

2.- Dado un canal trapezoidal con un ancho de 3 m, con talud 2V:3H, una pendiente longitudinal $S = 0.0016$ y un coeficiente de rugosidad de $n = 0.013$, calcular el caudal si el tirante normal = 2.60 m.

DATOS:

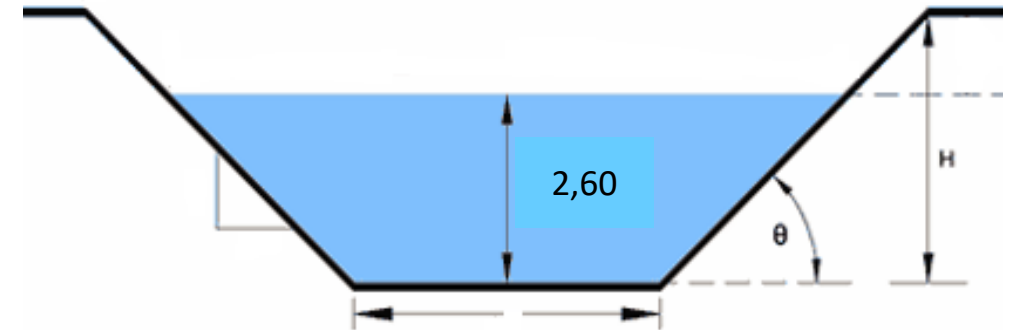


$$b = 3,00\text{m}$$

$$y = 2.60\text{m}$$

$$S = 0,0016$$

$$n = 0,013$$



Flujo Uniforme en canales

$$Q = \frac{1}{n} A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$A_m = (b + zy)y = (3.00 + 1.5 * 2.60) * 2.60 = \underline{17.94 \text{m}^2}$$

$$P_m = b + 2y(1 + z^2)^{1/2} = 3.00 + 2 * 2.60 * (1 + 1.5^2)^{1/2} = \underline{12.37 \text{m}^2}$$

$$R = 17.94 / 12.37 = 1.45 \text{m}$$

$$Q = \frac{1}{0.013} * 17.94 * (1.45)^{2/3} * (0.0016)^{1/2}$$

$$Q = 70.71 \text{ m}^3/\text{seg}$$

GRACIAS POR SU ATENCION