

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA**

**LABORATORIO DE HIDRAULICA II**

**PRACTICA # 2**

**TEMA: DETERMINACION DEL COEFICIENTE  
DE RUGOSIDAD DE MANNING ( $n$ ) DEL CANAL MODELO**

INTEGRANTES:

NOTA:

- 1.- \_\_\_\_\_
- 2.- \_\_\_\_\_
- 3.- \_\_\_\_\_

PROFESOR DE TEORIA : \_\_\_\_\_

PROFESOR DE PRACTICA : \_\_\_\_\_

FECHA DE REALIZACION : \_\_\_\_\_

FECHA DE ENTREGA : \_\_\_\_\_

Managua, Nicaragua

## INTRODUCCION.

Con respecto a las dificultades de cálculo asociadas con el análisis del flujo en canales abiertos, los ingenieros, al tratar de hallar un método simple para los cálculos de descarga, han desarrollado fórmulas para el caso en que la línea de energía se supone paralela a la pendiente del fondo del canal.

Raras veces la pendiente del canal es uniforme en la naturaleza; la rugosidad y el área de la sección cambia entre una y otra sección. Por lo tanto resulta obvio que la aceleración no sea igual a cero en la práctica, pero el ahorro en las operaciones de cálculo, así como la eliminación de la incertidumbre asociada con la determinación de la verdadera descarga supuesta, hacen que valga la pena utilizar este enfoque. El flujo sin aceleración ni desaceleración se conoce como **FLUJO NORMAL**, que en canales abiertos se calcula por

la fórmula de Chezy  $V = \frac{Q}{A} = C * \sqrt{R * S}$

Donde :  $C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$   $\lambda$ : Coeficiente de fricción

Para flujo laminar:  $\lambda = \frac{64}{R_e}$  y  $R_e = \frac{V * d}{\nu}$   $\nu$ : Viscosidad Cinemática

“C” es el coeficiente de Chezy de resistencia del canal, un factor determinado experimentalmente. Basándose en un gran número de mediciones realizadas en el campo y en los canales de laboratorio, desde comienzos del siglo XIX, se determinó el valor de “C”

en unidades métricas como:  $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$  en donde “n” es el llamado coeficiente de

Manning, un factor de resistencia que se refiere a las condiciones del canal. En unidades

inglesas la ecuación es:  $C = \frac{1.486}{n} R^{\frac{1}{6}}$

## OBJETIVOS:

1. Determinar experimentalmente el coeficiente de Manning del canal del laboratorio.
2. Familiarizar al estudiante con el experimento.

## EQUIPOS Y MATERIALES.

- Canal Hidráulico.
- 2 pesas de 15kg.
- 1 Cronómetro.
- 1 Termómetro.
- Agua.
- 2 Hidrómetros.

## **GENERALIDADES**

El Engineer Irlandés Robert Manning propuso en 1889 una fórmula para calcular la velocidad media en un canal con flujo uniforme, la cual fue posteriormente modificada.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}}$$

Donde n es el coeficiente de rugosidad de Manning, R es el radio hidráulico y  $S_0$  es la pendiente del fondo del canal. En esta práctica trataremos de determinar el coeficiente de Manning en un canal hidráulico de laboratorio representando un canal artificial donde las rugosidades son conocidas. Es de gran importancia el conocimiento, de los elementos geométricos de una sección transversal, son aquellas propiedades de la sección que pueden ser definidas completamente por la geometría de la sección y la profundidad del flujo, algunos elementos son los siguientes:

- Profundidad del flujo (y).
- Elevación de la superficie del agua.
- Ancho superficial (T).
- Perímetro mojado (P).
- Radio hidráulico (R).
- Profundidad hidráulica (D).
- Factor de sección para flujo crítico.
- Factor de sección para flujo uniforme.

### **COEFICIENTE DE MANNING (n).**

Es un factor de seguridad determinado experimentalmente solo para el agua. La ecuación de Manning con un valor constante de n, es aplicable únicamente a flujos turbulentos completamente rugosos.

Un valor apropiado de n, es necesario tener un conocimiento cualitativo de los factores que afectan este valor, ya que en muchas situaciones aplicado, el valor (absoluto) de n, es una función de muchas variables.

### **FACTOR QUE AFECTAN EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING.**

El valor de n es una variable y depende de una cantidad de factores, al seleccionar un valor adecuado de n para diferentes condiciones de diseño, un conocimiento de estos factores debe ser considerado.

Los factores que ejercen la más grande influencia sobre el coeficiente de rugosidad en ambos canales, artificial y natural son entonces descritos a continuación:

#### *a). Rugosidad de la Superficie.*

Se presenta por el tamaño y la forma de los granos del material que forma el perímetro mojado y que producen un efecto retardante sobre el flujo. La superficie rugosa del perímetro de un canal proporciona un punto crítico de referencia en la estimación de n.

Cuando el material del perímetro es fino el valor de  $n$  es bajo y relativamente no es afectado por cambios en el tirante del flujo, sin embargo, cuando el perímetro es compuesto de grava y/o piedras el valor de  $n$  es mayor y puede variar significativamente con el tirante del flujo.

b). *Irregularidad del Canal.*

Comprende irregularidades en el perímetro mojado y variaciones en la sección transversal, tamaño y forma a lo largo de la longitud del canal. En los canales naturales, tales irregularidades son introducidas normalmente debido a la presencia de barras de arena, ondas arenosas, promotorias y depresiones, hoyos y relieves en el lecho del canal.

En las variaciones graduales tienen un efecto insignificante sobre  $n$ , pero cambios abruptos mayor de  $n$ , de lo que podría esperarse si se considera únicamente la superficie rugosa del canal.

c). *Obstrucción.*

La presencia de troncos, pilares de puentes y semejantes tiende a aumentar  $n$ , el monto del aumento depende de la naturaleza de la obstrucción, su tamaño, forma, número y distribución.

d). *Nivel de agua y descarga.*

El valor  $n$ , en la mayoría de las corrientes decrece con el aumento en el nivel y en el caudal. Cuando el agua está baja las irregularidades del fondo del canal están expuestas y sus efectos se hacen pronunciados. Sin embargo, el valor de  $n$ , puede ser grande para niveles altos si los bancos son rugosos y con mucha vegetación.

### **DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD MANNING.**

Con el objeto de proporcionar una guía en la determinación apropiada, del coeficiente de rugosidad, se nombrarán cuatro caminos generales.

1. Comprender los factores que afectan el valor de  $n$ , y así adquirir un conocimiento básico del problema y reducir el ancho campo de suposiciones.
2. Consultar un cuadro de valores típicos  $n$ , para canales de varios tipos.
3. Examinar y hacerse familiar con la aparición de algunos canales típicos cuyos coeficientes de rugosidad son conocidos.
4. Determinar el valor de  $n$ , a través de un procedimiento analítico basado sobre la distribución teórica de la velocidad en la sección transversal del canal y sobre los datos de medidas de velocidad o de rugosidad.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Calibrar los hidrómetros.
2. Nivele el canal aproximándolo a una pendiente (S) que sea igual a cero.
3. Encender el motor.
4. Llenar con agua el depósito.
5. Determine el tiempo de llenado del tanque recolector, a un peso determinado.
6. Determine el caudal. (Con el dato anterior).
7. Determinar la profundidad “Y” del tirante por medio de los hidrómetros con una pendiente horizontal en el punto donde estimamos el comportamiento de Movimiento Uniforme.
8. Variar la pendiente del canal para medir los tirantes.
9. Realice tres lecturas para cada pendiente, utilizando el Hidrómetro, determinando luego el valor promedio.
10. Repetir los pasos 8 y 9 por lo menos unas 8 veces

## CALCULOS Y RESULTADOS.

Para nuestro caso, el coeficiente “n” de rugosidad varía en el rango 0.01, 0.0075. Lo estimaremos partiendo del análisis de las fórmulas de Chezy - Manning y Darcy - Weisbach.

$$V = C * \sqrt{R * S} \quad (\text{Chezy}).$$

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \quad (\text{Manning}).$$

Sustituyendo “C” en “V”:

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

Despejando “S”.

$$S = \left( \frac{V * n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad \text{Ecuación \# 1}$$

De Darcy - Weisbach.

$$hf = \lambda \frac{L V^2}{D 2g}$$

$$\frac{hf}{L} = \frac{\lambda V^2}{D 2g}, \text{ pero } \frac{hf}{L} = S$$

entonces 
$$S = \frac{\lambda V^2}{D 2g}$$

Sabemos que: 
$$R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi D^2}{4}}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

Sustituyendo "D".  $S = \frac{\lambda V^2}{4R 2g} = \frac{\lambda V^2}{8Rg}$  Ecuación # 2

Igualando la ecuaciones 1 y 2, tendremos:

$$\frac{V^2 n^2}{R^{\frac{4}{3}}} = \frac{\lambda V^2}{8Rg}$$

Simplificando y despejando "n"

$$n = \left( \frac{\lambda}{8g} \right)^{\frac{1}{2}} R^{\frac{1}{6}}$$

Para el canal rectangular de laboratorio tendremos:  $n = \left( \frac{\lambda}{8g} \right)^{\frac{1}{2}} \left( \frac{by}{b+2y} \right)^{\frac{1}{6}}$  Ecuación # 3

Como  $\lambda$  es función de  $\frac{\varepsilon}{D}$  y Re

$$R_e = \frac{VD}{\nu} = \frac{\frac{Q}{A} * 4R}{\nu} = \frac{\frac{Q}{A} * 4 \left( \frac{by}{b+2y} \right)}{\nu} = \frac{4Qby}{by(b+2y)\nu} = \frac{4Q}{\nu(b+2y)}$$
 Ecuación # 4

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{\varepsilon}{4R} = \frac{\varepsilon}{4 \left( \frac{by}{b+2y} \right)} = \frac{\varepsilon(b+2y)}{4by}$$
 Ecuación # 5

$\varepsilon = 0.05$  mm (Asumiendo como Rugosidad Absoluta).

$\nu = f$  (Temperatura) Ecuación # 6

Con las Ecuaciones: 4, 5 y 6 podemos determinar el coeficiente de fricción  $\lambda$ . del diagrama de Moody.

## **CUESTIONARIO.**

1. A partir de los resultados obtenidos graficar la relación que existe entre el coeficiente de Manning y la pendiente del fondo del canal.
2. Interpretar sus resultados.
3. Investigue tres métodos de evaluar el coeficiente de Manning.
4. Investigar el valor de C para canales con paredes de: Madera, Concreto, Metal y Tierra Arcillosa.
5. Cuando la Velocidad y la Profundidad Media aumenta, qué sucede con el número de Reynold?
6. Qué coeficiente de los investigados en la pregunta 4 se asemeja más al material de que está hecho el canal?
7. Qué valores de "C" y "n" usaría usted para determinar los caudales teóricos en el canal hidráulico?
8. Plantee sus conclusiones.

**TABLA PARA LA TOMA DE DATOS EXPERIMENTALES**

No.	S	W(Kg)	T(Seg)	Y(mm)	Ta.
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

**Complete la siguiente tabla de Resultados**

No.	N	S	Y	Re	$\epsilon/D$	$\lambda$	n
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							