

Taller Flujo Crítico

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Civil
Hidráulica II

Estudiante: Daniel Alejandro Castañeda Cardenas
Profesor: Ing. Edgar O. Ladino M.

1 de marzo de 2018

1. Introducción

En ingeniería un canal es una construcción cuyo destino es el transporte de fluidos en donde se busca realizar una descripción del comportamiento hidráulico de los canales, en este trabajo se busca determinar ciertos parámetros de un canal para observar el comportamiento del agua en este y calcular parámetros por medio del flujo crítico en donde se deben plantear una serie de ecuaciones en función de su tirante crítico (Y_c).

2. Marco Teórico

2.1. Canales

Los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera. Los canales pueden ser naturales (Ríos o arroyos) o artificiales (Construidos por el hombre).

2.2. Elementos Geométricos de la sección del canal

Los elementos geométricos son propiedades de una sección del canal, que puede ser definida enteramente por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes para los cálculos del escurrimiento.

- Profundidad del flujo, calado o tirante: la profundidad del flujo (h) es la distancia vertical del punto más bajo de la sección del canal a la superficie libre.
- Ancho superior: el ancho superior (T) es el ancho de la sección del canal en la superficie libre.

- Área mojada: el área mojada (A) es el área de la sección transversal del flujo normal a la dirección del flujo.
- Perímetro mojado: el perímetro mojado (P) es la longitud de la línea de la intersección de la superficie mojada del canal con la sección transversal normal a la dirección del flujo.
- Radio hidráulico: el radio hidráulico (R) es la relación entre el área mojada y el perímetro mojado, se expresa como: $R = A / P$
- Profundidad hidráulica: la profundidad hidráulica (D) es la relación del área mojada con el ancho superior, se expresa como: $D = A / T$

2.3. Secciones transversales mas frecuentes

La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y varia de un lugar a otro. Los canales artificiales usualmente se diseñan con formas geométricas regulares (prismáticos), las más comunes son los siguientes:

- **Sección Trapezoidal:** Se usa siempre en canales de tierra y en canales revestidos
- **Sección Rectangular:** Se emplea para acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.
- **Sección Triangular:** Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidas, como alcantarillas de las carreteras.






Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T + 8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Figura 1: Canal rectangular.

3. Procedimiento

1. Lo primero que se hizo fue colocar la ecuación del area (A) del canal en terminos de Y_c para poder realizar el calculo de flujo crítico lo cual nos dio una ecuacion de orden dos y después se hizo lo mismo con la ecuación del espejo (T).
2. Una vez obtenidas estas ecuaciones se procedió a sacar las derivadas respecto a Y_c de cada una de ellas.
3. Ya teniendo todas estas ecuaciones se procedió a programar el excel en donde se utilizó la metodología de Newton Raphson para el calculo de la profundidad Crítica
4. Se hicieron las iteraciones correspondientes hasta obtener que la funcion objetivo en torno a una macro diseñada hiciera que el valor de Y_c convergiera a un número.
5. Cabe aclarar que la funcion objetivo (F.O.) tambien se colocó en terminos del area para el diseño de la macro
6. Por ultimo se obtuvieron todos los valores de los parametros críticos pedidos y se evidenció que fueran coherentes
7. El modelo a trabajar es el siguiente:

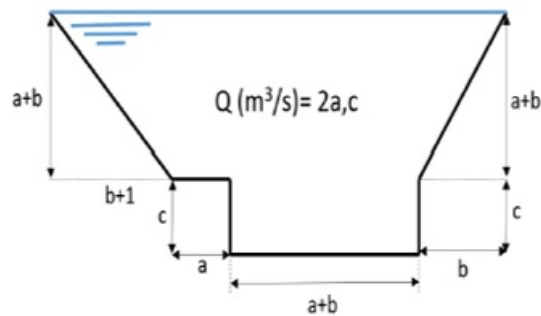


Figura 2: Canal Taller.

4. Resultados

Los resultados obtenidos fueron:

Parámetros Constantes		Parámetros calculados	
Caudal (Q):	26,2 m ³ /s	Tirante Crítico (Yc):	1,18013 m
a:	6 m	Área hidráulica (A):	10,810247 m ²
b:	7 m	Perímetro mojado (P):	24,89385 m
c:	2 m	Radio hidráulico (Rh):	0,4342537 m
Gravedad (g):	9,81 m ² /s	Espejo (T):	18,053995 m
		Velocidad (v):	2,4236263 m/s
		Energía Específica (EE):	1,4795153 Nm/N
		Número de Froude:	1

Figura 3: Parámetros calculados.

Curva Energia Especifica Canal Trapezoidal				
Y	Y=E	A	V	E
(m)	(m)	(m ²)	m/s	m
0,627169	0,627168796	1,003514154	26,10825157	35,369309
0,696854	0,696854218	2,219954523	11,80204357	7,7961525
0,774282	0,774282464	3,578126522	7,322267628	3,506984
0,860314	0,860313849	5,095319592	5,14197383	2,207913
0,955904	0,955904277	6,791105809	3,857987305	1,7145213
1,062116	1,062115863	8,687678319	3,015765437	1,5256654
Yc	1,18013	10,81024729	2,423626334	1,4795153
1,298142	1,298141611	12,94888591	2,023340091	1,5068014
1,427956	1,427955772	15,31994886	1,710188477	1,5770253
1,570751	1,570751349	17,95057625	1,459563171	1,6793306
1,727826	1,727826484	20,87144075	1,255303854	1,8081419
1,900609	1,900609132	24,11727267	1,086358327	1,9607607
2,09067	2,090670046	27,72747378	0,944911181	2,1361775
2,299737	2,29973705	31,74683605	0,825279091	2,3344509

Figura 4: Datos curva energia.

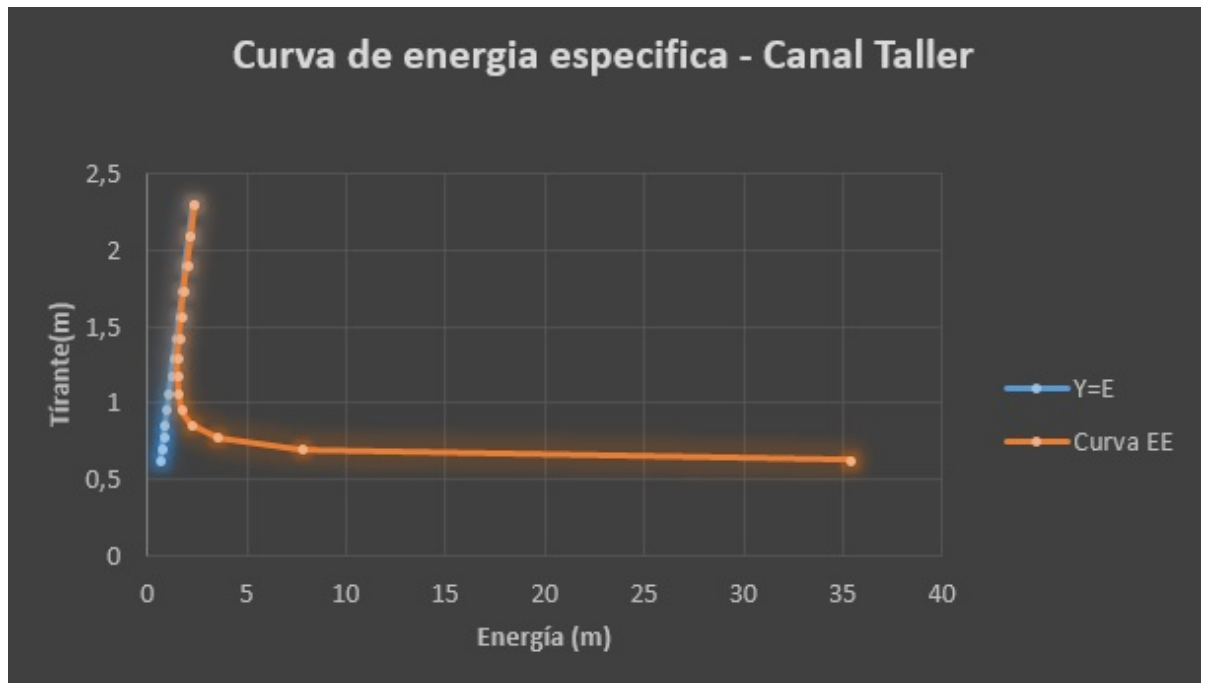


Figura 5: Gráfico de energía específica.

5. Analisis

Según la grafica se puede ver que hay un salto enorme al final de los datos esto podría presentarse debido a la forma irregular del canal puesto que sus secciones no son simétricas y podría ocasionar una pérdida de energía en estos. El comportamiento de la curva de energía EE y $Y=E$ es muy similar cuando el tirante es mayor a 1.

El flujo crítico presenta una combinación de fuerzas inerciales y gravitacionales que lo hacen inestable, convirtiéndolo en cierta manera en un estado intermedio y cambiante entre los otros dos tipos de flujo. Debido a esto es bastante inaceptable y poco recomendable, usarlo en el diseño de estructuras hidráulicas. Para éste tipo de flujo el número de Froude es igual a 1 y en esta condición no se generan resaltos hidráulicos