

Ejemplos de Aplicación

HICA48

Hidráulica de Canales

Versión 1.0



Oscar Fuentes F. © 2003

Contenidos

INTRODUCCION	3
PROBLEMA N° 1.....	7
PROBLEMA N° 2.....	8
PROBLEMA N° 3.....	9
PROBLEMA N° 4.....	10
PROBLEMA N° 5.....	11
PROBLEMA N° 6.....	12
PROBLEMA N° 7.....	13
PROBLEMA N° 8.....	14
PROBLEMA N° 9.....	16
PROBLEMA N° 10.....	20
PROBLEMA N° 11.....	28
PROBLEMA N° 12.....	33
PROBLEMA N° 13.....	37

Introducción

En el Perú, la Ingeniería Hidráulica ha estado presente desde épocas remotas, como muestra de ello quedan aún los canales de irrigación hechos por el Imperio Incaico, aquel imperio cuyo progreso se basaba en la agricultura.

Durante las ultimas cuatro décadas ha sido una etapa exitosa en el diseño y construcción de canales y grandes proyectos de irrigación como Majes, Olmos, Tinajones, Chira-Piura, Chavimochic entre otros y los proyectos aún por concluir como Pampas y Tambo Ccaracocha.

Sin embargo, aún esto no es suficiente para reactivar por completo la agricultura en el Perú, pues, grandes extensiones de terrenos agrícolas esperan por grandes obras de irrigación.

HICA48 se dedica exclusivamente al diseño y estudio de canales, al crear este pequeño programa se espera que sea de gran utilidad a todos aquellos estudiantes y profesionales que siguen esta fascinante profesión. En este documento se presenta el desarrollo de ejemplos prácticos paso a paso mediante la utilización de este programa.

HICA48 también pretende incentivar a la creación, publicación y difusión de programas de hidráulica y afines, pues, como decía mi padre ***“El paso firme hacia el progreso de un país, esta en la agricultura”***.

Oscar Fuentes Fuentes.
01 de Marzo del 2003
Ica - Perú

*A la memoria del:
Ing° Pedro A. Orellana Ramos
Mi maestro, mi amigo,
MI PADRE...*

HICA48

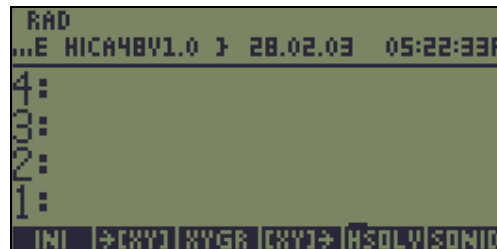
HIDRAULICA DE CANALES



HICA48 es un programa (Directorio) escrito para el estudio y diseño de canales de variadas secciones, muy fácil de usar, escrito en un 98% en User y 2% en System, tiene variables ocultas al usuario las cuales no se recomienda manipular, tiene la opción HSOLV el cual es un subdirectorio (HSOLV aplica MES* para los cálculos).

La instalación de HICA48 es sencilla, solo instale el directorio en HOME y listo.

Una vez instalado ejecútelo y obtendrá :



INI : Despliega la presentación y el menú de opciones



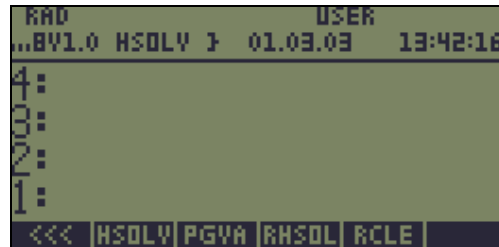
→**[XY]** : Extrae las columnas inicial y final de la matriz obtenida de los cálculos de CURVAS DE REMANSO.

XYGR : Almacena y grafica la curva de remanso con los datos obtenidos con →**[XY]**, este comando es similar a un XYLINE (X vs. Y).

[XY]→: Devuelve la matriz XY almacenada por XYGRAF.

SONID : Activa y desactiva el sonido que se generan durante la ejecución de los programas.

HSOLV : Ingresa al directorio *HSOLV* en el cual tenemos:



<<< : Regresa al directorio HICA48.

HSOLV : Despliega el menú de opciones a ser ejecutados con el MES.

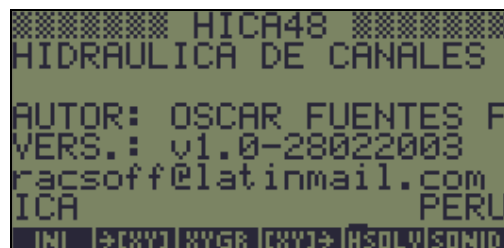
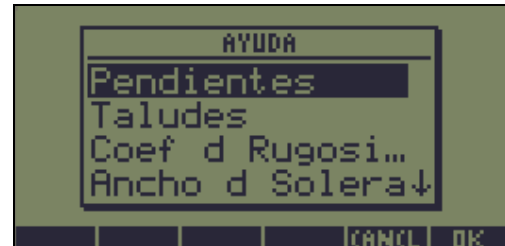
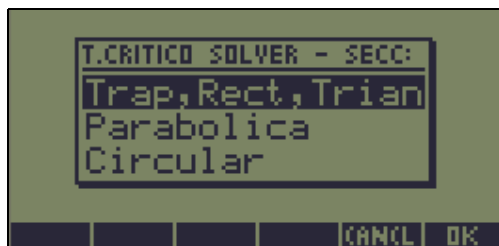
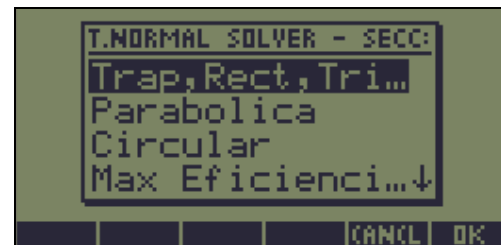
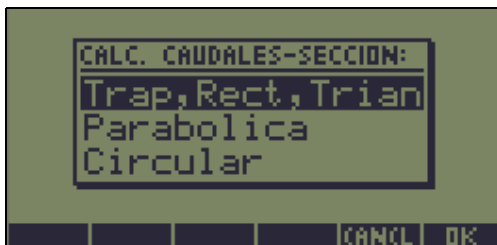
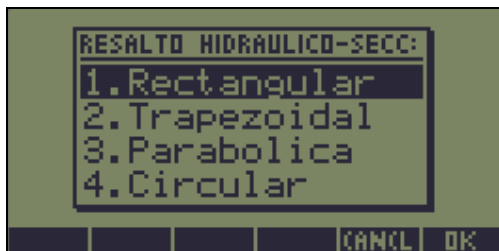
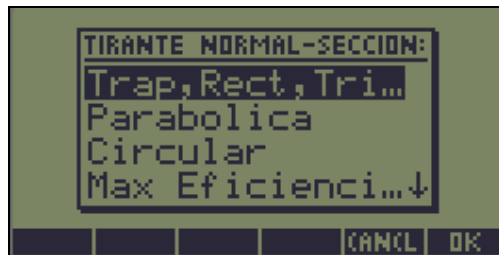


PGVA : Borra las variables calculadas por el *HSo/v*.

RHSOL: Recupera el último cálculo hecho con el *HSo/v*.

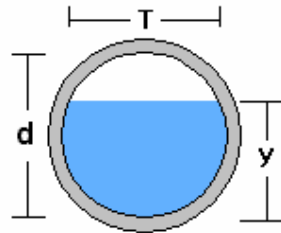
RCLEQ: Recupera las ecuaciones utilizadas en el ultimo cálculo del *Hso/v*.

Menús de acceso en HICA48v1.0



Problema N° 2:

Un canal de sección circular de diámetro 5.00 m conduce un caudal de 17.00 m³/s con una velocidad de 1.50 m/s. Calcular el tirante.

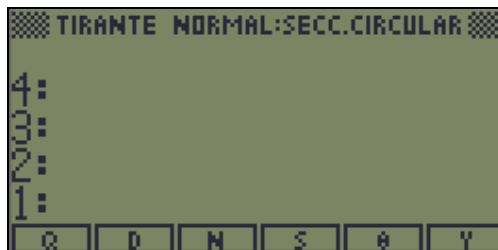
Solución:**Datos:**

Q = 17.00 m³/s
d = 5.00 m
v = 1.50 m/s
y = ???

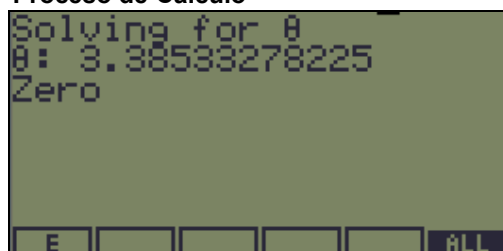
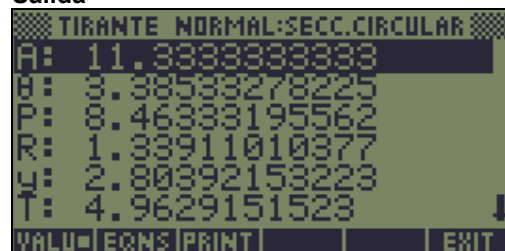
Para este caso particular usaremos **HSOLV** / **HSolo** / **Tirante Normal** / **Sec.Circular** el cual aplica el MES para la solución.

En el menú iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable. 17 para Q, 5 para d, 1.5 para v. Observemos que cada vez que ingresamos un dato el icono correspondiente a la variable se sombrea indicando así que existe un valor asignado.

Nota: Estoy asumiendo que el usuario no tiene conocimiento del uso del MES es por ello que lo explico paso a paso...

**Ingreso de Datos:**

Una vez ingresado todos los datos presionamos **NXT** hasta ubicar **ALL** y presionamos **←** **ALL** y el cálculo comenzará para todas las variables en blanco, si solo deseamos calcular una determinada variable presionamos **←** y la tecla correspondiente a dicha variable (para nuestro caso será **←** **Y**) una vez terminado el cálculo presionamos **→** **ALL** para visualizar todos los resultados.

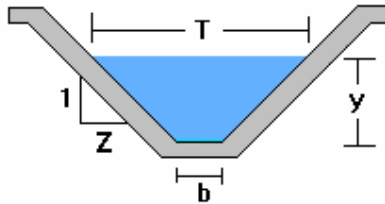
Proceso de Cálculo**Salida**

Rpta: y = 2.803921 m

Problema N° 3: Máxima Eficiencia Hidraulica.

El canal Túcume tiene un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{s}$., una pendiente de 1‰ y se le quiere revestir de concreto con taludes 1:1.

Determinar el tirante y la plantilla para la condición de Máxima Eficiencia Hidráulica.

Solución:**Datos:**

$$Q = 10.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = ???$$

$$Z = 1$$

$$n = 0.014$$

$$S = 1\text{‰} \sim 0.001 \text{ m/m}$$

$$y = ???$$

Ingreso de Datos:

```

MAXIMA EFICIENCIA HIDRAULICA
Q= 10
Z= 1
N= .014
S= .001
PENDIENTE M/M
EDIT  CANCEL OK
  
```

Resultados:

```

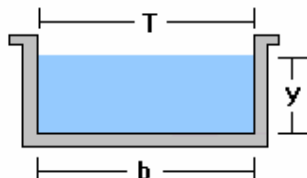
MAXIMA EFICIENCIA HIDRAULICA
✓y: 1.65682405564
✓b: 1.37255798861
p: 6.0587640885
A: 5.01915304464
R: .82841202782
✓CHK CANCEL OK
  
```

Rpta: $y = 1.6568 \text{ m}$

$b = 1.3725 \text{ m}$

Problema N° 4:


Un canal rectangular con un coeficiente de rugosidad $n = 0.014$, trazado con una pendiente de 0.0064 , transporta un caudal de $0.664 \text{ m}^3/\text{s}$. En condiciones de flujo crítico indicar el ancho de solera del canal.

Solución:**Datos:**

$Q = 0.664 \text{ m}^3/\text{s}$
 $b = ???$
 $Z = 0$ (Rectangular)
 $n = 0.014$
 $S = 0.0064 \text{ m/m}$
 $F = 1$ (Flujo Crítico)

Para este caso particular usaremos **HSOLV/HSOLW/Tirante Normal/Sec.Max Eficiencia** el cual aplica el MES para la solución.

En el menú iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable. 0.664 para Q , 0 para Z , 0.014 para n , 0.0064 para S , 1 para F . Observemos que cada vez que ingresamos un dato el icono correspondiente a la variable se sombrea indicando así que existe un valor asignado.

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  [B] para obtener el valor de b .

Ingreso de Datos:

```

S: .0064
4:
3:
2:
1:
Q  Z  N  S  Y  B
  
```

Proceso de Cálculo

```

Solving for b
b: .81818882634
Zero
Q  Z  N  S  Y  B
  
```

Salida:

```

RAD
...BV1.0 HSOLV 1 28.02.03 05:58:14P
4:
3:
2:
1:      b: .81818882634
Q  Z  N  S  Y  B
  
```

Salida:

```

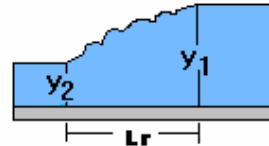
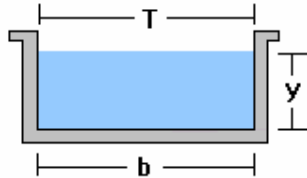
 ALL
MAXIMA EFICIENCIA HIDRAULICA
u: .40909441317
R: .204547206585
b: .81818882634
VALU=EQNS|PRINT|EXIT
  
```

Rpta: $b = 0.81818 \text{ m} \sim 0.82 \text{ m}$

Problema N° 6:

Un canal rectangular de 2.00 m de ancho de solera, transporta un caudal de 3.00 m³/s. El tirante aguas abajo del resalto es 1.00 m. Hallar el tirante aguas arriba, la longitud del resalto, la pérdida de energía e indicar el tipo de resalto.

Solución:



Datos:

$Q = 3.00 \text{ m}^3/\text{s}$
 $b = 2.00 \text{ m}$
 $Z = 0$ (Rectangular)
 $y_1 = 1.00 \text{ m}$
 $Lr = ??? \text{ m}$
 $\Delta E = ??? \text{ m-kg/kg}$
 $y_2 = ??? \text{ m}$

Ingreso de Datos:

RESULTO HIDRAULICO:SECC.RECTAN.

Q= 3

B= 2

Y= 1

CAUDAL (M3/S)

EDIT CANCEL OK

Resultados:

RESULTO HIDRAULICO:SECC.RECTAN.
Y2: .341852478959
F: 2.39606532936
hr: .658147521041
Lr: 3.2907376052
ΔE: .20848318091 ↓
[OK] [CANCEL] [CHK] [OK]

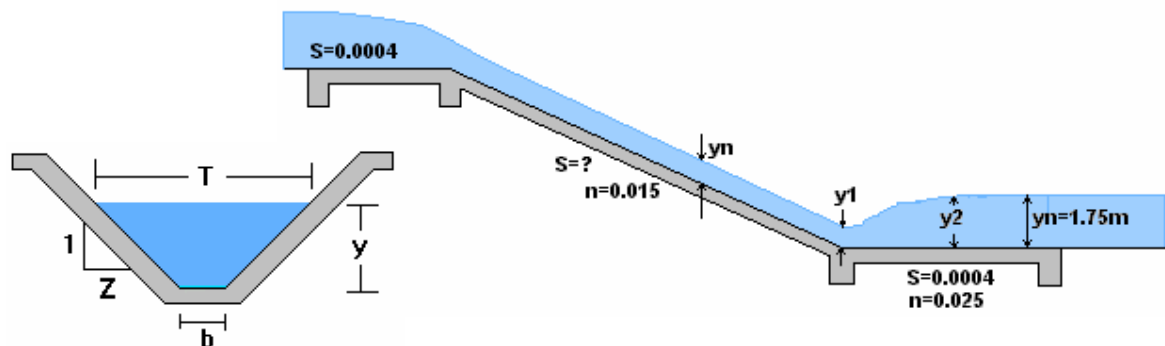
Rpta: $y_2 = 0.3418 \text{ m}$
 $Lr = 3.2907 \text{ m}$
 $\Delta E = 0.2084 \text{ m}\cdot\text{kg}/\text{kg}$
Resalto Debil.

Problema N° 8:

Un canal trapezoidal tiene un ancho de solera $b=5.00\text{m}$., talud $Z=1$ y para una pendiente $S=0.0004$, adopta un tirante normal $y_n=1.75\text{m}$. en flujo uniforme para $n=0.025$.

Debido a razones topográficas, existe un tramo intermedio en el canal, con suficiente longitud y pendiente para que se establezca también flujo uniforme pero supercrítico.

Calcular la pendiente del tramo intermedio de manera que se produzca un resalto inmediatamente después que termina dicho tramo, el cual deberá revestirse de concreto, debido al aumento de velocidad ($n=0.015$).

Solución:**1º. Cálculo de caudal:**

Usaremos **HSOLU/HSOLO** / Tirante Normal / Sec. Trape, Rect, Trian

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

$b = 5.00\text{m}$, $Z=1$, $n = 0.025$, $y = 1.75\text{m}$, $S=0.0004$.

Terminado el ingreso de datos ejecutamos **← ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: 1.75
4:
3:
2:
1:
Q  B  Z  N  S  Y
  
```

Salida: **→ ALL**

```

TIRANTE NORMAL: TRAP. RECT. TRIAN
Q: 10.5954234322
P: 9.9497474683
A: 11.8125
R: 1.18721606128
T: 8.5
V: .896967063043
VALU=EQNS|PRINT|EXIT
  
```

$$Q = 10.5954 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con este caudal hallaremos el tirante crítico y lo compararemos con el tirante normal.

2º. Cálculo del tirante crítico:

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Triad
q= 10.5954
b= 5.
z= 1.
Talud : Rectangular Z=0
EDIT  CANCL OK

```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Triad
y: .732328593436
p: 7.07133805789
A: 4.19794813594
R: .59365683009
T: 6.46465718687
v: 2.52394733258
F: 1.
CHK CANCL OK

```

$$y_c = 0.7323 \text{ m}$$

Como $y_n = 1.75 \text{ m} > y_c = 0.73 \text{ m}$, en el canal el flujo uniforme es con régimen subcrítico o lento.

3º. Cálculo del tirante conjugado menor:

Para forzar a un resalto hidráulico que se inicie en la sección donde se efectúa el cambio de pendiente, el tirante conjugado mayor debe ser igual al tirante normal en el canal, es decir: $y_2 = y_n = 1.75 \text{ m}$.

Ingreso de Datos:

```

RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.
Q= 10.5954
Y= 1.75
B= 5
Z= 1
TALUD (M) Z≤1.5 PARA OBTENER LR
EDIT  CANCL OK

```

Salida:

```

RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.
y: .213230780053
hr: 1.53676921995
ΔE: 3.05266174765
F: 6.59023739268
Lr: 16.2897537315
CHK CANCL OK

```

$$y_1 = 0.2132 \text{ m}$$

Este tirante debe ser normal para el tramo intermedio, por lo tanto: $y_n = y_1 = 0.2132 \text{ m}$.

4º. Cálculo de la pendiente en el tramo intermedio:

Usaremos **HSOL4** / **HSOL10** / Tirante Normal / Sec. Trape, Rect, Trian

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

$Q = 10.5954 \text{ m}^3/\text{s}$, $b = 5.00 \text{ m}$, $Z = 1$, $n = 0.015$, $y = 0.2123 \text{ m}$.

Terminado el ingreso de datos ejecutamos **↩** **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .2123
4:
3:
2:
1:
Q B Z N S Y

```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL: TRAP, RECT, TRIAN
S: .179247206683
P: 5.60047507858
A: 1.10657129
R: .197585253835
T: 5.4246
V: 9.5749818342
VALU=EQNS|PRINT|EXIT

```

Rpta: $S = 0.1792 \text{ m/m}$

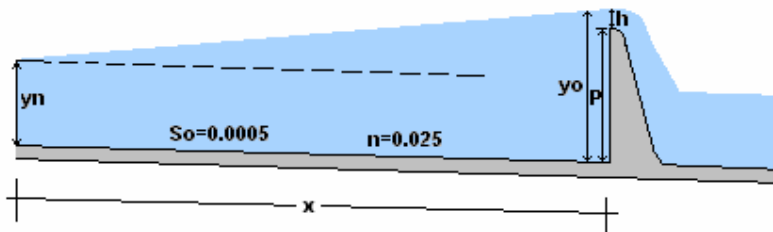
Problema N° 9: *Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Integración Gráfica.*

Un canal de sección trapezoidal de ancho de solera 2.50m, talud 1.5 está excavado en tierra ($n=0.025$), con una pendiente uniforme de 0.0005 conduce un caudal de $5.00 \text{ m}^3/\text{s}$. Con el objetivo de dar carga sobre una serie de compuertas para tomas laterales, se desea utilizar un vertedero de cresta redonda y forma rectangular (coeficiente de descarga $C=2$) con una longitud de cresta $L=7.00 \text{ m}$.

La ecuación del vertedero es $Q=CLh^{3/2}$ y la altura de cresta al fondo es $P=1.80 \text{ m}$.

Calcular el perfil del flujo y la longitud total x del remanso, considerando que termina al alcanzar un tirante que sea 2‰ mayor que el normal.

Solución:



Datos:

$Q=5.00 \text{ m}^3/\text{s}$
 $n=0.025$
 $S_o=0.0005$
 $b=2.50 \text{ m}$
 $P=1.80 \text{ m}$
 $Z=1.5$
 $C=2$
 $L=7.00 \text{ m}$

1º. Cálculo del tirante normal.

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE NORMAL:TRAP.RECT.TRIAN
Q= 5      B= 2.5
Z= 1.5    N= .025
S= .0005

CAUDAL (M3/S)
EDIT      CANCL  OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL:TRAP.RECT.TRIAN
y=: 1.37497286492
p=: 7.45753516684
A=: 6.2732577312
R=: .841197204016
T=: 6.62491859476
      ✓CHK      CANCL  OK
  
```

$y_n = 1.375 \text{ m}$

2º. Cálculo del tirante crítico.

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO:RECT.TRAP.TRIA
Q= 5
B= 2.5
Z= 1.5

CAUDAL (M3/S)
EDIT      CANCL  OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO:RECT.TRAP.TRIA
y: .646939912715
p: 4.83257502744
A: 2.24514665779
R: .464585990914
T: 4.44081973814
      ✓CHK      CANCL  OK
  
```

$y_c = 0.647 \text{ m}$

3°. Identificación de la sección de control.

El tirante aguas arriba de la sección de control es : $y_o = P + h$

Aplicando la ecuación para el vertedero rectangular de cresta angosta, tenemos:

$$Q = CLh^{3/2} \quad h = \left[\frac{Q}{CL} \right]^{2/3} \quad h = 0.50m$$

Luego:

$$y_o = 1.80 + 0.50 \quad y_o = 2.30m$$

3°. Cálculo del perfil.

El cálculo se efectúa desde $y_o = 2.30m$ hacia aguas arriba, hasta un tirante superior en un 2‰ del tirante normal, es decir hasta:

$$\begin{aligned} y &= 1.02y_n \\ y &= 1.02 \times 1.375 \\ y &= 1.4025 \approx 1.40 \text{ m} \end{aligned}$$

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO:MET.INTG.GRAFI
Q= 5      B= 2.5
Z= 1.5    S= .0005
N= .025   Y1= 1.4
Y2= 2.3   NT= 9
NUMERO DE TRAMOS
EDIT      CANCL OK
  
```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.

Salida:

```

RAD
...E HICA48V1.0 } 28.02.03 07:38:23P
1: [[ 1.4 6.44 6.7 .8...
   [ 1.5 7.125 7 .90...
   [ 1.6 7.84 7.3 .9...
   [ 1.7 8.585 7.6 ...
INI  [XY] [XYGR] [XY] [HSLV] [SONID]
  
```

Presionamos 

```

RAD
...E HICA48V1.0 } 28.02.03 07:42:21P
4:
3:
2▶ "[ Y A T R V
1: [[ 1.4 6.44 6.7 .8...
ECHO VIEW PICK ROLL ROLLO LIST
  
```

Nota: Podemos visualizar la matriz de la primera fig. con , el string que vemos en el nivel 2 de la segunda fig. corresponde a lo que significa cada columna de la Matriz de resultados podemos ver este string presionando VIEW.

Matriz de resultados.

Y	A	T	R	V	S1	N1	D1	F(Y)	Δx	X
1.400	6.440	6.700	0.853	0.776	4.655E-4	0.936	3.446E-5	27,165.561	0.000	0.000
1.500	7.125	7.000	0.901	0.702	3.537E-4	0.951	1.463E-4	6,498.700	-1,683.213	1,683.213
1.600	7.840	7.300	0.948	0.638	2.729E-4	0.961	2.271E-4	4,233.651	-536.618	2,219.831
1.700	8.585	7.600	0.995	0.582	2.135E-4	0.969	2.865E-4	3,383.160	-380.841	2,600.671
1.800	9.360	7.900	1.041	0.534	1.690E-4	0.975	3.310E-4	2,947.067	-316.511	2,917.183
1.900	10.165	8.200	1.087	0.492	1.353E-4	0.980	3.647E-4	2,687.304	-281.719	3,198.901
2.000	11.000	8.500	1.133	0.455	1.094E-4	0.984	3.906E-4	2,518.257	-260.278	3,459.179
2.100	11.865	8.800	1.178	0.421	8.921E-5	0.987	4.108E-4	2,401.629	-245.994	3,705.173
2.200	12.760	9.100	1.223	0.392	7.336E-5	0.989	4.266E-4	2,317.758	-235.969	3,941.143
2.300	13.685	9.400	1.268	0.365	6.079E-5	0.991	4.392E-4	2,255.545	-228.665	4,169.808

Veamos que significa cada columna:

Y = Tirante

A = Área Hidráulica

T = Espejo de agua

R = Radio hidráulico

V = Velocidad

$$S_1 = \left(\frac{n \times V}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$N_1 = 1 - \frac{Q^2 \times T}{g \times A^3}$$

$$D_1 = S - S_1$$

$$F(Y) = \frac{N_1}{D_1}$$

$$\Delta x = A = \frac{2255.545 + 2284.437}{2} \times -0.1 = -226.999$$

$$X = \text{Coordenada X del perfil..... } |-226.999 + -230.110| = 457.109$$

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **[+XY]** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **[+XY]**

```

RAD
...E HICA48V1.0 } 28.02.03 07:47:17P
1: [[ 0 1.4 ]
    [ 1683.21303188 1...
    [ 2219.83059386 1...
    [ 2600.67117616 1...
INI [→[XY] [XYGR] [XY]→ [H3OLV] [SONID]

```

Visualización con **[↓]**

```

10-2 1
1 1683.213... 1.500
2 2219.830... 1.600
3 2600.671... 1.700
4 2917.182... 1.800
-1: 0
EDIT VEC ←WID WID→ GO→ GO↓

```

Matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso:

X	Y
0.000	1.400
1,683.213	1.500
2,219.831	1.600
2,600.671	1.700
2,917.183	1.800
3,198.901	1.900
3,459.179	2.000
3,705.173	2.100
3,941.143	2.200
4,169.808	2.300

Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **[XYGR]** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

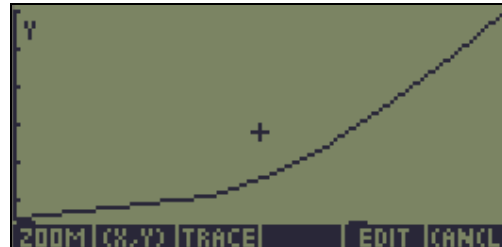
Proceso de Cálculo

```

PROCESANDO...
...E HICA48V1.0 } 28.02.03 07:51:23P
1: [[ 0 1.4 ]
    [ 1683.21303188 1...
    [ 2219.83059386 1...
    [ 2600.67117616 1...
INI [→[XY] [XYGR] [XY]→ [H3OLV] [SONID]

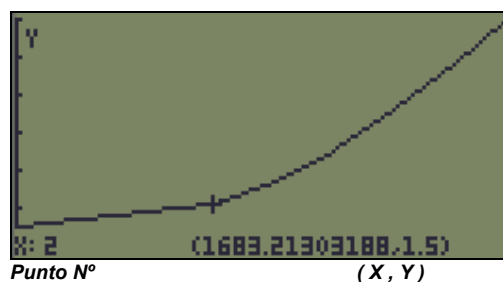
```

Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:

TRACE **(X,Y)** **[▶]** **[◀]**

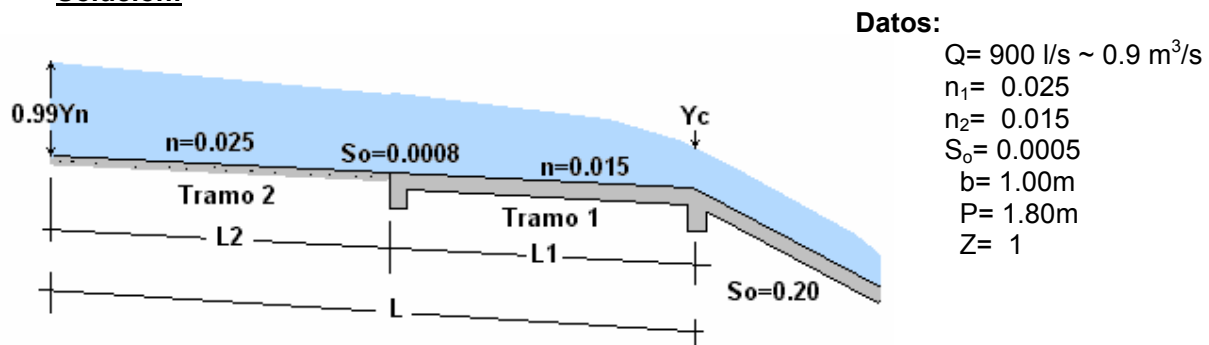


Problema N° 10: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Bakhmeteff.

Un canal de sección trapezoidal de ancho de solera de 1.0m, talud de 1 y con pendiente de 0.0005 conduce un caudal de 900 l/s en flujo uniforme con un coeficiente de rugosidad de 0.025. A partir de cierta sección en adelante (ver fig.), es necesario aumentar la pendiente del canal a 0.20.

Se pide calcular:

- A).- El perfil del flujo en el tramo 1 y la distancia L_1 que deberá de revestirse de concreto ($n = 0.015$) suponiendo que el material en que se excava el canal resiste hasta una velocidad de 1.00m/s.
- B).- La distancia L hasta la cual se deja sentir la influencia del cambio de pendiente.

Solución:

El problema lo resolveremos en forma independiente para el tramo sin revestir y para el tramo revestido por que el tirante normal es diferente para ambos tramos, el tirante crítico permanecerá constante.

A. Cálculo de L_1 – Tramo revestido.**1. Cálculo del Tirante Normal.-**

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE NORMAL:TRAP.RECT.TRIAN
Q= .9      b= 1
z= 1      N= .015
s= .0005

PENDIENTE (M/M)
EDIT      [CANCL] [OK]
  
```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL:TRAP.RECT.TRIAN
y=: .675953737957
p=: 2.9118858875
A=: 1.13286719382
R=: .389049309481
T=: 2.35190747591
[CHK] [CANCL] [OK]
  
```

$$y_n = 0.6759 \text{ m}$$

$$v = 0.7944 \text{ m/s}$$

2. Cálculo del Tirante Crítico.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO:RECT,TRAP,TRIA
Q= .9
B= 1
Z= 1

TALUD :RECTANGULAR Z=0
EDIT  CANCL OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO:RECT,TRAP,TRIA
y: .380862029976
p: 2.07724049637
A: .525917915853
R: .253181043202
T: 1.76172405995
      ↓
      ✓CHK  CANCL OK
  
```

$$y_c = 0.3808 \text{ m}$$

3. Cálculo de la Pendiente Crítica.-

Nuestro programa de Tirante Crítico no calcula la pendiente crítica, para ello usaremos el *Solver de Tirante Normal* donde introduciremos los datos de $Y_c=0.3808\text{m}$ y el $F=1$ para que el programa reconozca de que se trata de un flujo crítico.

Usaremos **HSOLV** / **HSOLU** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

Datos: $Q = 0.9 \text{ m}^3/\text{s}$; $b = 1.0 \text{ m}$; $Z = 1$; $n = 0.015$; $y = 0.3808\text{m}$; $F = 1$

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .3808
4:
3:
2:
1:
Q  B  Z  N  S  Y
  
```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL:TRAP,RECT,TRIAN
S: 4.11631505301E-3
P: 2.0770650491
A: .52580864
R: .253149818407
T: 1.7616
V: 1.7116493179
      ↓
VALU=EQNS PRINT  EXIT
  
```

$$S_c = 4.1163E-3 \sim 0.004116$$

4. Ubicación de la sección de control.-

La sección esta ubicada en el punto donde cambia la pendiente, es en este punto donde se presenta el tirante crítico $Y_c = 0.3808 \text{ m}$.

5. Cálculo del perfil en el tramo 1 y la distancia L_1 .-

El cálculo se efectuara desde $y_c = y_1 = 0.3808$ m hacia aguas arriba, hasta un tirante que corresponda a la velocidad de 1.00m/s.

Usaremos **HSOLV** / **HSOLV** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

Datos: $Q = 0.9 \text{ m}^3/\text{s}$; $b = 1.0 \text{ m}$; $Z = 1$; $n = 0.015$; $V = 1$

Terminado el ingreso de datos ejecutamos **←** **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

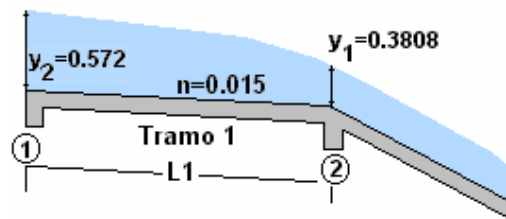
V: 1
4:
3:
2:
1:
P  A  R  T  V  F
  
```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL:TRAP,RECT,TRIANG
A: .9
U: .572380529477
T: 2.14476105895
F: .492871492564
E: .623348929069
S: 9.34743575488E-4
VALU=EQNS PRINT EXIT
  
```

$y_2 = 0.5723 \text{ m}$



Como se observa en la figura anterior el cálculo se realizará desde $y_1 = y_c = 0.3808$ hasta $y_2 = 0.572$, siendo el y promedio para el tramo el siguiente:

$$y = \frac{y_1 + y_2}{2} = \frac{0.3808 + 0.572}{2} = 0.4764 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

$Q = 0.90 \text{ m}^3/\text{s}$

$Z = 1$

$y_n = 0.676 \text{ m}$

$y_1 = 0.572 \text{ m}$

$Nt = 19$

$b = 1.0 \text{ m}$

$S = 0.0005$

$y_c = 0.3808 \text{ m}$

$y_2 = 0.3808 \text{ m}$

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: MET. BAKHMETE...
Q= .9  B= 1  Z= 1
S= .0005  YN= .6...
YC= .3808  Y1= .5...
Y2= .3808  NT= 19
NUMERO DE TRAMOS
EDIT  CANCEL  OK

```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos y el programa se hará lento y pesado.

Salida:

```

RAD
...E HICA48V1.0  28.02.03  08:06:35P
1:  [[ .572 .846153846...
    [ .561937 .831267...
    [ .551874 .816381...
    [ .541811 .801495...
INI  [XY] [YGR [XY] [XOLV] [SONID

```

Visualización de los valores de N, M, J

```

RAD
...E HICA48V1.0  28.02.03  08:07:04P
5▶  N: 3.64357842111
4:   M: 3.48011555506
3:   J: 3.13166713561
2: "[ Y  U  V  F(U,N)...
ECHO  VIEW  PICK  ROLL  ROLLO  LIST

```

Nota: Para visualizar los valores de N, M y J pulsar 

Podemos visualizar la matriz con 

Matriz de resultados.

Y	U	V	F(U,N)	F(V,J)	ΔX	L
0.572	0.846	0.823	0.995	0.989	-45.284	0.000
0.562	0.831	0.807	0.964	0.952	-29.332	15.951
0.552	0.816	0.790	0.935	0.919	-15.454	29.830
0.542	0.801	0.773	0.907	0.888	-2.613	42.671
0.532	0.787	0.756	0.880	0.858	9.035	54.319
0.522	0.772	0.740	0.855	0.830	18.293	63.577
0.512	0.757	0.723	0.832	0.804	25.163	70.447
0.502	0.742	0.707	0.809	0.778	32.033	77.317
0.491	0.727	0.690	0.787	0.754	37.867	83.151
0.481	0.712	0.674	0.765	0.730	43.700	88.984
0.471	0.697	0.657	0.745	0.708	47.145	92.429
0.461	0.682	0.641	0.725	0.686	50.590	95.874
0.451	0.668	0.625	0.705	0.664	54.035	99.319
0.441	0.653	0.609	0.686	0.644	56.443	101.727
0.431	0.638	0.593	0.667	0.623	58.693	103.977
0.421	0.623	0.576	0.649	0.604	59.907	105.191
0.411	0.608	0.560	0.631	0.584	60.963	106.247
0.401	0.593	0.545	0.613	0.566	62.335	107.619
0.391	0.578	0.529	0.596	0.547	62.197	107.481
0.381	0.563	0.513	0.579	0.529	62.216	107.500

Rpta: $L_1 = 107.50 \sim 108.00m$.

Por lo tanto deberá de revestirse desde la sección de cambio de pendiente hacia aguas arriba 108.00 m

Veamos que significa cada columna:

$$Y = \text{Tirante}$$

$$U = \frac{Y}{Y_n}$$

$$V = U^{N/J}$$

$$N = \frac{10}{3} \left[\frac{1 + 2Z(y/b)}{1 - Z(y/b)} \right] - \frac{8}{3} \left[\frac{\sqrt{1 + Z^2} (y/b)}{1 + 2\sqrt{1 + Z^2} (y/b)} \right]$$

$$M = \frac{3[1 + 2Z(y/b)]^2 - 2Z(y/b)[1 + Z(y/b)]}{[1 + 2Z(y/b)][1 + Z(y/b)]}$$

$$J = \frac{N}{N - M + 1}$$

$$F(U, N) = \int_0^N \frac{dU}{1 - U^N}$$

$$F(V, J) = \int_0^V \frac{dV}{1 - V^J}$$

Δx = Longitud que existe entre la sección considerada y un punto arbitrario.

L = Longitud entre dos secciones consecutivas ($x_2 - x_1$).

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **[+XY]** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **[+XY]**

```

RAD
...E HICA48V1.0 3 28.02.03 08:10:54P
1: [[ 0.572 ]
    [ 16.5920377004 ...
    [ 29.4549187522 ...
    [ 43.3784613597 ...
INI  →[XY] [YGR [XY]→ [SOLV] [ONID]

```

Visualización con **[↓]**

```

30.2 1 2
1 0 0.572
2 16.59203... .561937
3 29.45491... .551874
4 43.37846... .541811
5 54.04883... .531748
1-1: 0
EDIT | VEC | ←WID | WID→ | GO→ | GO↓

```

Matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso:

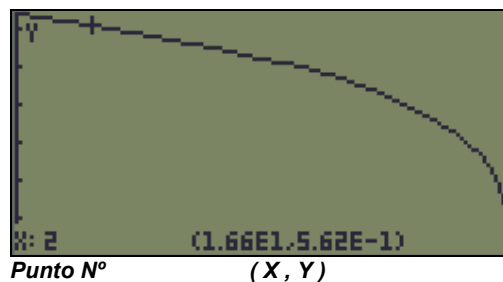
X	Y
0.000	0.572
15.951	0.562
29.830	0.552
42.671	0.542
54.319	0.532
63.577	0.522
70.447	0.512
77.317	0.502
83.151	0.491
88.984	0.481
92.429	0.471
95.874	0.461
99.319	0.451
101.727	0.441
103.977	0.431
105.191	0.421
106.247	0.411
107.619	0.401
107.481	0.391
107.500	0.381

Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

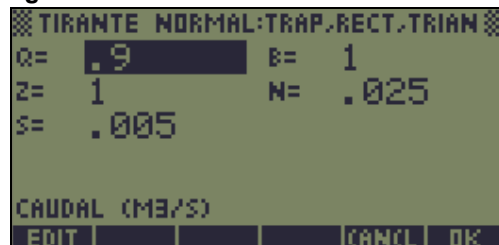
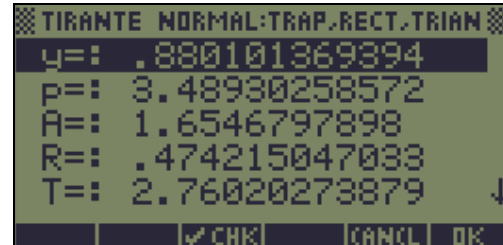
Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **XYGR** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

Proceso de Cálculo**Perfil o Curva de Remanso****Trazado de la curva:**

TRACE (X,Y)  

**B. Cálculo de L.**

El cálculo se realizara desde $y_1 = 0.572$ m hasta $y_2 = 0.99y_n$, debiendo calcular antes el y_n para este tramo con un $n = 0.025$.

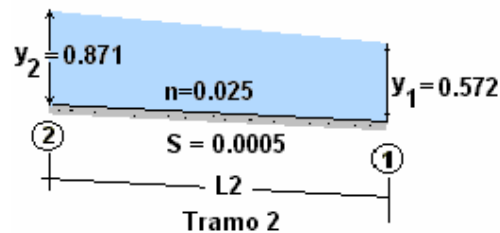
1. Cálculo del Tirante Normal.-**Ingreso de Datos:****Salida:**

$$y_n = 0.880 \text{ m}$$

2. Secciones de cálculo.-

$$y_1 = 0.572$$

$$y_2 = 0.99 \times 0.88 = 0.8712 \text{ m}$$



Como se observa en la figura el cálculo se realizará desde $y_1 = 0.572$ hasta $y_2 = 0.8712$, siendo el y promedio para el tramo el siguiente:

$$y = \frac{y_1 + y_2}{2} = \frac{0.572 + 0.8712}{2} = 0.7216 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

$Q = 0.90 \text{ m}^3/\text{s}$	$b = 1.0 \text{ m}$
$Z = 1$	$S = 0.0005$
$y_n = 0.880 \text{ m}$	$y_c = 0.3808 \text{ m}$
$y_1 = 0.572 \text{ m}$	$y_2 = 0.871 \text{ m}$
$Nt = 1$	

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: MET. BAKHMETE...
Q= .9  b= 1  z= 1
S= .0005  YN= .88
Yc= .3808  Y1= .5...
Y2= .871  NT= 1
NUMERO DE TRAMOS
EDIT  CANCEL  OK
  
```

Nota: En Nt hemos colocado 1 por que solo nos interesa hallar la longitud total.

Salida:

```

RAD
...E HICA48V1.0  28.02.03  08:20:48P
3: J: 3.28141528352
2: "[ Y U V F(U,N)...
1: [[ .572 .65 .60439...
   [ .871 .989772727...
INI  [XY]  XYGR  [XY]  HSOLV  SONID
  
```

Ejecutando **[F4]** :

```

RAD
...E HICA48V1.0  28.02.03  08:22:31P
3: J: 3.28141528352
2: "[ Y U V F(U,N)...
1: [[ 0 .572 ]
   [ 1198.73602756 ...
INI  [XY]  XYGR  [XY]  HSOLV  SONID
  
```

$L_2 = 1198.7 \text{ m} \sim 1200.00 \text{ m}$

$L = L_1 + L_2$

$L = 108.00 + 1200.00$

$L = 1308.00 \text{ m}$

La distancia total de influencia del cambio de pendiente, medida desde la sección donde ocurre dicho cambio hacia aguas arriba es de 1308.00 m.

3. Sección de Control.-

La sección de control es la presa y los cálculos se realizan desde este punto con tirante $y_1 = 3.00\text{m}$, hacia aguas arriba hasta un tirante superior al 1% del tirante normal, es decir:

$$y_2 = 1.01y_n = 1.01 \times 1.4085$$

$$y_2 = 1.4225\text{m}$$

4. Cálculo del Perfil o curva de remanso.-

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: MET. BRESSE
Q= 10      B= 10
S= .0004   N= .03
YN= 1.409  Y1= 1.4225
Y2= 3      NT= 39
CAUDAL (M3/S)
EDIT      CANCEL  OK
  
```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.

Salida:

```

RAD
...E HICA48V1.0 } 28.02.03 08:27:28P
1: [[ 1.4225 1.009581...
    [ 1.46294871795 1...
    [ 1.50339671795 1...
    [ 1.54384471795 1...
INI  [XY] XYGR [XY] [NSOLV] [SONID]
  
```

Nota: Podemos visualizar la matriz con .

```

40-7      1
1 1.4225 1.009581...
2 1.462948... 1.038288...
3 1.503396... 1.066995...
4 1.543844... 1.095702...
5 1.584292... 1.124409...
i-1: 1.4225
EDIT  VEC  [WID] [WID] [GO] [GO]
  
```

Matriz de resultados:

Y	Z	SX1	F(Z)	SX2	ΔX	L
1.423	1.010	3,556.250	1.433	4,750.803	-1,194.553	0.000
1.463	1.038	3,657.372	0.981	3,250.786	406.586	1,601.139
1.503	1.067	3,758.492	0.804	2,662.887	1,095.605	2,290.158
1.544	1.096	3,859.612	0.694	2,298.644	1,560.968	2,755.521
1.584	1.124	3,960.732	0.615	2,038.082	1,922.650	3,117.203
1.625	1.153	4,061.852	0.555	1,837.477	2,224.375	3,418.928
1.665	1.182	4,162.972	0.506	1,675.919	2,487.053	3,681.606
1.706	1.211	4,264.092	0.466	1,541.770	2,722.322	3,916.875
1.746	1.239	4,365.212	0.431	1,427.885	2,937.327	4,131.880
1.787	1.268	4,466.332	0.402	1,329.562	3,136.770	4,331.322
1.827	1.297	4,567.452	0.376	1,243.544	3,323.908	4,518.461
1.867	1.325	4,668.572	0.353	1,167.479	3,501.093	4,695.645
1.908	1.354	4,769.692	0.332	1,099.620	3,670.072	4,864.625
1.948	1.383	4,870.812	0.314	1,038.628	3,832.184	5,026.737
1.989	1.411	4,971.932	0.297	983.458	3,988.473	5,183.026
2.029	1.440	5,073.052	0.282	933.281	4,139.771	5,334.324
2.070	1.469	5,174.172	0.269	887.424	4,286.748	5,481.301
2.110	1.498	5,275.292	0.256	845.337	4,429.955	5,624.508
2.151	1.526	5,376.412	0.244	806.563	4,569.849	5,764.401
2.191	1.555	5,477.532	0.233	770.722	4,706.810	5,901.363
2.231	1.584	5,578.652	0.223	737.488	4,841.164	6,035.716
2.272	1.612	5,679.772	0.214	706.588	4,973.184	6,167.737
2.312	1.641	5,780.892	0.205	677.784	5,103.108	6,297.661
2.353	1.670	5,882.012	0.197	650.871	5,231.140	6,425.693
2.393	1.699	5,983.132	0.190	625.672	5,357.459	6,552.012
2.434	1.727	6,084.252	0.182	602.031	5,482.221	6,676.774
2.474	1.756	6,185.372	0.176	579.810	5,605.562	6,800.114
2.515	1.785	6,286.492	0.169	558.889	5,727.603	6,922.156
2.555	1.813	6,387.612	0.163	539.159	5,848.452	7,043.005
2.595	1.842	6,488.732	0.158	520.526	5,968.206	7,162.759
2.636	1.871	6,589.852	0.153	502.903	6,086.949	7,281.501
2.676	1.899	6,690.972	0.147	486.214	6,204.758	7,399.311
2.717	1.928	6,792.092	0.143	470.389	6,321.703	7,516.256
2.757	1.957	6,893.212	0.138	455.366	6,437.846	7,632.398
2.798	1.986	6,994.332	0.134	441.089	6,553.243	7,747.796
2.838	2.014	7,095.452	0.130	427.505	6,667.947	7,862.500
2.879	2.043	7,196.572	0.126	414.568	6,782.003	7,976.556
2.919	2.072	7,297.692	0.122	402.236	6,895.456	8,090.008
2.960	2.100	7,398.812	0.119	390.470	7,008.342	8,202.895
3.000	2.129	7,499.932	0.115	379.233	7,120.699	8,315.252

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **[+XY]** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **[+XY]**

```

RAD
...E HICA48V1.0 } 28.02.03 08:29:39P
1: [[ 0 1.4225 ]
    [ 1601.13865752 1..
    [ 2290.15813983 1..
    [ 2755.52071486 1..
INI [→[XY] [XYGR [XY]→ [HSOLV] [SONID

```

Visualización con **[▽]**

```

40-2 1 2
1 0 1.4225
2 1601.138... 1.462948...
3 2290.158... 1.503396...
4 2755.520... 1.543844...
5 3117.202... 1.584292...
1-1: 0
EDIT VEC [←WID [WID→ [GO→ [GO↓

```

Matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

X	Y
0.000	1.423
1,601.139	1.463
2,290.158	1.503
2,755.521	1.544
3,117.203	1.584
3,418.928	1.625
3,681.606	1.665
3,916.875	1.706
4,131.880	1.746
4,331.322	1.787
4,518.461	1.827
4,695.645	1.867
4,864.625	1.908
5,026.737	1.948
5,183.026	1.989
5,334.324	2.029
5,481.301	2.070
5,624.508	2.110
5,764.401	2.151
5,901.363	2.191
6,035.716	2.231
6,167.737	2.272
6,297.661	2.312
6,425.693	2.353
6,552.012	2.393
6,676.774	2.434
6,800.114	2.474
6,922.156	2.515
7,043.005	2.555
7,162.759	2.595
7,281.501	2.636
7,399.311	2.676
7,516.256	2.717
7,632.398	2.757
7,747.796	2.798
7,862.500	2.838
7,976.556	2.879
8,090.008	2.919
8,202.895	2.960
8,315.252	3.000

Nota: Se recomienda antes de ejecutar el programa colocar la hp en modo 3 FIX.

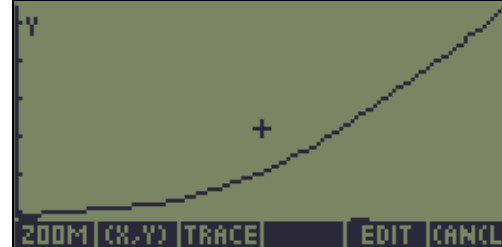
Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **XYGRA** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

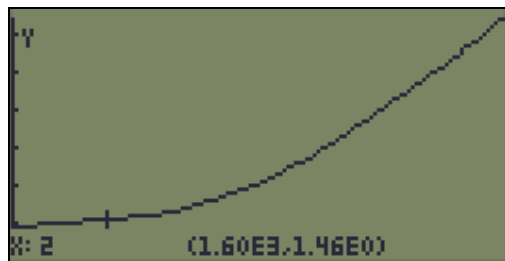
Proceso de Cálculo

```

PROCESANDO...
...E HICA48V1.0 28.02.03 08:33:02M
1: [[ 0 1.4225 ]
    [ 1601.13865752 1...
    [ 2290.15813983 1...
    [ 2755.52071486 1...
INI  [XY] XYGR [XY] [ASOLV]SONID
  
```

Perfil o Curva de Remanso**Trazado de la curva:**

TRACE (X,Y)  



Punto N° (X, Y)

Problema N° 12: *Cálculo de Curvas de Remanso – Método Directo por Tramos.*

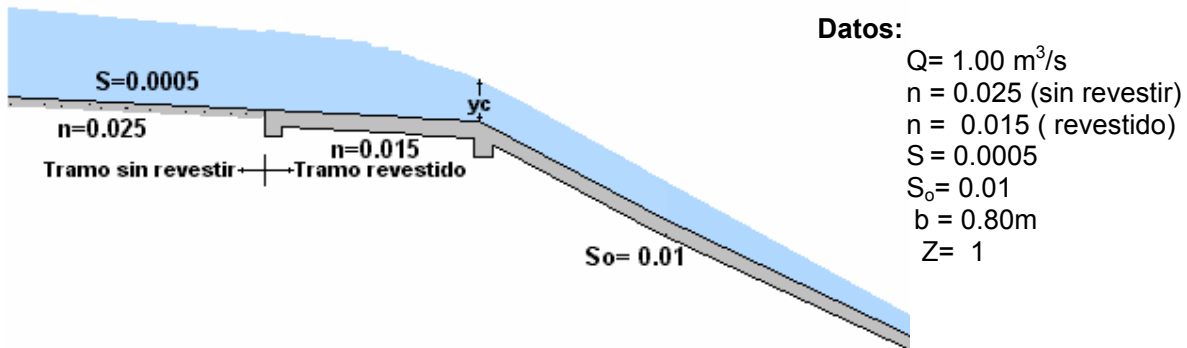
Un canal de sección trapezoidal de ancho de solera $b=0.80\text{m}$, talud $Z=1$, pendiente $S=0.0005$, coeficiente de rugosidad $n=0.025$ y con un caudal $Q = 1.0\text{m}^3/\text{s}$.

A partir de cierta sección en adelante (ver fig.), es necesario aumentar la pendiente del canal a $S_0 = 0.01$ y el canal se reviste con concreto con un $n=0.015$.

Se pide calcular:

El perfil del flujo en el tramo de mayor pendiente considerando que la variación del perfil termina cuando el tirante es el 1% superior al tirante normal.

Solución:



Los cálculos, como lo indica el problema, se realizarán solo en el tramo de mayor pendiente.

a. Cálculo del Tirante Normal.-

Ingreso de Datos:

TIRANTE NORMAL:TRAP,RECT,TRIANG

Q= 1 B= .8

Z= 1 N= .015

S= .01

CAUDAL (CM3/S)

EDIT				CANCEL	OK
------	--	--	--	--------	----

Salida:

TIRANTE NORMAL:TRAP,RECT,TRIANG
 y=: .351509757134
 p=: 1.79421973169
 A=: .404766915067
 R=: .225594952456
 T=: 1.50301951427

$$y_n = 0.3515m \sim 0.352m$$

b. Cálculo del Tirante Crítico.-

Ingreso de Datos:

TIRANTE CRITICO:RECT,TRAP,TRIA

Q= 1

B= .8

Z= 1

TALUD :RECTANGULAR Z=0

EDIT CANCEL OK

Salida:

TIRANTE CRITICO:RECT,TRAP,TRIA

y: .44662949165

p: 2.06325896889

A: .556781496132

R: .269855362088

T: 1.6932589833

✓CHK CANCEL OK

$$y_c = 0.4462m$$

c. Cálculo de la Pendiente Crítica.-

Nuestro programa de Tirante Crítico no calcula la pendiente crítica, para ello usaremos el *Solver de Tirante Normal* donde introduciremos los datos de $Y_c=0.4462\text{m}$ y el $F=1$ para que el programa reconozca de que se trata de un flujo crítico.

Usaremos **HSOLV** / **HSOLV** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

Datos: $Q = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$; $b = 0.80\text{m}$; $Z = 1$; $n = 0.015$; $y = 0.4462\text{m}$; $F = 1$

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .4462
4:
3:
2:
1:
Q  B  Z  N  S  Y
  
```

Salida:  **ALL**

```

TIRANTE NORMAL:TRAP,RECT,TRIANG
S: 4.176913011E-3
P: 2.06204418306
A: .55605444
R: .269661748554
T: 1.6924
V: 1.7983850646
VALU=EQNS|PRINT| | | |EXIT
  
```

$S_c = 4.1769E-3 \sim 0.0042$

5. Cálculo del perfil.-

El cálculo se efectuara desde la sección de control que se localiza en el punto de cambio de pendiente, con un $y_c = y_1 = 0.4462 \text{ m}$ hacia aguas abajo, hasta un tirante $y_2 = 1.01y_n$, es decir:

$$y_2 = 1.01 \times 0.352\text{m}.$$

$$y_2 = 0.356\text{m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

$$Q = 1.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 0.80\text{m}$$

$$Z = 1$$

$$S = 0.01$$

$$n = 0.015$$

$$y_1 = 0.447\text{m}$$

$$y_2 = 0.356\text{m}$$

$$Nt = 9$$

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO:MET.DIR TRAMOS
Q= 1      B= .8
Z= 1      S= .01
N= .015   Y1= .447
Y2= .356  NT= 9
NUMERO DE TRAMOS
EDIT  CANCEL  OK
  
```

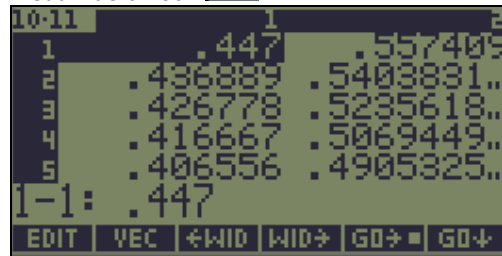
Salida:

```

RAD
...E HICA48V1.0 } 28.02.03 08:42:46P
1: [[ .447 .557409 .2..
    [ .436889 .540383..
    [ .426778 .523561..
    [ .416667 .506944..
INI  [XY]  [XYGR  [XY]  [HSOLV/SOLID
  
```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.


Visualización con :



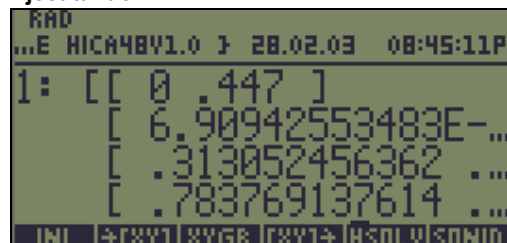
	Y	A	R	V	F	F2	ΔE	SE	SE2	ΔX	X
1	.447	.557	0.270	1.794	0.999	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
2	.436889	.5403831	0.265	1.851	1.040	1.019	3.916E-4	0.005	0.004	0.069	0.069
3	.426778	.5235618	0.261	1.910	1.084	1.062	0.001	0.005	0.005	0.244	0.313
4	.416667	.5069449	0.256	1.973	1.130	1.107	0.002	0.005	0.005	0.471	0.784
5	.406556	.4905325	0.252	2.039	1.180	1.155	0.003	0.006	0.006	0.776	1.559
6	.396	.474	0.247	2.108	1.234	1.207	0.005	0.006	0.006	1.206	2.766
7	.386	.458	0.242	2.182	1.290	1.262	0.006	0.007	0.007	1.859	4.625
8	.376	.443	0.237	2.260	1.351	1.321	0.008	0.008	0.007	2.961	7.586
9	.366	.427	0.233	2.342	1.417	1.384	0.009	0.009	0.008	5.211	12.797
10	.356	.412	0.228	2.430	1.487	1.452	0.011	0.010	0.009	12.322	25.119

Matriz de resultados.

	Y	A	R	V	F	F2	ΔE	SE	SE2	ΔX	X
1	.447	.557	0.270	1.794	0.999	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
2	.437	.540	0.265	1.851	1.040	1.019	3.916E-4	0.005	0.004	0.069	0.069
3	.427	.524	0.261	1.910	1.084	1.062	0.001	0.005	0.005	0.244	0.313
4	.417	.507	0.256	1.973	1.130	1.107	0.002	0.005	0.005	0.471	0.784
5	.407	.491	0.252	2.039	1.180	1.155	0.003	0.006	0.006	0.776	1.559
6	.396	.474	0.247	2.108	1.234	1.207	0.005	0.006	0.006	1.206	2.766
7	.386	.458	0.242	2.182	1.290	1.262	0.006	0.007	0.007	1.859	4.625
8	.376	.443	0.237	2.260	1.351	1.321	0.008	0.008	0.007	2.961	7.586
9	.366	.427	0.233	2.342	1.417	1.384	0.009	0.009	0.008	5.211	12.797
10	.356	.412	0.228	2.430	1.487	1.452	0.011	0.010	0.009	12.322	25.119

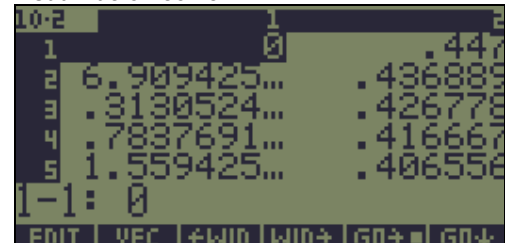
Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando  para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando 



	Y	A	R	V	F	F2	ΔE	SE	SE2	ΔX	X
1	.447	.557	0.270	1.794	0.999	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
2	.436889	.5403831	0.265	1.851	1.040	1.019	3.916E-4	0.005	0.004	0.069	0.069
3	.426778	.5235618	0.261	1.910	1.084	1.062	0.001	0.005	0.005	0.244	0.313
4	.416667	.5069449	0.256	1.973	1.130	1.107	0.002	0.005	0.005	0.471	0.784
5	.406556	.4905325	0.252	2.039	1.180	1.155	0.003	0.006	0.006	0.776	1.559
6	.396	.474	0.247	2.108	1.234	1.207	0.005	0.006	0.006	1.206	2.766
7	.386	.458	0.242	2.182	1.290	1.262	0.006	0.007	0.007	1.859	4.625
8	.376	.443	0.237	2.260	1.351	1.321	0.008	0.008	0.007	2.961	7.586
9	.366	.427	0.233	2.342	1.417	1.384	0.009	0.009	0.008	5.211	12.797
10	.356	.412	0.228	2.430	1.487	1.452	0.011	0.010	0.009	12.322	25.119

Visualización con el *MTRW*



	Y	A	R	V	F	F2	ΔE	SE	SE2	ΔX	X
1	.447	.557	0.270	1.794	0.999	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
2	.436889	.5403831	0.265	1.851	1.040	1.019	3.916E-4	0.005	0.004	0.069	0.069
3	.426778	.5235618	0.261	1.910	1.084	1.062	0.001	0.005	0.005	0.244	0.313
4	.416667	.5069449	0.256	1.973	1.130	1.107	0.002	0.005	0.005	0.471	0.784
5	.406556	.4905325	0.252	2.039	1.180	1.155	0.003	0.006	0.006	0.776	1.559
6	.396	.474	0.247	2.108	1.234	1.207	0.005	0.006	0.006	1.206	2.766
7	.386	.458	0.242	2.182	1.290	1.262	0.006	0.007	0.007	1.859	4.625
8	.376	.443	0.237	2.260	1.351	1.321	0.008	0.008	0.007	2.961	7.586
9	.366	.427	0.233	2.342	1.417	1.384	0.009	0.009	0.008	5.211	12.797
10	.356	.412	0.228	2.430	1.487	1.452	0.011	0.010	0.009	12.322	25.119

Matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

X	Y
0.000	0.447
0.069	0.437
0.313	0.427
0.784	0.417
1.559	0.407
2.766	0.396
4.625	0.386
7.586	0.376
12.797	0.366
25.119	0.356

Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **XYGR** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

Proceso de Cálculo

```

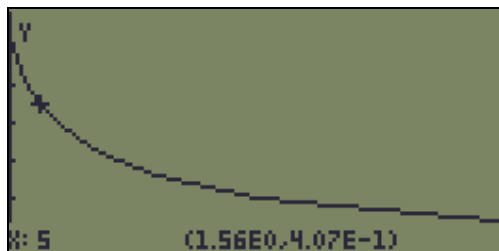
PROCESANDO...
...E HICA48V1.0 28.02.03 08:47:10P
1: [[ 0.447 ]
   [ 6.90942553483E-...
   [ .313052456362 ...
   [ .783769137614 ...
INI →[XY] XYGR [XY]→[SOLV]SONID
  
```

Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:

TRACE (X,Y)  



Punto N° (X, Y)

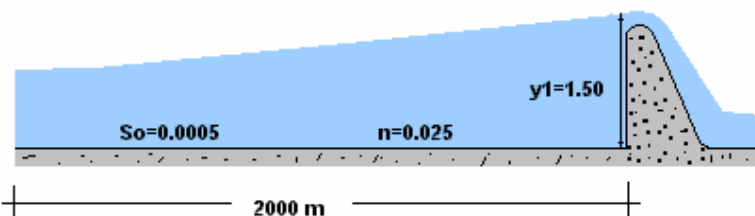
Problema N° 13: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Tramos Fijos.

Un canal de sección trapezoidal conduce un caudal de $2.00\text{m}^3/\text{s}$, con un ancho de solera de 1.00m , talud de 2, coeficiente de rugosidad de 0.025 y pendiente de 0.0005. En un punto de su perfil longitudinal se construye una presa que hace que se forme una curva de remanso con un tirante de 1.50m detrás de la presa.

Se pide calcular:

- El tirante que se tendrá en un punto localizado a 200 m aguas arriba de la presa.
- El perfil del flujo desde la presa hasta una distancia de 2000 m aguas arriba considerando tramos $\Delta x = 200$ m.

Solución:



Datos:

$Q = 2.00 \text{ m}^3/\text{s}$
 $n = 0.025$ (sin revestir)
 $S_o = 0.0005$
 $b = 1.00\text{m}$
 $Z = 2$
 $y_1 = 1.50\text{m}$

a. Cálculo del perfil.-

$$Q = 2.00 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$b = 1.00\text{m}$$
$$Z = 2$$
$$S = 0.0005$$
$$n = 0.025$$
$$y_1 = 1.50\text{m}$$

nt = 10

$$\Delta x = -200 \text{ m (cálculo hacia aguas arriba)}$$

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO:MET.TRAMOS FIJ
Q=      2      B=      1
Z=      2      S=    .0005
N=    .025      YI=    1.5
NT=    10      DX=   -200
DIST C/TRAMO (+)AGUAS+ (-)AGUAS+
EDIT      CANCEL  OK

```

Salida:

```

RAD
...E HIC44BV1.0 } 28.02.03 08:50:12P
1: [[ 0 1.5 ]
[ -200 1.42100135..
[ -400 1.34804111..
[ -600 1.28248096..
INI 3CXXV1 3XGB 3XV13 ASDI WSONNI

```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.



Matriz de resultados.

X	Y
0.	1.5
-200.	1.42100135492
-400.	1.34804111732
-600.	1.28248096334
-800.	1.22557216488
-1000.	1.17817028864
-1200.	1.14046328295
-1400.	1.11185801857
-1600.	1.09111045672
-1800.	1.07663830839
-2000.	1.06685520392

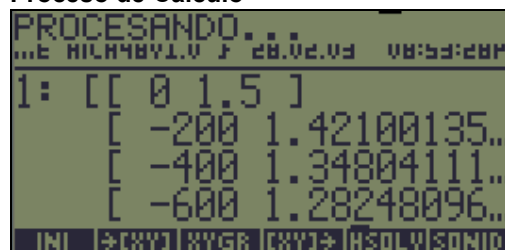
El tirante a 200m aguas arriba de la presa es 1.421m.

Para este caso, con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **[<XY]** para extraer el encabezado X Y de la matriz y así poder graficar sin ningún problema la curva de remanso o perfil.

Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **[XYGR]** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

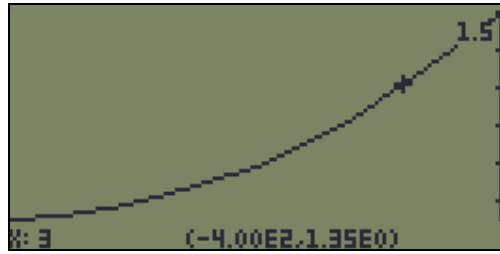
Proceso de Cálculo



Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:

TRACE (X,Y)  

Punto N° (X, Y)

Document ver.1.0 created by Oscar Fuentes F.
HICA48 has been created by Oscar Fuentes F.
Contact the author:
racsoff@latinmail.com
racsoff@hotmail.com
☎ +51 56 9705807
Ica - Perú