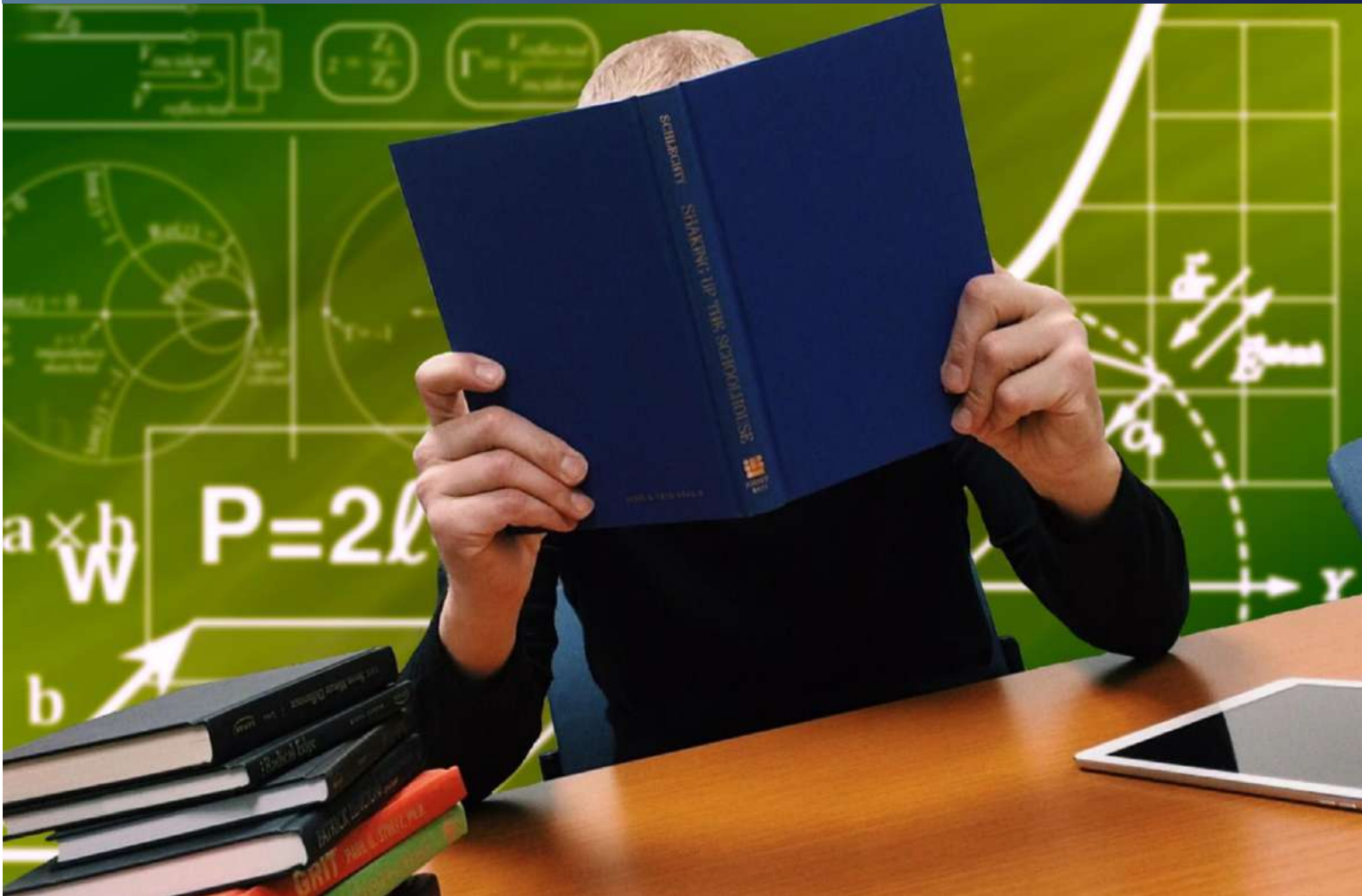


Ejercicios y Talleres



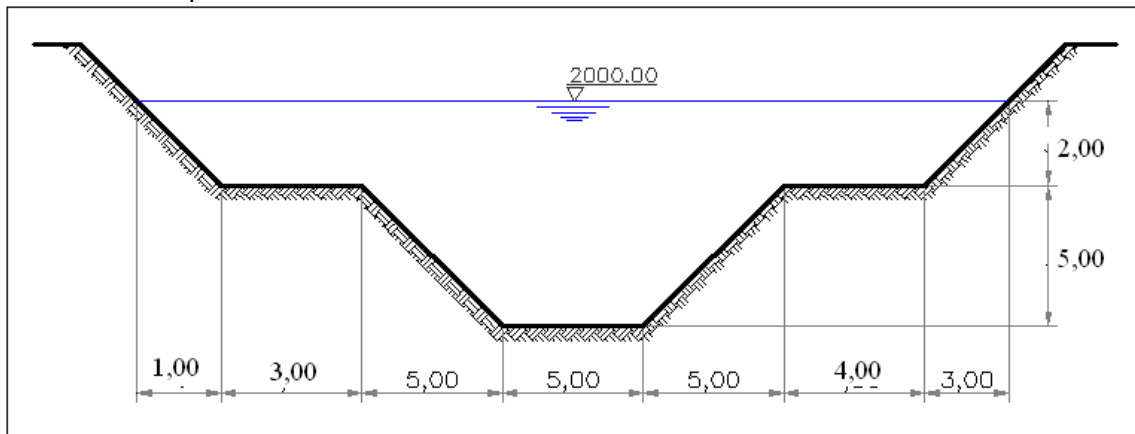
puedes enviarlos a
klasesdematematicasymas@gmail.com

Hidráulica II

TALLER N. 01

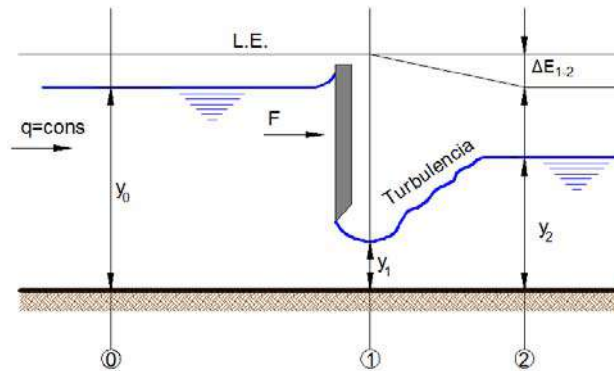
CANALES ABIERTOS Y SUS GENERALIDADES Y PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

1. Defina la clasificación de flujo en canales abiertos: Tipos de flujo, Estado del flujo y Regímenes de Flujo.
2. Realizar una figura de comparación entre flujos en tuberías y flujo en canales abiertos
3. En un canal rectangular de 4,2 m de ancho, el caudal es $8,3 \text{ m}^3/\text{s}$ con profundidades de 0,7m, 1,2 m y 1,4m. Determinar si el flujo es subcrítico o supercrítico.
4. Cuál es la profundidad hidráulica de las siguientes secciones de flujo, los taludes para el canal trapezoidal es 1:1

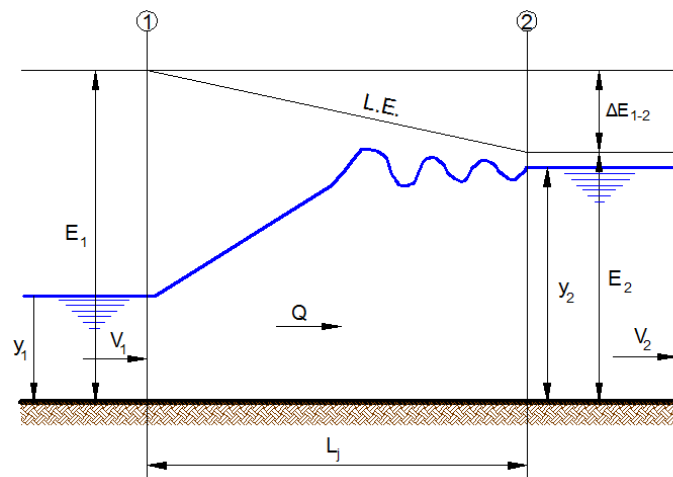


5. Para un canal rectangular con un ancho de fondo de 2,10 m calcule el área mojada y el radio hidráulico para profundidades que varían desde 0,10 m hasta 2,0 m. Grafique el área y el radio hidráulico Vs la profundidad.
6. Calcule el área mojada, el perímetro, el radio hidráulico, el ancho superficial y la profundidad hidráulica para un canal:
 - Rectangular, 3,20 m de profundidad, 5,0m de ancho.
 - Trapezoidal, la mitad de un hexágono, 3,1m de profundidad.
 - Triangular, 3,0m de profundidad, $\theta = 45^\circ$.
 - Circular, 2,5m de profundidad, $r = 3,0m$.
7. Para la figura, hallar $Y_0, Y_2, \Delta E_{1-2}$ y la fuerza que ejerce al agua sobre la compuerta, si el canal es rectangular de ancho $b=2,5 \text{ m}$ y transporta un caudal de $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ y el valor de Y_1 es 0,50 m.

Hidráulica II



8. Para el resalto hidráulico que se presenta en un canal rectangular con un caudal de 1,5 m³/s, el número Froude en 1 es 5,0 y con un ancho b de 0,5 m, se pide calcular:



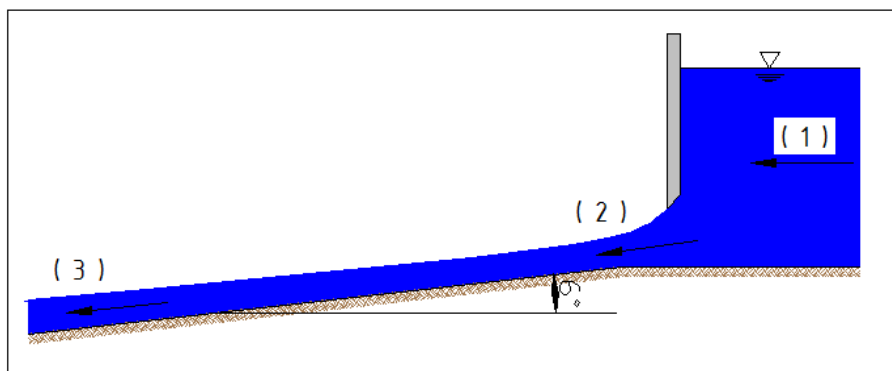
- La profundidad del flujo antes y después del resalto.
- La longitud del resalto.
- La pérdida de energía en el resalto.
- La potencia disipada en el resalto.
- La eficiencia del resalto.

9. Llenar los datos que faltan en la siguiente tabla relacionados con la profundidad crítica en canales trapezoidales:

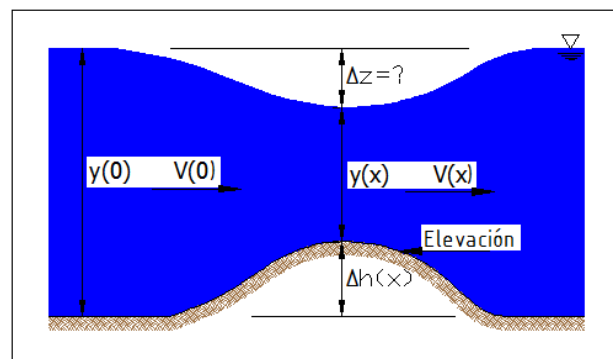
Caso	Q(m ³ /s)	b(m)	yc(m)	Ec(m)	m
1	5,000	3,500			1,500
2		2,000	0,300		2,000
3	2,641		0,400		1,500
4		4,000		1,111	2,000

Hidráulica II

10. Dibujar la curva de energía específica para un canal rectangular de ancho 12,1 m que transporta $Q = 55,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Determinar a) la profundidad crítica, b) la energía específica mínima, c) la profundidad alterna correspondiente a una profundidad de 1,80 m.
11. Un flujo de un río se acerca a una compuerta según la siguiente figura a una $V_1 = 0,42 \text{ m/s}$ e $y_1 = 1,6 \text{ m}$. Teniendo en cuenta la energía cinética de la corriente incidente, calcule a la salida, sección 2: a) la profundidad, b) la velocidad y c) el número de Froude. (Suponer que el flujo no se presenta fricción y se desprecia el tamaño de la brecha

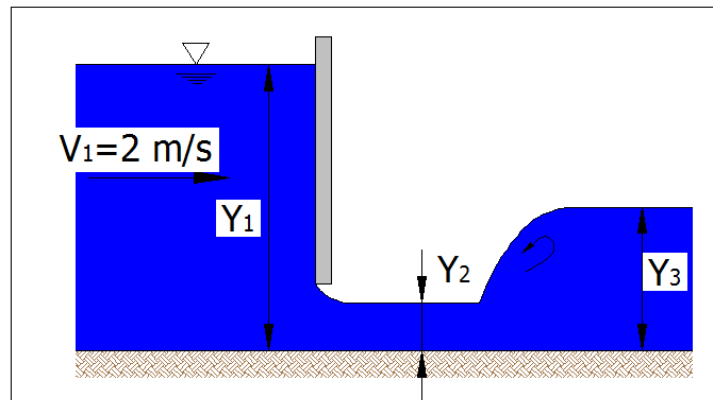


12. Para un canal ancho fluye agua a $q = 4,00 \frac{\text{m}^3}{\text{m} \cdot \text{s}}$ y con un $y_1 = 0,75 \text{ m}$, que se encuentra con un resalto hidráulico. Calcule y_2 , V_2 , Fr_2 , ΔE , el porcentaje de disipación y la potencia disipada por unidad de anchura. ¿Cuánto vale la profundidad crítica? (asuma una densidad de 1000 kg/m^3 ; Utilizar el sistema internacional de unidades)
13. Sean $V_0 = 1,2 \text{ m/s}$ e $y_0 = 1,5 \text{ m}$, como se muestra en la figura. Si la altura máxima de la elevación es de 20 cm, determine a) el número de Froude sobre la cresta de la elevación y b) la máxima depresión experimentada por la superficie del agua. Ayuda: $E_0 = E_x + \Delta h(x)$.



Hidráulica II

14. Considere el desagüe bajo compuerta, según la figura. Si $y_1 = 12,5$ m y se desprecian todas las pérdidas salvo la disipación en el resalto, calcule y_2 e y_3 y el porcentaje de disipación.



15. Por un canal riego de forma trapezoidal circulan 1500 l/s, si el ancho del canal es 4,5 m, y el talud es 1:1, determine la energía específica y tipo de régimen se presenta en cada profundidad, para las siguientes profundidades que presenta el canal en tiempo de verano (0,50, 1,00, 1,50).

1) Tipos de flujo

A. Flujo permanente. La profundidad del flujo es constante o no cambia durante un intervalo de tiempo.

1. Flujo uniforme. - Cuando la profundidad del flujo es la misma en cada sección del canal.

2. Flujo variado. - La profundidad del flujo cambia a lo largo del canal.

a. Flujo gradualmente variado - La profundidad del agua cambia suavemente en distancias comparativamente cortas.

b. Flujo rápidamente variado - La profundidad del agua cambia abruptamente en distancias comparativamente cortas.

B. Flujo no permanente. La profundidad del flujo cambia con el tiempo.

1. Flujo uniforme no permanente - La superficie del agua fluctúa de un tiempo a otro pero permaneciendo paralela al canal.

2. Flujo variado no permanente.

a. Flujo gradualmente variado no permanente

b. Flujo rápidamente variado no permanente.

Estados de flujo

Flujo laminar. - Las partículas de agua se mueven en trayectorias suaves (definidas o líneas de corriente, y las capas de fluido con espesor infinitesimal parecen deslizarse sobre capas adyacentes. Número de Reynolds, R , es pequeño.

Flujo turbulento. - Las partículas de agua se mueven en trayectorias irregulares, que no son suaves ni fijas pero que en conjunto todavía representan el movimiento hacia adelante de la corriente entera. El número de Reynolds, R , es grande.

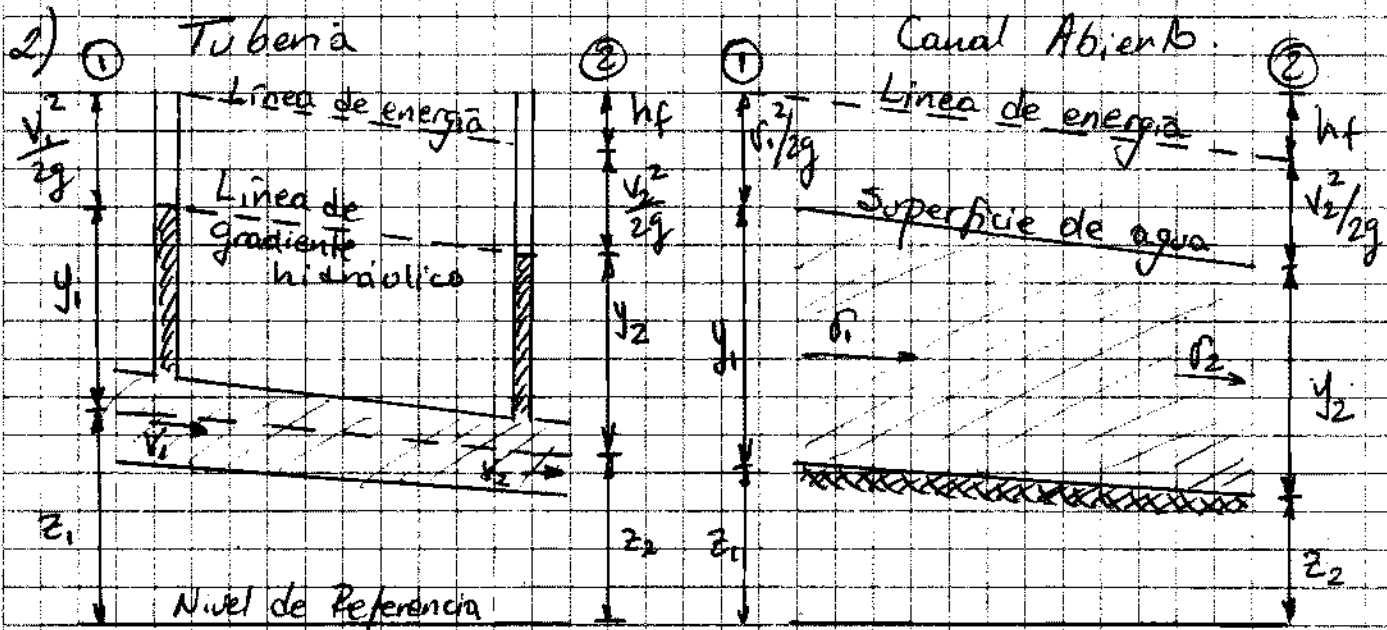
Flujo Crítico. - Cuando el número de Froude, F , es igual a 1.

Flujo subcrítico. - $F < 1$. El fluido tiene velocidad baja y a menudo se describe como tranquilo y de corriente lenta.

Flujo Supercrítico. - El flujo tiene alta velocidad y se describe como rápido, ultrarápido o torrencial.

Regímenes de flujo

1. Subcrítico - laminar : $F < 1$ R en el rango laminar
2. Supercrítico - laminar : $F > 1$ R en el rango laminar
3. Supercrítico - turbulento : $F > 1$ R en el rango turbulento
4. Subcrítico - turbulento : $F > 1$ R en el rango turbulento



Las tuberías no tiene superficie libre, el canal abierto si la tiene.

3) Ancho = 4,2 m

Caudal = 8,3 m³/s

Profundidad - 0,7 m 1,2 m 1,4 m.

$$F = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

$$F = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

Para canal rectangular $D = y$

Por tanto el número de Froude es

$$F = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

$$Q = V \cdot A \quad V = \frac{Q}{A} \quad A = b \cdot y$$

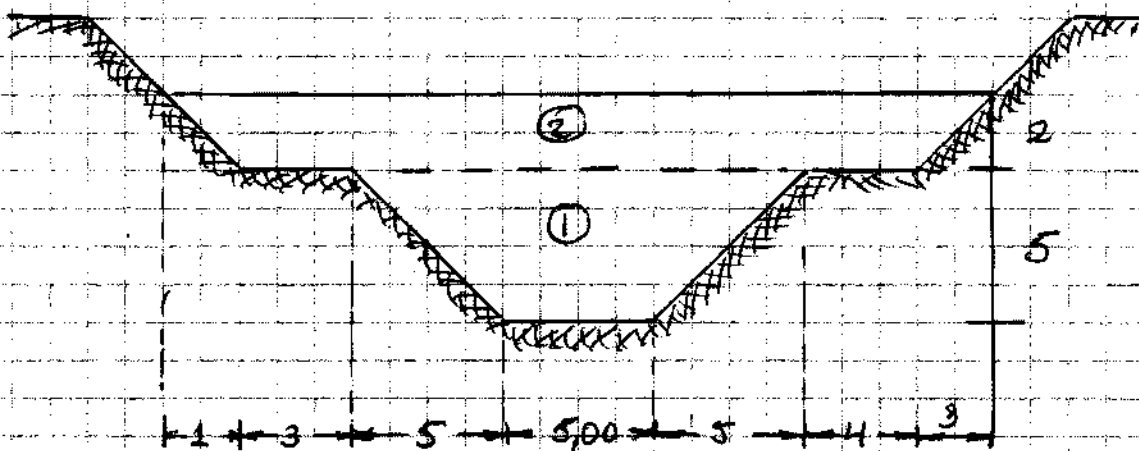
$$V = \frac{Q}{b \cdot y} \quad \text{si } y = 0,7 \text{ m } V = \frac{8,3 \text{ m}^3/\text{s}}{4,2 \text{ m} \times 0,7 \text{ m}} = 2,82 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{2,82}{\sqrt{9,8 \times 0,7}} = 1,07 > 1 \text{ es Supercrítico.}$$

Para $y = 1,2$ $V = \frac{8,3}{4,2 \times 1,2} = 1,64$ $F > 1$ es supercrítico.

Para $y = 1,4$ $V = \frac{8,3}{4,2 \times 1,4} = 1,41$ $F > 1$ es supercrítico.

4)



Profundidad hidraulica $D = \frac{A}{T}$

$A =$ Area mojada $T =$ Ancho superficial

Separamos la seccion en dos partes

$$A_1 = \frac{1}{2}(8+6) \cdot h = \frac{1}{2}(15+5) \cdot 5 = 50 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{1}{2}(8+6) \cdot h = \frac{1}{2}(26+22) \cdot 2 = 48 \text{ m}^2$$

$$A = 50 + 48 = 98 \text{ m}^2 \quad T = 26 \text{ m}$$

$$D = \frac{98 \text{ m}^2}{26 \text{ m}} = 3,7692 \text{ m} \quad D = 3,77 \text{ m}$$

5) Canal rectangular $b = 2,10 \text{ m}$

$A = ?$ $0,1 \text{ m} \leq y \leq 2,0 \text{ m}$
 $R = ?$

$R = \frac{A}{P}$ $P =$ Perimetro mojado $= 2y + b$

$R = \frac{A}{2y + b}$ $A = b \cdot y$ $R = \frac{b \cdot y}{2y + b} = \frac{2,1 \cdot y}{2y + 2,1}$

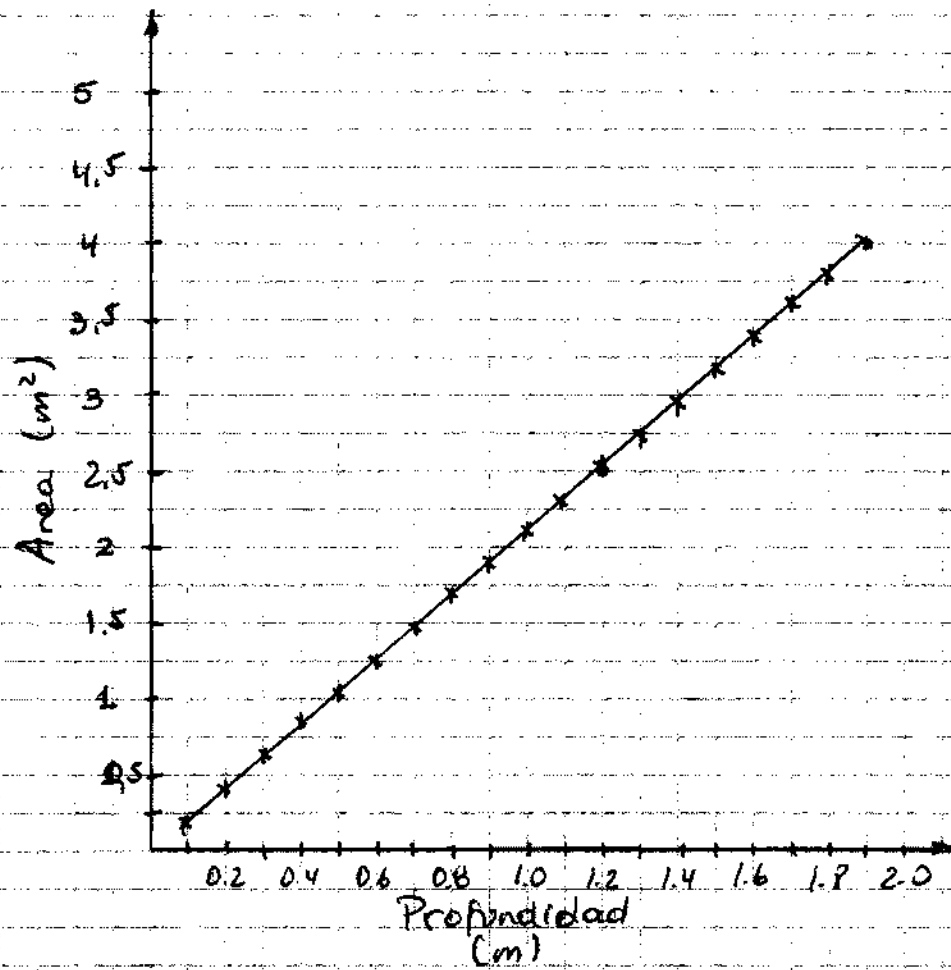
y	A (m ²)	R (m)
0,1	0,21	0,0913
0,2	0,42	0,1680
0,3	0,63	0,2333
0,4	0,84	0,2897
0,5	1,05	0,3387
0,6	1,26	0,3818
0,7	1,47	0,4200
0,8	1,68	0,4541
0,9	1,89	0,4846
1,0	2,1	0,5122
1,1	2,31	0,5372
1,2	2,52	0,5600
1,3	2,73	0,5809
1,4	2,94	0,6000
1,5	3,15	0,6176
1,6	3,36	0,6340
1,7	3,57	0,6491
1,8	3,78	0,6632
1,9	3,99	0,6763
2,0	4,2	0,6885

Por ejemplo, para $y = 0,1 \text{ m}$

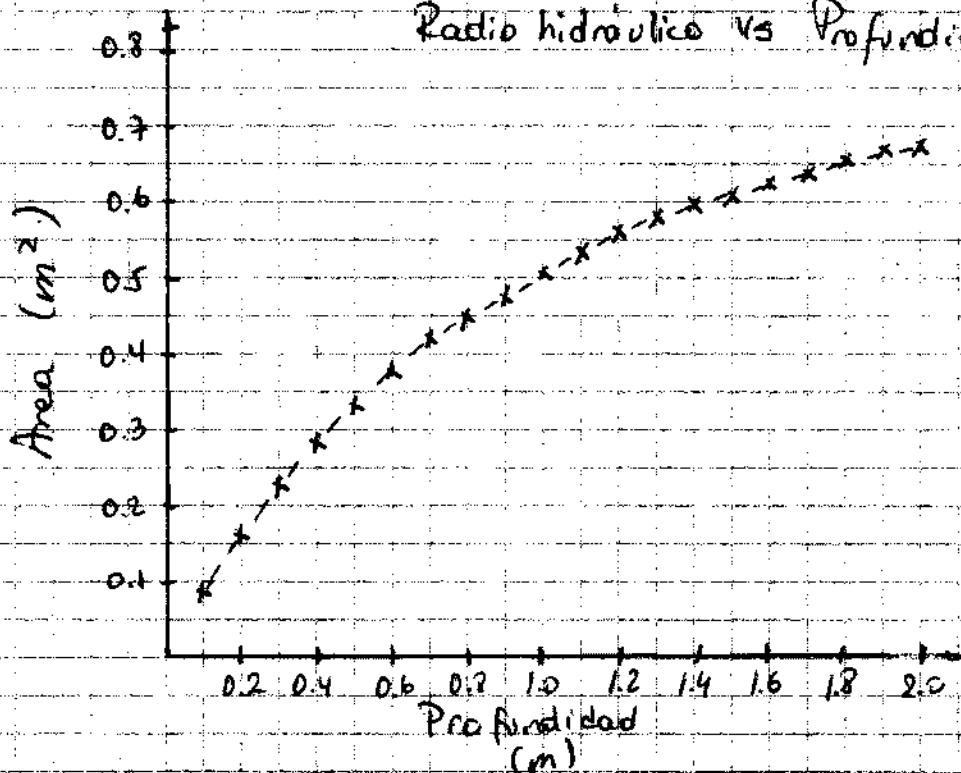
$$A = 2,1 \times 0,1 = 0,21 \text{ m}^2$$

$$R = \frac{2,1 \times 0,1}{2 \times 0,1 + 2,1} = 0,0913$$

Area vs Profundidad



Radio hidráulico vs Profundidad



$$6) A=? \quad P=? \quad R=? \quad T=? \quad D=?$$

$$a) \text{ Rectangular: } y = 3,20 \quad b = 5$$

$$A = b \cdot y = 5 \times 3,20 = 16 \text{ m}^2$$

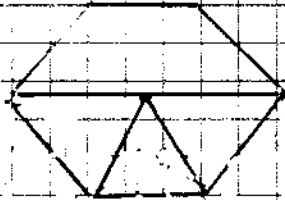
$$P = b + 2y = 5 + 2 \times 3,20 = 11,40 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{16}{11,40} = 1,40 \text{ m}$$

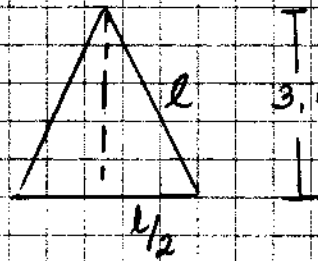
$$T = 5 \text{ m}$$

$$D = \frac{A}{T} = \frac{16}{5} = 3,20 \text{ m}$$

$$b) \text{ Trapezoidal (mitad de hexágono) } 3,1 \text{ m profundidad}$$



3,1 m



El hexágono está formado por 6 triángulos equiláteros.

$$l^2 = 3,1^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$l^2 - \frac{l^2}{4} = 3,1^2$$

$$\frac{3}{4} l^2 = 9,61$$

$$l^2 = \frac{4}{3} \times 9,61 \quad l^2 = 12,81 \quad l = 3,58 \text{ m}$$

$$\text{Área de 1 triángulo} = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{3,58 \times 3,1}{2} = 5,55 \text{ m}^2$$

$$A = 3 \times 5,55 = 16,65 \text{ m}^2$$

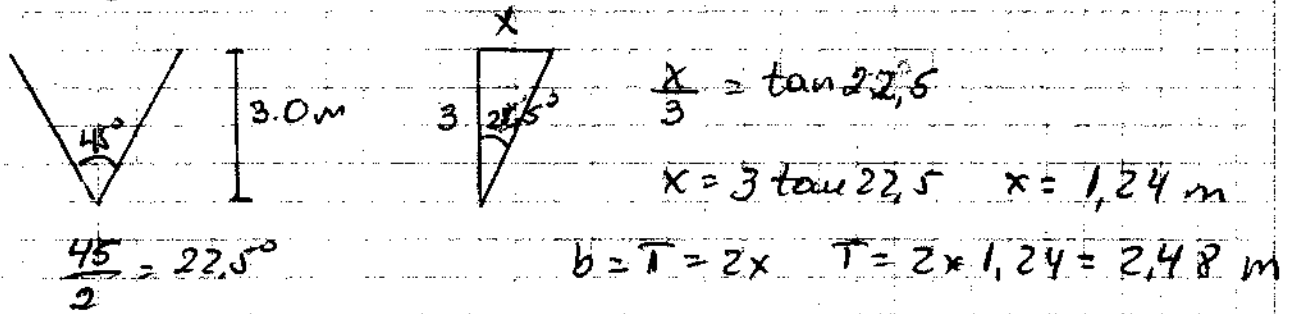
$$P = 3l = 3 \times 3,58 = 10,74 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{16,65}{10,74} = 1,55 \text{ m}$$

$$T = 2 \times 3,58 = 7,16 \text{ m}$$

$$D = \frac{A}{T} = \frac{16,65}{7,16} = 2,32 \text{ m}$$

c) Triangular, 3,0 m de profundidad, $\theta = 45^\circ$



$$A = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{2,48 \times 3,0}{2} = 3,72 \text{ m}$$

$$P = ? \quad h = \sqrt{3^2 + 1,24^2} = 3,24 \text{ m}$$

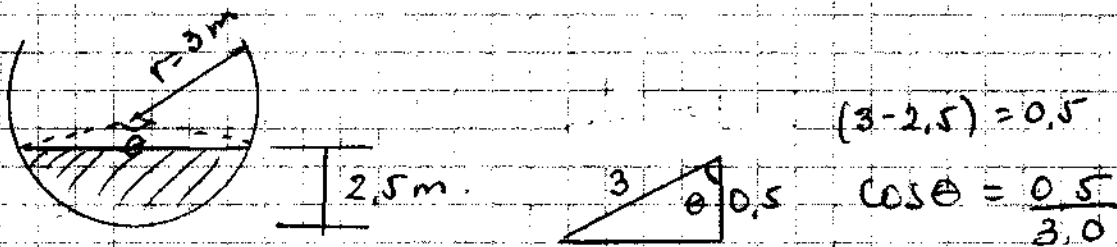
$$P = 2 \cdot h = 2 \times 3,24 = 6,48 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{3,72}{6,48} = 0,57 \text{ m}$$

$$T = 2,48 \text{ m}$$

$$D = \frac{A}{T} = \frac{3,72}{2,48} = 1,5 \text{ m}$$

d) Circular 2,5 m de profundidad $r = 3,0 \text{ m}$



$$\cos \theta = 0,166 \quad \theta = 80,40^\circ \quad \theta = 1,40 \text{ rad}$$

$$\theta = 2 \times \beta = 2 \times 1,40 = 2,80 \text{ rad}$$

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen} \theta) d^2 = \frac{1}{8} (2,80 - \text{sen} 2,80) \times (2 \times 3)^2 = 11,09 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{1}{2} \theta d = \frac{1}{2} \times 2,80 \times 3 = 4,2 \text{ m}$$

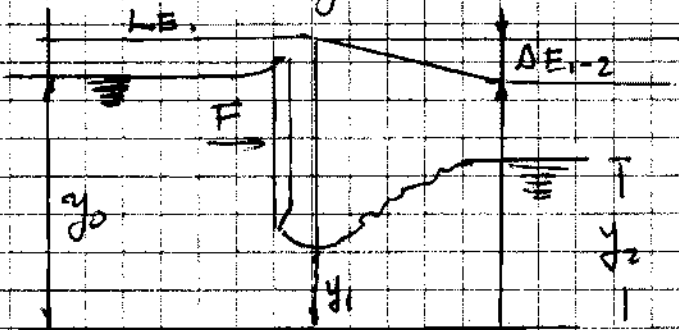
$$R = \frac{A}{P} = \frac{11,09}{4,2} = 2,64$$

$$T = \left(\operatorname{sen} \frac{1}{2} \theta \right) d = \left(\operatorname{sen} \frac{1}{2} (2,80) \right) \times 6 = 5,91 \text{ m}$$

$$D = \frac{A}{T} = \frac{11,09}{5,91} = 1,87 \text{ m}$$

$$7) y_0 = ? \quad y_2 = ? \quad \Delta E_{1-2}$$

Canal rectangular $b = 2,5 \text{ m}$ $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$ $y_1 = 0,50 \text{ m}$



$$E = y + \frac{q^2}{2gy^2} \quad f_e = \frac{y^2}{2} + \frac{q^2}{g \cdot y} \quad q = \frac{Q}{b} = \frac{3}{2,5} = 1,2 \text{ m}^2/\text{s}$$

Para $y_1 = 0,50$ encontramos f_e

$$f_e = \frac{0,5^2}{2} + \frac{1,2^2}{9,8 \times 0,5} = 0,418877$$

Ahora se plantea una ecuación en donde la incógnita es "y", para poder encontrar las dos soluciones.

$$0,418877 = \frac{y^2}{2} + \frac{1,2^2}{9,8 \times y} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Para no utilizar} \\ \text{gráficas.} \end{array} \right.$$

Solucionando y se tiene $y_1 = 0,5$ $y_2 = 0,5563$
(Se usa software matemático)

$$f_{e1} = 0,42 = f_{e2}$$

$$\text{Si } y_1 = 0,5 \quad E_1 = 0,5 + \frac{1,2^2}{2 \times 9,8 \times 0,5^2} = 0,7938$$

$$E_2 = 0,5563 + \frac{1,2^2}{2 \times 9,8 \times 0,5563^2} = 0,7937$$

$$\Delta E_{1-2} = 0,7938 - 0,7937 = 0,0001 \text{ m}$$

Ahora para determinar y_0 , hallamos $E_1 = 0,793877$
 Planteamos una ecuación en donde " y " es la incógnita

$$0,793877 = y + \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,8 \cdot y^2}$$

Al solucionarlo se tiene

$$y_1 = 0,5 \quad y_0 = 0,5574$$

Para determinar la fuerza que el agua ejerce sobre la compuerta

$$\frac{F}{b} = \gamma (f_{e0} - f_{e1}) \quad \text{con } \gamma = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Si } y_0 = 0,5574 \quad f_{e0} = \frac{0,5574^2}{2} + \frac{1,2^2}{9,8 \cdot 0,5574}$$

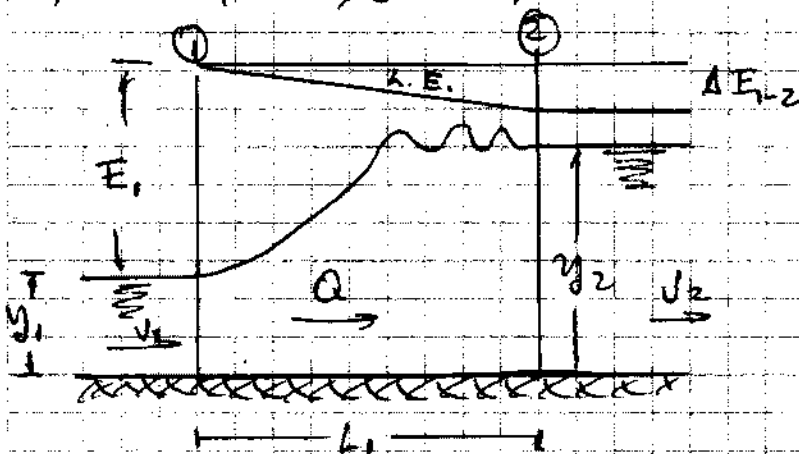
$$f_{e0} = 0,6282$$

$$\frac{F}{b} = 1000 \cdot (0,6282 - 0,42) \quad b = 2,5 \text{ m}$$

$$F = 208,2 \cdot 2,5$$

$$F = 520,5$$

$$8) \quad Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s} \quad NF_1 = 5 \quad b = 0,5 \text{ m}$$



a. Para el cálculo de las profundidades.

$$Q = A \cdot v \quad Q = b y_1 v_1$$

$$1,5 = 0,5 y_1 v_1 \quad (1)$$

$$NF_1 = 5 = \frac{v_1}{\sqrt{g B y_1}} \quad (2)$$

Solucionando el sistema 2×2 (Usando software matemático)

$$v_1 = 9,0246 \text{ m/s}$$

$$y_1 = 0,3324 \text{ m}$$

Para $y_2 \rightarrow y_2 = \frac{y_1}{2} \left[\sqrt{1 + 8 NF_1^2} - 1 \right]$

$$y_2 = \frac{0,3324}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \cdot 5^2} - 1 \right]$$

$$y_2 = 2,19 \text{ m}$$

$$y_1 = 0,33 \text{ m} \quad y_2 = 2,19 \text{ m}$$

b) Longitud del resalto

$$L \cong 5 (y_2 - y_1) \cong 5 (2,19 - 0,3324)$$

$$L \cong 9,28 \text{ m}$$

c) Pérdida de Energía

$$\Delta E_{1-2} = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4 y_1 y_2} = \frac{(2,19 - 0,3324)^3}{4 \cdot (2,19) (0,3324)}$$

$$\Delta E_{1-2} = 2,20 \text{ m}$$

d) Potencia disipada en el resalto

$$P = \frac{\gamma Q \Delta E_{1-2}}{76} = \frac{1000 \cdot 1,5 \cdot 2,20}{76} = 43,42 \text{ hp}$$

e) Eficiencia del resalto

$$\eta = \frac{\Delta E_{1-2}}{E_1} \times 100\% = \frac{2,2}{E_1}$$

$$\text{Para } E_1 = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

$$E_1 = 0.33 + \frac{2.0246^2}{2 \times 9.8} = 4.48 \text{ m}$$

$$\zeta = \frac{2.2}{4.48} = 0.4910 \times 100\% = 49.10\%$$

9.	Caso	$Q \text{ (m}^3/\text{s)}$	$b \text{ (m)}$	$y_c \text{ (m)}$	$E_c \text{ (m)}$	m
1		5	3.5	0.55	0.77	1.5
2		1.20	2	0.3	0.42	2.0
3		2.641	3	0.4	0.571	1.5
4		14.22	4.0	0.80	1.11	2.0

En canal trapezoidal

$$D = \frac{(b + m \cdot y) \cdot y}{b + 2m \cdot y} \quad A = (b + m \cdot y) \cdot y$$

$$\text{Caso 1 } D = \frac{(3.5 + 1.5 \cdot y) \cdot y}{3.5 + 2 \cdot 1.5 \cdot y}$$

$$A = (3.5 + 1.5 \cdot y) \cdot y \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{5}{(3.5 + 1.5 \cdot y) \cdot y}$$

Para E_c se cumple $\frac{dE}{dy} = 0 \quad V^2 = gD$

Por tanto. $\left(\frac{5}{(3.5 + 1.5 \cdot y) \cdot y} \right)^2 = 9.8 \cdot \left(\frac{(3.5 + 1.5 \cdot y) \cdot y}{3.5 + 2 \cdot 1.5 \cdot y} \right)$

Resolviendo la ecuación utilizando software se tiene

$$y_c = 0.55 \text{ m} \quad V = \frac{5}{(3.5 + 1.5 \cdot y) \cdot y} = 2.1019 \text{ m/s}$$

$$E = y + \frac{V^2}{2g}$$

$$E_c = 0.55 + \frac{(2.10)^2}{2 \times 9.8} = 0.7754 \text{ m}$$

Caso 2: $b = 2$ $y_c = 0.3$ $m = 2.0$

$$D = \frac{(2 + 2 \times 0.3) \times 0.3}{2 + 2 \times 2 \times 0.3} = 0.2437$$

Para $E_c \rightarrow v^2 = gD$ $v = \sqrt{gD}$ $v = \sqrt{9.8 \times 0.2437}$
 $v = 1.54 \text{ m/s}$

$$A = (2 + 2 \times 0.3) \times 0.3 = 0.78$$

$$Q = v \cdot A = 1.54 \times 0.78 = 1.20 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$E_c = y + \frac{v^2}{2g} = 0.3 + \frac{(1.54)^2}{2 \times 9.8} = 0.42 \text{ m}$$

Caso 3: $Q = 2.641$ $y_c = 0.4$ $m = 1.5$

$$v = \frac{Q}{A} \quad A = (b + 1.5 \times 0.4) \times 0.4 = 0.46 + 0.24$$

$$v = \frac{2.641}{0.46 + 0.24} \quad \text{En } E_c \rightarrow \frac{dE}{dy} = 0 \quad v^2 = gD$$

$$\left(\frac{2.641}{0.46 + 0.24} \right)^2 = 9.8 \times \frac{0.46 + 0.24}{b + 2 \times 1.5 \times 0.4}$$

Despejando $b = 3.00 \text{ m}$.

$$v = \frac{2.641}{0.4 \times 3 + 0.24} = 1.83 \text{ m/s}$$

$$E_c = y_c + \frac{v^2}{2g} = 0.4 + \frac{(1.83)^2}{2 \times 9.8} = 0.571 \text{ m}$$

Caso 4: $b = 4$ $m = 2$ $E_c = 1.111 \text{ m}$

$$A = (4 + 2 \times y_c) \times y_c \quad v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{(4 + 2y)y}$$

$$D = \frac{(4 + 2y)y}{4 + 2 \cdot 2 \cdot y} \quad \text{Como } \frac{dE}{dy} = 0 \quad v^2 = gD$$

$$\left(\frac{Q}{(4 + 2y)y} \right)^2 = 9.8 \times \frac{(4 + 2y)y}{4 + 4y} \quad (1)$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$1,111 = y + \frac{1}{2g} \left(\frac{Q}{(4+2y)y} \right)^2 \quad (2)$$

Solucionando el sistema 2x2 se tiene .

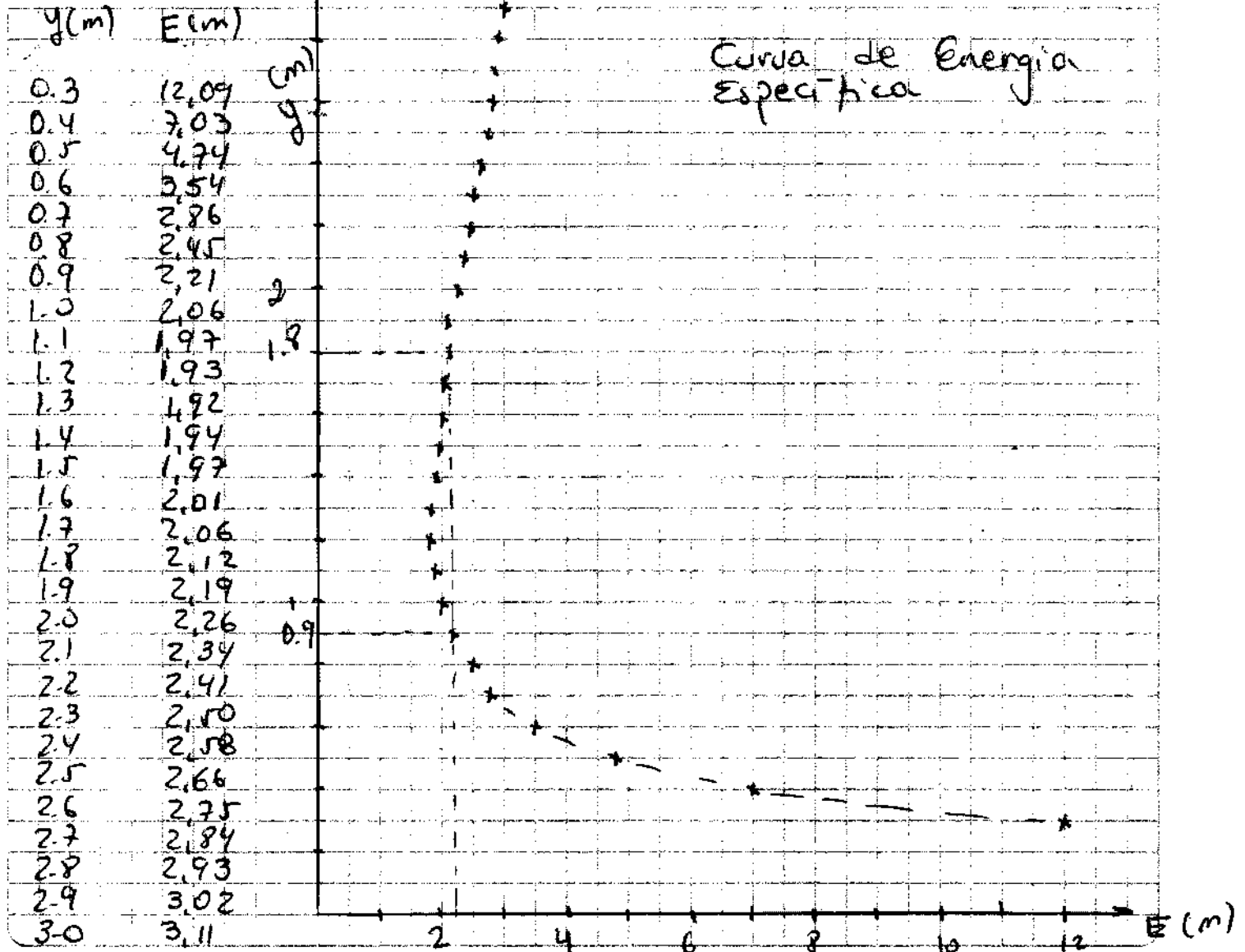
$$Q = 14,22 \text{ m}^3/\text{s} \quad y_c = 0,79991$$

10. $b = 12,1 \text{ m}$ Rectangular
 $Q = 55,2 \text{ m}^3/\text{s}$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{55,2}{12,1y}$$

$$E = y + \frac{\left(\frac{55,2}{12,1y} \right)^2}{2 \times 9,8}$$



Según la gráfica la profundidad crítica es cercana a $y_c = 1,3$ $E_c = 1,92$ m. la profundidad alterna a $1,80$ m es $0,9$ m.

Ahora. Calculandolo

$$V = \sqrt{gD^3} \quad D = y \text{ para canal rectangular.}$$

$$V = \sqrt{gy} \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{55,2}{12,1 \times y}$$

$$\frac{55,2}{12,1y} = \sqrt{9,8y} \quad \text{Solucionando } y = 1,28 \text{ m}$$

muuy cercano a la gráfica

$$E = y + \frac{V^2}{2g} = 1,28 + \frac{(55,2)^2}{(12,1 \times 1,28)^2 \times 2 \times 9,8} = 1,928 \text{ m.}$$

la energía coincide con la gráfica

Con $y = 1,8$ $E = 2,12$. Para $y = 0,9$ $E = 2,21$ Es aproximada

$$II. \quad V_1 = 0,42 \text{ m/s} \quad y_1 = 1,6 \text{ m}$$

$$E_1 = y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = 1,6 + \frac{(0,42)^2}{2 \times 9,8} = 1,609 \text{ m}$$

Por continuidad

$$Q_1 = Q_2$$

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$V_1 \cdot y_1 \cdot b = V_2 \cdot y_2 \cdot b$$

$$V_1 \cdot y_1 = V_2 \cdot y_2 \quad 0,42 \cdot 1,6 = V_2 \cdot y_2 \quad (1)$$

Si no se considera fricción la energía se conserva

$$E_1 = E_2 \quad 1,609 = y_2 + \frac{V_2^2}{2 \times 9,8} \quad (2)$$

Solucionando el sistema 2×2 se hace

$$V_2 = 5,39 \quad y_2 = 0,1245$$

$$NF = \frac{V}{\sqrt{gD}} = \frac{5,39}{\sqrt{9,8 \times 0,1245}} = 4,87 \text{ m/s.}$$

$$12) \quad q = 4 \frac{\text{m}^3}{\text{m} \cdot \text{s}} \quad y_1 = 0.75 \text{ m} \quad y_2 = ? \quad V_2 = ? \quad F_{1,2} \quad \Delta E$$

En el resalto hidráulico la fuerza específica antes y después son las mismas

$$NF_1 = \frac{V}{\sqrt{g y_1}} = \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{4}{0.75} = 5.33 \text{ m/s/m.}$$

$$NF_1 = \frac{5.33}{\sqrt{9.8 \times 0.75}} = 1.96$$

$$y_2 = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8 F_1^2} - 1) \cdot y_1$$

$$y_2 = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8 \times 1.96^2} - 1) \times 0.75$$

$$y_2 = 1.7374 \text{ m.}$$

$$V_2 = \frac{Q}{A} = \frac{4}{1.7374} = 2.30 \text{ m/s/m.}$$

$$NF_2 = \frac{2.30}{\sqrt{9.8 \times 1.7374}} = 0.5573$$

$$E_1 = y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = 0.75 + \frac{(5.33)^2}{2 \times 9.8} = 2.1994 \text{ m}$$

$$E_2 = 1.73 + \frac{(2.3)^2}{2 \times 9.8} = 1.99 \text{ m}$$

$$\Delta E_{1-2} = E_1 - E_2 = 2.19 - 1.99 = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{Porcentaje de disipación} = \frac{\Delta E_{1-2}}{E_1} \times 100\% = \frac{0.2}{2.19} \times 100\% = 9.13\%$$

$$\text{Potencia disipada } P = \frac{\gamma Q \Delta E}{76} = \frac{1000 \times 4 \times 0.2}{76} = 10.52 \text{ hp}$$

$$\text{Profundidad crítica } V^2 = g \cdot y \quad \left(\frac{Q}{y} \right)^2 = 9.8 \cdot y$$

$$\left(\frac{4}{y} \right)^2 = 9.8 \cdot y \quad \text{Solucionando } y_c = 1.17 \text{ m}$$

$$13) \quad V_0 = 1,2 \text{ m/s} \quad y_0 = 1,5 \quad \Delta h = 20 \text{ cm} \\ = 0,2 \text{ m}$$

$$E_0 = y_0 + \frac{V_0^2}{2g} = 1,5 + \frac{1,2^2}{2 \times 9,8} = 1,5734$$

$$E_0 = E_x + \Delta h$$

$$E_x = E_0 - \Delta h \quad E_x = 1,5734 - 0,2$$

$$E_x = 1,3734$$

$$1,3734 = y_x + \frac{V_x^2}{2g} \quad (1)$$

Se debe cumplir continuidad $Q_0 = Q_x$

$$V_0 \cdot A_0 = V_x \cdot A_x$$

$$V_0 \cdot b \cdot y_0 = V_x \cdot b \cdot y_x$$

$$V_0 y_0 = V_x y_x$$

$$1,2 \times 1,5 = V_x \cdot y_x$$

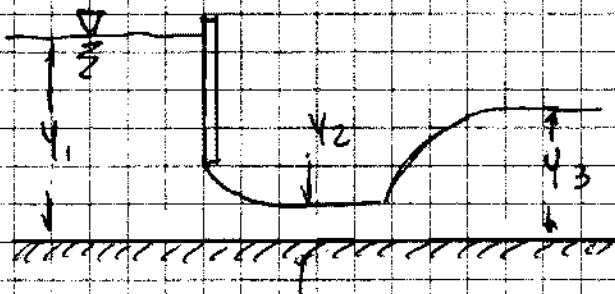
$$1,8 = V_x \cdot y_x \quad (2)$$

Solucionando el sistema 2×2

$$V_x = 1,41 \text{ m/s} \quad y_x = 1,27 \text{ m}$$

$$\Delta z = y_0 - y_x = 1,5 - 1,27 = 0,23 \text{ m}$$

$$14) \quad y_1 = 12,5 \text{ m} \quad V_1 = 2 \text{ m/s}$$



$$E = y + \frac{V^2}{2g} \quad f = \frac{y^2}{2} + \frac{g^2}{8y}$$

$$E_1 = y + \frac{V_1^2}{2g} \quad f = \frac{y^2}{2} +$$

$$E_1 = 12,5 - \frac{2^2}{2 \times 9,8} = 12,29 \text{ m}$$

Para y_2 .

$$E_2 = 12,29 \text{ m.}$$

$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 \quad \text{Continuidad}$$

$$V_1 \cdot y_1 = V_2 \cdot y_2$$

$$V_1 \cdot y_1 = V_2 \cdot y_2$$

$$2 \cdot 12,5 = V_2 \cdot y_2 \quad (1)$$

$$12,29 = y_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad (2)$$

Solucionando el sistema $y_2 = 1,7384$ $V_2 = 14,38 \text{ m/s}$

$$F_2 = \frac{V}{\sqrt{g y}} = \frac{14,38}{\sqrt{9,8 \times 1,7384}} = 3,48$$

$$y_3 = \frac{1}{2} [\sqrt{1 + 8 F_2^2} - 1] \cdot y_2$$

$$y_3 = \frac{1}{2} [\sqrt{1 + 8 \times 3,48^2} - 1] \cdot 1,7384$$

$$y_3 = 7,73 \text{ m.}$$

$$\text{Por continuidad} \quad V_1 \cdot y_1 = V_3 \cdot y_3$$

$$12,29 = V_3 \cdot 7,73 \quad V_3 = 1,5899 \text{ m/s}$$

$$E_3 = y_3 + \frac{V_3^2}{2g}$$

$$E_3 = 7,73 + \frac{1,5899^2}{2 \times 9,8} = 7,85 \text{ m.}$$

$$\Delta E = 12,29 - 7,85 = 4,44 \text{ m Energía disipada}$$

$$\frac{4,44}{12,29} \times 100\% = 36,12\%$$

$$15) Q = 1500 \frac{\text{l}}{\text{s}} \quad b = 4.5 \quad m = 1$$

$$E = ? \quad Q = 1500 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 1.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$a) y = 0.50$$

$$A = (b + my)y = (4.5 + 1 \times 0.5) \times 0.5 = 2.5 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{1.5}{2.5} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$E = y + \frac{V^2}{2g} = 0.5 + \frac{0.6^2}{2 \times 9.8} = 0.5138 \text{ m}$$

$$NF = \frac{V}{\sqrt{gD}} \quad D = \frac{(b + my)y}{b + 2my} = \frac{2.5}{4.5 + 2 \times 1 \times 0.5} = 0.45$$

$$NF = \frac{0.6}{\sqrt{9.8 \times 0.45}} = 0.28 < 1 \quad \text{Flujo es subcrítico}$$

$$b) y = 1 \quad A = (4.5 + 1 \times 1) \times 1 = 5.5 \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{1.5}{5.5} = 0.27 \text{ m/s}$$

$$E = y + \frac{V^2}{2g} = 1 + \frac{0.27^2}{2 \times 9.8} = 1.0037 \text{ m}$$

$$D = \frac{5.5}{4.5 + 2 \times 1 \times 1} = 0.84$$

$$NF = \frac{0.27}{\sqrt{9.8 \times 0.84}} = 0.09 < 1 \quad \text{Flujo es subcrítico}$$

$$c) y = 1.5 \text{ m} \quad A = (4.5 + 1 \times 1.5) \times 1.5 = 9 \quad V = \frac{1.5}{9} = 0.16 \text{ m/s}$$

$$E = 1.5 + \frac{0.16^2}{2 \times 9.8} = 1.5013 \text{ m}$$

$$D = \frac{9}{4.5 + 2 \times 1 \times 1.5} = 1.2$$

$$NF = \frac{0.16}{\sqrt{9.8 \times 1.2}} = 0.04 < 1 \quad \text{Flujo es subcrítico}$$