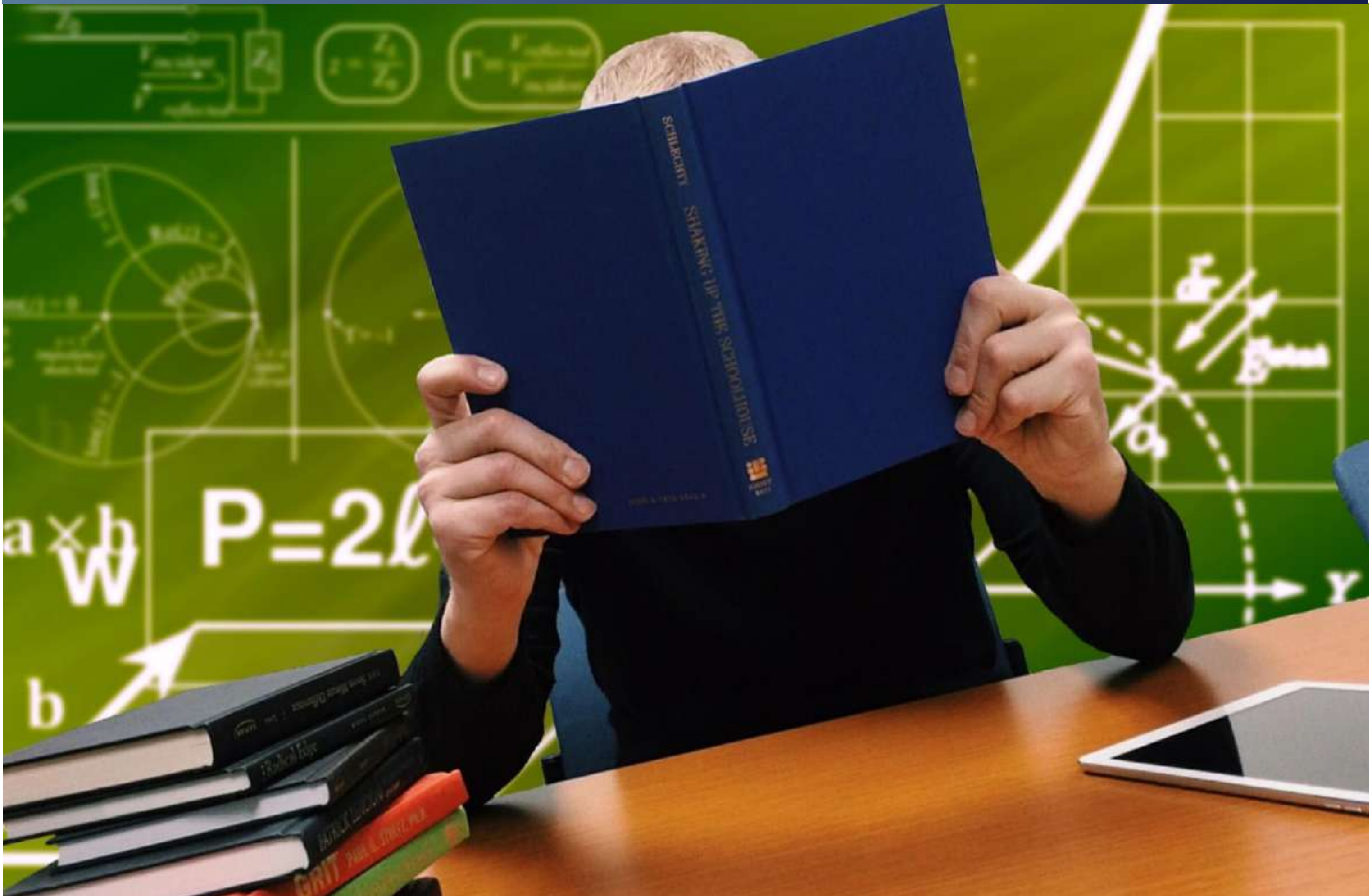
# *Ejercicios y Talleres*




puedes enviarlos a
klasesdematematicasymas@gmail.com

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS**
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**
**HIDRAULICA**
**SEGUNDO SEMESTRE DE 2016**
**TALLER No 3**

**NOTA IMPORTANTE 1:** Reportar los resultados ***finales*** solicitados de forma ***clara*** y sin ***enmendaduras*** en los espacios establecidos para ello el ***presente*** taller; ***utilizando esfero de tinta negra***: de igual manera adjuntar al taller de forma ordenada, clara y bien explicada el desarrollo uno a uno de los ejercicios propuestos; las respuestas dentro del procedimiento deberás ser resaltadas.

**1. Un canal trapezoidal con revestimiento en hormigón (e= 2.2 mm) trabaja bajo condiciones de flujo uniforme con una profundidad de flujo de 2m, plantilla de 5m, taludes 1:2 y pendiente del fondo del 0.1%.**

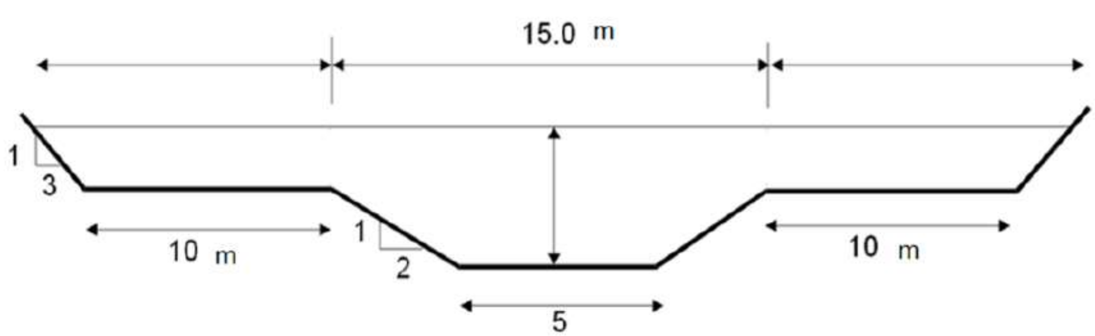
Determinar:

a) Caudal descargado____________ $m^3/s$
b) Velocidad media ______________ m/s
c) Número de Reynolds__________________
d) Factor de rugosidad de Manning __________________

**Si para el mismo canal la descarga es de 30$m^3/s$ determine la profundidad normal.**

e) Yn ________________m

**2. La canalización de un río ha determinado la reconformación del cauce en un tramo para la contención de inundaciones de acuerdo a la siguiente geometría.**



**Si la pendiente es del 0.1% y la rugosidad absoluta del cauce principal y las planicies de inundación se estiman en 5.0 mm y 25 mm respectivamente, determine el tirante hidráulico para un caudal de diseño (T=50 años=) de 250 m$^3$/s.**

a) Yn__________________m

**Si el cauce principal debe tener la capacidad de transportar el caudal de T=5 años, determine la magnitud de este flujo.**

b) Q__________________m$^3$/s

**Determine los factores equivalentes de rugosidad de Manning tanto para el cauce principal ($n_1$) como para las planicies de inundación ($n_2$).**

c) $n_1$______________________$n_2$__________________

**Determine un factor de rugosidad equivalente ($n_{eq}$) para toda la sección de flujo teniendo en consideración que la velocidad media en cada componente de la sección transversal no es la misma.**

d) $n_{eq}$______________________

3. **Un canal trapezoidal con ancho de base de 10,5 ft y pendiente de los taludes 1:2 transporta agua bajo condiciones de flujo uniforme a una profundidad de flujo $y_n$=2,5 ft. Si el canal tiene una pendiente de 0.00035 ft/ft y está revestido en concreto (n=0.012) determinar:**

a) El caudal transportado Q________________ft$^3$/s

b) El número de Froude **F**____________________Régimen__________________

c) Determine la profundidad critica Yc_______________ft

d) Determine la pendiente crítica Sc____________%

4. **Un canal rectangular tiene una pendiente de fondo de 8cm/km y un ancho de plantilla de 100 m. Si la profundidad de flujo es de 6 m cuando descarga un caudal de 860 m$^3$/s bajo condiciones de flujo uniforme. Determine el factor de rugosidad de Manning (n), el coeficiente de Chezy (C), el coeficiente de fricción (f) y el esfuerzo cortante máximo ($\tau_o$) en la cama del canal.**

a) n ________________

b) C ________________

c) f ________________

d) $\tau_o$ _______________kg/m$^2$

**Diseñar un canal de riego para suministrar agua a 54.000 hectáreas de cultivo a razón de 60m$^3$/ha/día. El tipo de suelo permite un talud para las paredes laterales del canal de 1: 1; el factor de rugosidad de Manning es de n=0,025, la pendiente del canal de 12 cm/km y el borde libre (B.L) se puede determinar a partir de la siguiente expresión del US Bureau of Reclamation, donde "C" es un coeficiente que varía desde 0.5 m para un canal con capacidad de 0.6 m$^3$/s hasta 0.76 m para un canal con capacidad de 85 m$^3$/s, donde "y" es la profundidad de flujo.**

$$BL = \sqrt{C * y}$$

**5. Determine las dimensiones del canal para una velocidad máxima permisibles de 0,7 m/s.**

a) La profundidad de flujo "y" __________m
b) El ancho de la base "b" __________m
c) El ancho superficial "T" __________m
d) El número de Froude "F"_____ y el régimen_________________
e) El Borde libre (BL)_ _____m
f) El ancho del canal considerando el borde libre, hasta la superficie del terreno _______m
g) Presente una figura donde represente las dimensiones de la sección trasversal del canal y el flujo.

**6. Determine las dimensiones del canal para la sección hidráulica óptima.**

a) La profundidad de flujo "y" __________m
b) El ancho de la base "b" __________m
c) El ancho superficial "T" __________m
d) El número de Froude "F"_____ y el régimen_________________
e) El Borde libre (BL)_ _____m
f) El ancho del canal considerando el borde libre, hasta la superficie del terreno _______m
g) Presente una figura donde represente las dimensiones de la sección trasversal del canal y el flujo.

**7. Dos canales se diseñan para la sección más económica, la primera corresponde a una sección de geometría trapezoidal con taludes 1:1 y la segunda a una sección semicircular. Ambos tienen la misma área de flujo, descarga y coeficiente de rugosidad de Manning (n=0.02). Si el canal trapezoidal tiene 3m de ancho de plantilla y una pendiente de 15cm/km, ¿cuál será el diámetro y la pendiente del canal semicircular?**

a) D_______________m

b) So____________%

1. La ecuación de Darcy-Weisbach.

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Siendo $V^2 = 2g \frac{D}{f} \left(\frac{h_f}{L}\right)$ $\quad S_f = \frac{h_f}{L}$.

$$V^2 = 2g \frac{D}{f} \cdot S_f \qquad V^2 = \frac{1}{f} \cdot 2g \cdot D S_f$$

$$V = \frac{1}{\sqrt{f}} \sqrt{2g \cdot D \cdot S_f} \quad (1)$$

$D$ = Diámetro
$S_f$ = Perdida de carga unitaria.
$f$ = fricción $\quad V$ = Velocidad.

la ecuación de Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right) \quad (2)$$

$\varepsilon$ = Coeficiente de rugosidad absoluta
$R_e$ = Número de Reynolds

Reemplazando (2) en (1) se tiene.

$$V = -2 \log \left( \frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right) \sqrt{2gDS_f}$$

Como $R_e = \frac{V \cdot D}{\nu}$ siendo $\nu$ la viscocidad cinemática

$$V = -2 \log \left( \frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{\frac{V \cdot D}{\nu} \cdot \sqrt{f}} \right) \cdot \sqrt{2g \cdot D \cdot S_f}$$

lo que es válido para tuberías circulares. Para canales abiertos se debe hacer $D = 4R_H$, siendo $R_H$ el Radio hidráulico del canal. Además $\varepsilon = K$ $\quad S_f = S_o$

$$V = -2 \log \left( \frac{K/4R_H}{3.7} + \frac{2.51}{\frac{V \cdot 4R_H}{\nu} \sqrt{f}} \right) \sqrt{2g \cdot 4R_H \cdot S_o}$$

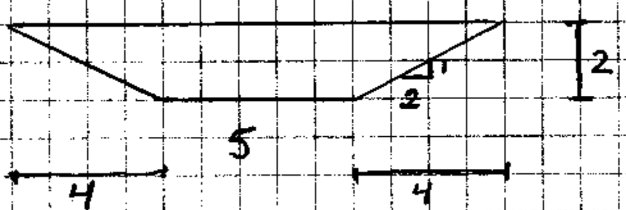
Al aplicar (1) nuevamente se tiene.

$$V = -2\log\left(\frac{k/4R_H}{3.7} + \frac{2.51}{\frac{1}{\cancel{\sqrt{f}}}\cdot\sqrt{2g\cdot 4R_H\cdot S_0}\cdot\frac{4R_H}{\nu}\cdot\cancel{\sqrt{f}}}\right)\sqrt{2g\cdot 4R_H\cdot S_0}$$

$$V = -2\sqrt{2g\cdot 4R_H S_0}\cdot\log\left(\frac{k/4R_H}{3.7} + \frac{2.51\,\nu}{4R_H\cdot\sqrt{2g\cdot 4R_H\cdot S_0}}\right)$$

Para el ejercicio se tiene.

$$A = \frac{(B+b)\,h}{2}$$




$$A = \frac{(13+5)\cdot 2}{2} = 18\ m^2$$

$$P = 5 + 2\sqrt{4^2+2^2} = 13{,}9442\ m$$

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{18}{13{,}9442} = 1{,}29\ m$$

$S_0 = 0{,}1\% = 0{,}001$ $\quad k = 2{,}2\ mm = 0{,}0022\ m$

$\nu = 1{,}007\times 10^{-6}\ \frac{m^2}{seg}$ para agua a $20°C$

Reemplazando se tiene

$$V = -2\sqrt{8g(1{,}29)(0{,}001)}\cdot\log\left(\frac{\frac{0{,}0022}{4\times 1{,}29}}{3.7} + \frac{2{,}51\times 1{,}007\times 10^{-6}}{4\times 1{,}29\sqrt{8g(1{,}29)(0{,}001)}}\right)$$

$V = 2{,}50\ m/s$

$Q = V\cdot A \qquad Q = 2{,}50\ m/s \times 18\ m^2 = 45\ m^3/s.$

a) Caudal descargado $\quad Q = 45\ m^3/s$

b) Velocidad media $\quad V = 2{,}50\ m/s$

c) Número de Reynolds

$$R_e = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{V \cdot 4R_H}{\nu} = \frac{2{,}50 \times 4 \times 1{,}29}{1{,}007 \times 10^{-6}} = 12{,}81 \times 10^{6}$$

d) Factor de Rugosidad de Manning.

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} R_H^{2/3} \cdot S^{1/2} \qquad n = \frac{A}{Q} R_H^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{18}{45} \cdot (1{,}29)^{2/3} \cdot (0{,}001)^{1/2}$$

$$n = 0{,}01498$$

Si $Q = 30\ m^3/s$.

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} R_H^{2/3} \cdot S^{1/2} \qquad \frac{Q \cdot n}{S^{1/2}} = A \cdot R_H^{2/3}$$

$$A \cdot R_H^{2/3} = \frac{30 \times 0{,}01498}{\sqrt{0{,}001}} = 14{,}2113$$

$$A \cdot \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} = 14{,}2113 \qquad \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = 14{,}2113$$

$$A = (b + yz)y \qquad A = (5 + 2y) \cdot y$$

$$P = b + 2y\sqrt{1+z^2} \qquad P = 5 + 2y\sqrt{1+z^2}$$

$$P = 5 + 2y\sqrt{5}$$

$$\frac{[(5+2y)y]^{5/3}}{(5+2y\sqrt{5})^{2/3}} = 14{,}2113$$

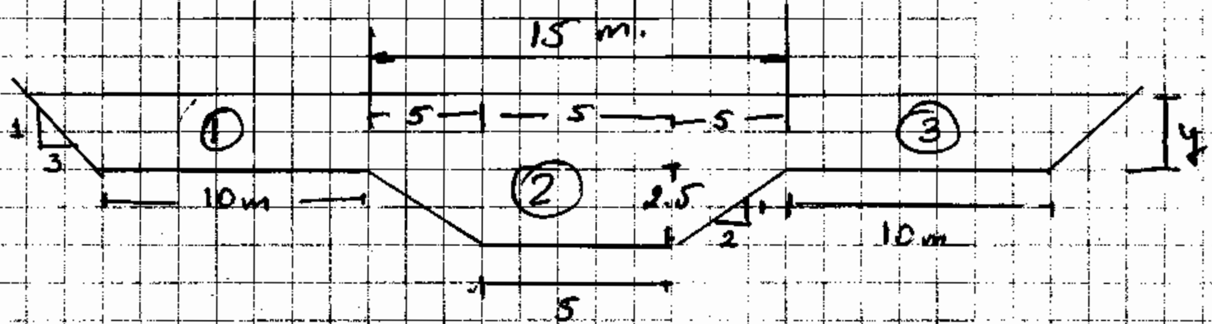
Despejando y se tiene: $y_n = 1{,}6242\ m$.

e) $y_n = 1{,}6242\ m$

2) $S = 0{,}1\%$ $K_2 = 5\ mm$

$K_1 = 25\ mm.$

$Q = 250\ m^3/s.$




Sección 1 = Sección 3 Por simetría.

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$Q_T = 2Q_1 + Q_2 = 250\ m^3/s.$

$A_1 = \frac{(10 + 10 + 3y)y}{2} = \frac{(20+3y)y}{2}$

$P_1 = 10 + \sqrt{y^2 + 9y^2} = 10 + y\sqrt{10}$

$R_{H_1} = \frac{A_1}{P_1} = \frac{(20+3y)\,y}{2\,(10 + y\sqrt{10})} = \frac{(20+3y)\,y}{20 + 2y\sqrt{10}}$

$A_2 = \frac{(15+5)\cdot 2.5}{2} + 15y = 25 + 15y$

$P_2 = 5 + 2\sqrt{5^2 + 2.5^2} = 5 + 2\sqrt{25 + 6{,}25} = 16{,}1803$

$R_{H_2} = \frac{A_2}{P_2}$

$Q_T = 2V_1A_1 + V_2 A_2 = 250$

$\cancel{2}V_1 \cdot \left(\frac{(20+3y)y}{\cancel{2}}\right) + V_2 \cdot (25 + 15y) = 250$

$V_1 \cdot (20+3y)y + V_2\,(25+15y) = 250$

Del ejercicio anterior se tiene que

$$V = -2\sqrt{8g R_H \cdot S_o}\ \log\left(\frac{K/4R_H}{3.7} + \frac{2.51\,\nu}{4R_H\sqrt{8g R_H \cdot S_o}}\right)$$

con $\nu = 1{,}007 \times 10^{-6}\ \frac{m^2}{seg}$ para agua a $20°C$

$$V_1 = -2\sqrt{8g R_{H_1} \cdot S_o}\ \log\left(\frac{K_1}{4R_{H_1}(3.7)} + \frac{2.51\,\nu}{4R_{H_1}\sqrt{8g R_{H_1} \cdot S_o}}\right)$$

Al reemplazar los valores de $R_{H_1} = \frac{(20+3y)y}{20+2y\sqrt{10}}$

$K_1 = 0{,}025 \quad S = 0{,}001$

Se obtiene que $V_1$ depende de $y$

Se repite el proceso para $V_2$ colocando $R_{H_2} = \frac{25+15y}{16{,}1803}$

$K_2 = 0{,}005 \quad S = 0{,}001$

Se obtiene a $V_2$ como función de $y$

Por tanto, al plantear la ecuación.

$$2V_1 \cdot A_1 + V_2 \cdot A_2 = 250$$

Se obtiene una expresión que depende de $y$. Poseemos una única incognita

Utilizando herramientas computacionales se encuentra que

$$y = 1{,}5277\ m \quad (\text{Por ensayo-error})$$

$$\text{Tirante hidráulico} = \frac{A}{T} = \frac{2A_1 + A_2}{T} = \frac{85{,}47}{44{,}166} = 1{,}93\ m$$

$$A = \frac{\cancel{2}\,(20+3 \cdot 1.5277) \cdot 1{,}5277}{\cancel{2}} + 25 + 15 \cdot 1{,}5277$$

$$A = 85{,}47\ m^2$$

$$T = 10 + 15 + 10 + 2 \cdot 3 \cdot 1{,}5277 = 44{,}1662\ m$$

a) Tirante hidráulico = 1,93 m.

b) $Q = \frac{250}{10} = 25\ m^3/s.$ (No estoy seguro)

c) Retomamos la expresión

$$V_1 = -2\sqrt{8g\,R_{H_1}\cdot S_0}\cdot \log\left(\frac{K_1/4R_{H_1}}{3.7} + \frac{2.51\,\nu}{4R_{H_1}\cdot\sqrt{8g\cdot R_{H_1}\cdot S_0}}\right)$$

Reemplazando todo, incluyendo $y = 1,5277$ se tiene

$V_1 = 1,8111\ m/s$ $A_1 = 18,77\ m^2$ $Q_1 = 33,9943\ m^3/s$

$V_2 = 3,7979\ m/s$ $A_2 = 47,9155\ m^2$ $Q_2 = 181,9782\ m^3/s$

$$Q = A\cdot\frac{1}{n}\,R_H^{2/3}\,S^{1/2}$$

$$n_1 = \frac{A_1}{Q_1}\cdot R_{H_1}^{2/3}\cdot S^{1/2} = \frac{18,77\ m^2}{33,9943} * (1,2661)^{2/3} * \sqrt{0.001} = 0,0204$$

$$n_2 = \frac{A_2}{Q_2}\,R_{H_2}^{2/3}\cdot S^{1/2} = \frac{47,9155}{181,9782} * (2,9613)^{2/3} * \sqrt{0,001} = 0,0171$$

c) $n_2 = 0,0204 \rightarrow$ Planicies de inundación

$n_1 = 0,0171 \rightarrow$ Cauce principal

d) $$n_{eq} = \frac{P R_h^{5/3}}{\Sigma\left[\frac{P_i R_{h_i}^{5/3}}{n_i}\right]}$$

Fórmula de Lotter, asume el gasto total como la suma de los gastos de cada parte del área.

$$P = 10 + 5 + 10 + 2\left(\sqrt{1,5277^2 + (3\times 1,5277)^2}\right) + 2\sqrt{5^2 + 2.5^2}$$

$P = 45,84$

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{18,77 + 47,9155 + 18,77}{45,84} = \frac{85,4555}{45,84} = 1,8642$$

$P_1 = 14{,}8310 \text{ m} \quad R_{H_1} = 1{,}2661 \text{ m} \quad n_1 = 0{,}0204$

$P_2 = 16{,}1803 \text{ m} \quad R_{H_2} = 2{,}9613 \text{ m} \quad n_2 = 0{,}0171$

$P_3 = 14{,}8310 \text{ m} \quad R_{H_3} = 1{,}2661 \text{ m} \quad n_3 = 0{,}0204$

$$n_{eq} = \frac{45{,}84 * (1{,}8642)^{5/3}}{\frac{14{,}8310 * (1{,}2661)^{5/3}}{0{,}0204} + \frac{16{,}1803 * (2{,}9613)^{5/3}}{0{,}0171} + \frac{14{,}8310 * (1{,}2661)^{5/3}}{0{,}0204}}$$

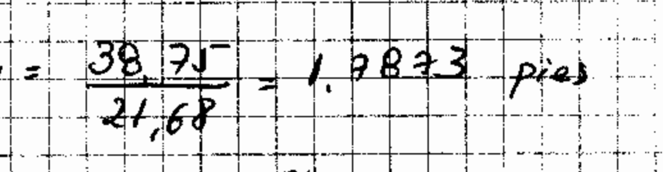
$$n_{eq} = \frac{129{,}4390}{1077{,}25 + 5778{,}22 + 1077{,}25} = 0{,}01631$$

d) $n_{eq} = 0{,}01631$

3) Ancho de base $10{,}5 \text{ ft}$
Pendiente taludes $1:2$

$Y_n = 2{,}5 \text{ ft} \quad S_o = 0{,}00035 \text{ ft/ft}$
$n = 0{,}012$

$$A = \frac{(10.5 + 10.5 + (2 * 2.5).2) * 2.5}{2}$$




$A = 38{,}75 \text{ ft}^2$

$P = b + 2y\sqrt{1+z^2}$

$P = 10{,}5 + 2 * 2{,}5\sqrt{1+2^2}$

$P = 21{,}68 \text{ ft}$

$$R_H = \frac{38{,}75}{21{,}68} = 1{,}7873 \text{ pies}$$

$$V = \frac{1{,}49}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{En el sistema inglés}$$

$$V = \frac{1{,}49}{0{,}012} * 1{,}7873^{2/3} * 0{,}00035^{1/2} = 3{,}4211 \text{ ft/s}$$

$Q = V \cdot A = 38{,}75\ ft^2 \cdot 3.4211\ ft/s = 132{,}56\ ft^3/s$

a) Caudal transportado $Q = 132{,}56\ ft^3/s$

Número de Froude $F = \dfrac{V}{\sqrt{gD}}$

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

$T$ = Ancho $= 10.5 + 2 \times 5 = 20.5$ $\quad D = \dfrac{38{,}75}{20{,}5} = 1.89$

$g = 32{,}2\ ft/s^2$ $\quad F = \dfrac{3.4211}{\sqrt{32{,}2 \cdot 1.89}} = 0{,}4385 < 1$

b) Número de Froude $= 0{,}4385$ Régimen subcrítico $(< 1)$

En la profundidad crítica $F = 1$

$$F = \frac{V}{\sqrt{gD}} = 1$$

$Q = 132{,}56\ ft^3/s$ $\quad V = \dfrac{Q}{A}$ $\quad V = \dfrac{132{,}56}{(10{,}5 + 2 \cdot y_c)\, y_c}$

$$D = \frac{(10.5 + 2y_c)\, y_c}{10.5 + 4y_c}$$

$\dfrac{V^2}{gD} = 1$ $\quad V^2 = gD$ $\quad \left(\dfrac{132.56}{(10{,}5 + 2y)\,y}\right)^2 = 32.2 \cdot \dfrac{(10.5 + 2y)\,y}{10.5 + 4y}$

$$\frac{545.71}{[(10.5 + 2y)\,y]^2} = \frac{(10.5 + 2y)\,y}{10.5 + 4y}$$

$$545.71(10.5 + 4y) = [(10.5 + 2y)\,y]^3$$

Solucionando $y_c = 1{,}5372\ ft$

c) Profundidad crítica $y_c = 1{,}5372\ ft$

Para la pendiente Crítica.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{132.56}{(10.5 + 2y_c)\, y_c} \qquad y_c = 1.5372$$

$$V = \frac{132.56}{(10.5 + 2 \cdot 1.5372)\, 1.5372} = 6.35 \ ft/s.$$

$$V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{(10.5 + 2 \cdot 1.5372)\, 1.5372}{10.5 + 2 \cdot 1.5372\sqrt{5}} = \frac{20.8665 \ ft^2}{17.37 \ ft} = 1.2 \ ft$$

$$6.35 = \frac{1.49}{0.012} \cdot (1.2)^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$\frac{6.35}{140.21} = S^{1/2} \qquad S_c = 0.00205$$

d) Pendiente crítica $S_c = 0.00205$

4) Pendiente $S = \frac{0.08}{1000} = 0.00008$

$b = 100$ m. → Canal rectangular

$y = 6$ m. $Q = 860 \ m^3/s$

$$A = 100 \times 6 = 600 \ m^2 \qquad V = \frac{Q}{A} = \frac{860 \ m^3/s}{600 \ m^2} = 1.4333 \ m/s$$

$$R = \frac{by}{b+2y} = \frac{600}{100 + 2 \cdot 6} = \frac{600}{112} = 5.3571 \ m$$

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

$$n = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{V} \quad n = \frac{(5,3571)^{2/3} \cdot (0,00008)^{1/2}}{1,4333}$$

$$n = 0,0191$$

a) Factor de rugosidad de Manning $n = 0,0191$

Para el Coeficiente de Chezy

$$V = C\sqrt{R_H S_o} \qquad C = \frac{V}{\sqrt{R_H \cdot S_o}}$$

$$C = \frac{1,4333}{\sqrt{5,3571 * 0,00008}} = 69,23$$

b) Coeficiente de Chezy $= 69,23$.

$$C = \sqrt{\frac{8g}{f}} \qquad C^2 = \frac{8g}{f}$$

$$f = \frac{8g}{C^2} \qquad f = \frac{8 * 9,8}{69,23^2} = 0,01635$$

c) Coeficiente de fricción $f = 0,01635$

$$\tau_0 = \gamma R_H S_o \qquad R = 5,3571 \text{ m}$$

$$S_o = 0,00008$$

$$\gamma = 9800 \text{ N/m}^3$$

$$\tau_o = 9800 * 5,3571 * 0,00008$$

$$\tau_o = 4,1999 \simeq 4,2 \text{ N/m}^2$$

d) Esfuerzo cortante máximo $\tau_o = 4,2 \text{ N/m}^2$

5) $Q = 60\ m^3/ha/día$ son 54.000 ha

$Q = 60 \times 54000\ m^3/día$

$Q = 3240.000\ m^3/día \times \frac{1\ día}{24\ horas} \times \frac{1\ hora}{3600\ seg}$

$Q = 37{,}5\ m^3/s.$

$n = 0{,}025$ $S = \frac{12\ cm}{Km} = \frac{0{,}12\ m}{1000\ m} = 0{,}00012$

$BL = \sqrt{c \cdot y}$

Velocidad máxima permisible $V = 0{,}7\ m/s$.

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

$R^{2/3} = \frac{0{,}7 \times 0{,}025}{\sqrt{0{,}00012}}$ $R^{2/3} = 1{,}5975$

$R = (1{,}5975)^{3/2} =$

$R_H = 2{,}01916\ m$

$A \cdot V = Q$ $A = \frac{Q}{V}$ $A = \frac{37{,}5}{0{,}7} = 53{,}5714\ m^2.$

$R_H = \frac{A}{P}$ $P = \frac{A}{R_H}$ $P = \frac{53{,}5714\ m^2}{2{,}01916\ m} = 26{,}5315$

Suponemos una sección trapezoidal, con base $b$ y taludes 1:1

$A = (b + 1 \cdot y)y = 53{,}5714$ (1)

$P = b + 2y\sqrt{1+1^2} \Rightarrow b + 2y\sqrt{2} = 26{,}5315$ (2)

Resolviendo simultáneamente las ecuaciones (1) y (2) se tiene

$b = 19{,}6749\ m$ $y = 2{,}4241\ m$

a) La profundidad del flujo $y = 2,42$ m.

b) El ancho de la base $b = 19,67$ m.

c) El ancho superficial $T = b + 2zy = 19,67 + 2 \cdot 1 \cdot 2,42$ m

$T = 24,51$ m.

d) Número de Froude

$$F = \frac{V}{\sqrt{gD}} \qquad D = \frac{(b+zy)\,y}{b+2zy} \qquad z = 1.$$

$$D = \frac{(19,67 + 2,42)\,2,42}{19,67 + 2 \cdot 2,42} = \frac{53,45}{24,51} =$$

$$D = 2,18 \text{ m.}$$

$$F = \frac{0,7}{\sqrt{9.8 \times 2,18}} = 0,1514 < 1$$

Número de Froude $= 0,1514$ Flujo subcrítico.

e) $BL = \sqrt{C \times y}$

| Q | C |
|---|---|
| 0,6 $m^3/s$ | 0.5 |
| 85 $m^3/s$ | 0.76 |

Interpolamos para un Q de 37,5 $m^3/s$.

$$C = 0.5 + \frac{37.5 - 0.6}{85 - 0.76} \times (0.76 - 0.5)$$

$$C = 0,613$$

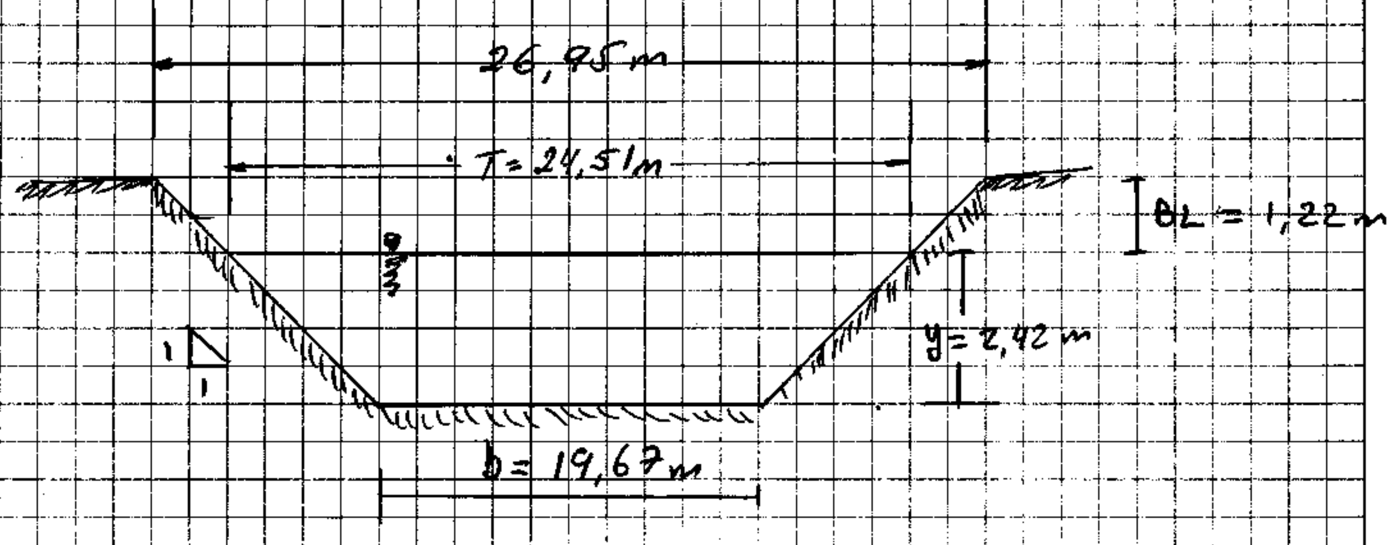
$$BL = \sqrt{0,613 \times 2,42} = 1,2179 \simeq 1,22 \text{ m.}$$

Borde libre $BL = 1,22$ m.

Ancho del canal $= T + 2zBL \qquad z = 1$

$24,51 + 2 \cdot 1 \cdot 1,22 = 26,95$ m.

f) ancho del canal, incluyendo BL, 26,95 m




6) Sección hidráulica óptima

Para un trapecio se cumple cuando $R = \frac{y}{2}$

$A = (b + zy)y \qquad P = b + 2y\sqrt{1+z^2} \qquad R = \frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$

con $z = 1 \qquad A = (b+y)y \qquad P = b + 2y\sqrt{2} \qquad R = \frac{(b+y)y}{b+2y\sqrt{2}}$

$$\frac{(b+y)y}{b+2y\sqrt{2}} = \frac{y}{2} \quad (1)$$

Además $Q = 37,5\ m^3/s \qquad V = 0,7\ m/s \qquad A = 53,57\ m^2$.

$$53,57 = (b+y)y \quad (2)$$

Solucionando el sistema 2x2 se tiene

$b = 4,48\ m \qquad y = 5,41\ m$

a) Profundidad de flujo $y = 5.41\ m$

b) Ancho de la base $b = 4.48\ m$.

c) Ancho superficial $T = b + 2z \cdot y = 4,48 + 2 \cdot 1 \cdot 5,41 = 15,3\ m$

Número de Froude $F = \frac{V}{\sqrt{gD}}$

$D = \dfrac{(b+zy)y}{b+2zy}$ $D = \dfrac{(4{,}48+5{,}41)5{,}41}{4{,}48+2*5{,}41} = \dfrac{53{,}5}{15{,}3} = 3{,}49\,m$

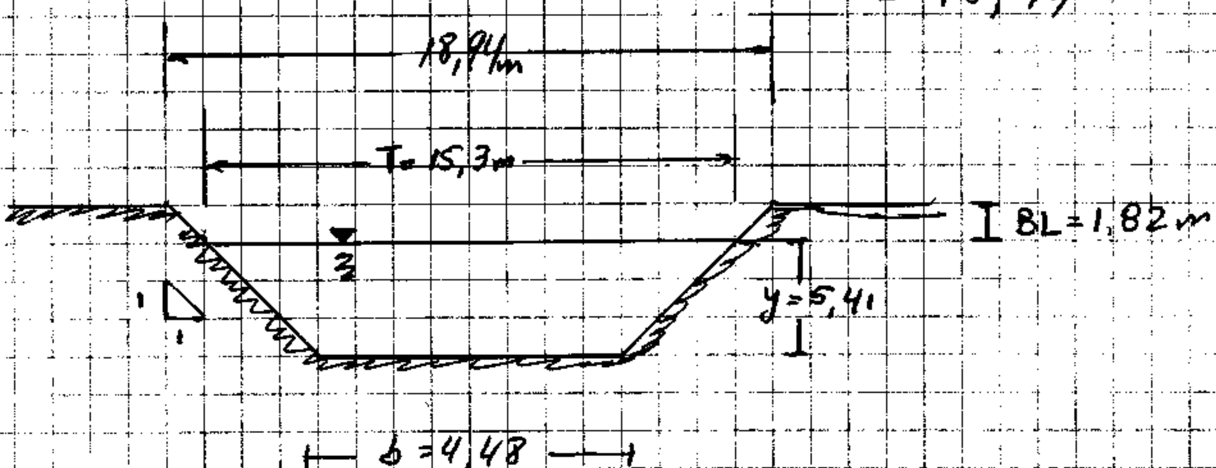
d) $F = \dfrac{0{,}7}{\sqrt{9.8*3{,}49}} = 0{,}1196 < 1$ Flujo subcrítico

e) $BL = \sqrt{0{,}613 * 5{,}41} = 1{,}82\,m$

f) Ancho del canal con borde libre $= T + 2zBL$

$= 15{,}3 + 2*1{,}82$

$= 18{,}94$




7) $b=3$ $z=1$ $S = \dfrac{0{,}15}{1000} = 0{,}00014$ $n=0{,}02$

$A_T = A_O$ $Q_T = Q_O$ Entonces $V_T = V_O$
Trapezoidal Semi circular

Para la sección trapezoidal, la óptima es en $R = \dfrac{y}{2}$

$A_T = (b+zy)y$ $A_T = (3+y)y$

$P_T = b + 2y\sqrt{1+z^2}$ $P_T = 3 + 2y\sqrt{2}$

$R_T = \dfrac{A_T}{P_T} = \dfrac{(3+y)y}{3+2\sqrt{2}y} = \dfrac{y}{2}$

Despejando $y$ se tiene $y = 3,62$ m

$A_T = (b + zy)y = (3 + 3,62) \cdot 3,62$

$A_T = 23,9644\ m^2$

$A_T = A_0$ Semicírculo $A = \frac{\pi d^2}{8}$

$\frac{\pi d^2}{8} = 23,9644$

$d = \sqrt{\frac{8 \times 23,9644}{\pi}}$ $d = 7,8118$ m

a) Diámetro $D = 7,8118$ m.

$V_T = ?$ $V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$

$V_T = \frac{1}{0,02} * \left(\frac{3,62}{2}\right)^{2/3} \cdot (0,00014)^{1/2}$

$V_T = 0,8786$ m/s

La Velocidad en la sección trapezoidal y semicircular son las mismas

$R_0 = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi d^2}{8}}{\frac{\pi d}{2}}$ $R_0 = \frac{d}{4} = \frac{7,8118}{4} = 1,95295$ m.

$V_0 = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$ $S^{1/2} = \frac{V_0 . n}{R^{2/3}}$

$S^{1/2} = \frac{0,8786 * 0.02}{1,95295^{2/3}} =$ $S^{1/2} = 0,01124$ $S = 0,000126$

b) $S_0 = 0,012\ \%$