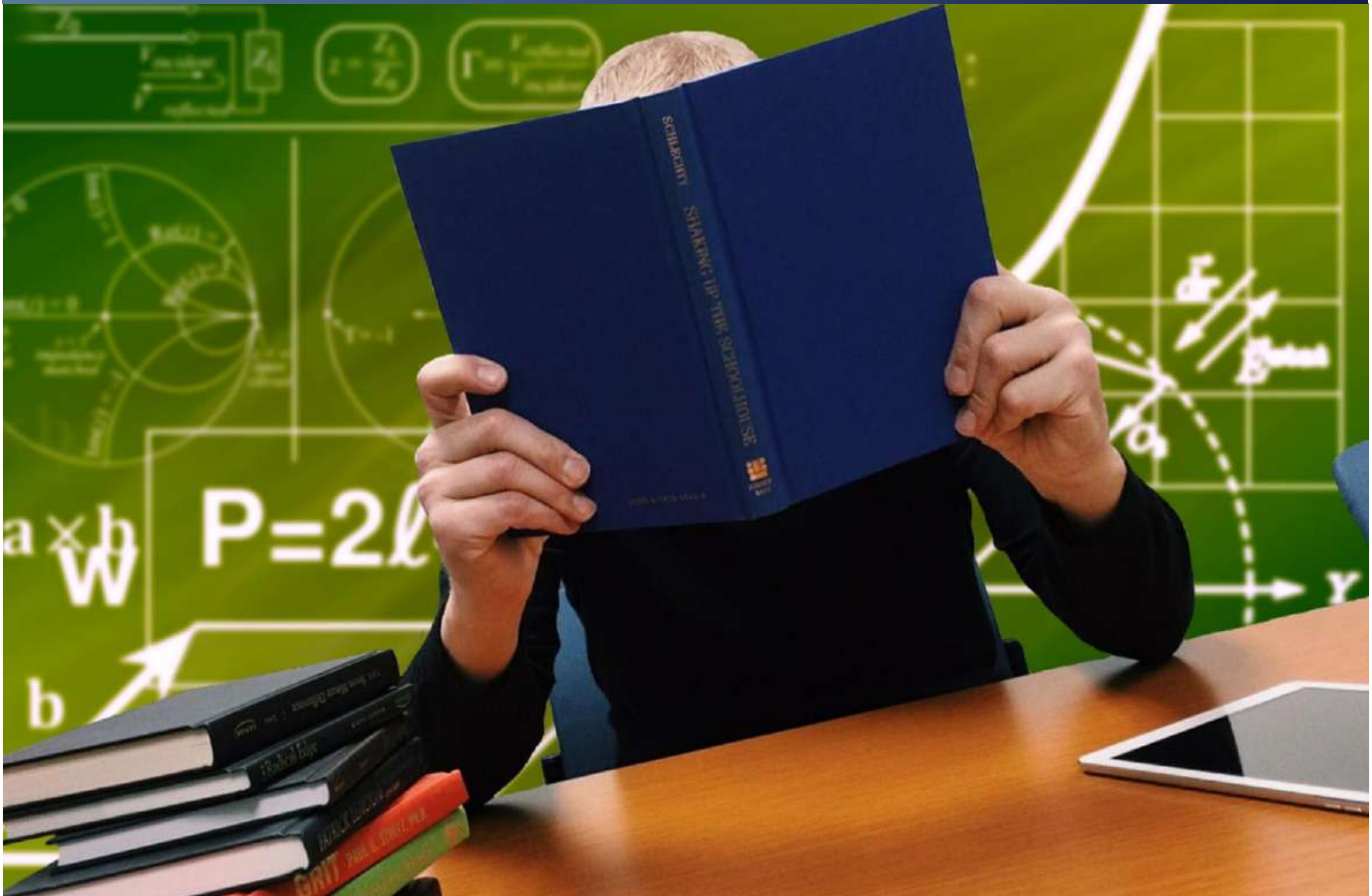
Ejercicios y Talleres

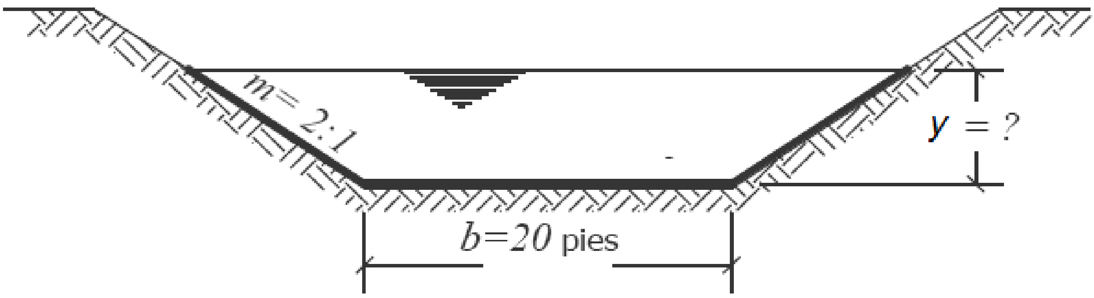


puedes enviarlos a
klasesdematematicasymas@gmail.com

Hidráulica II y Laboratorio

TALLER N. 02

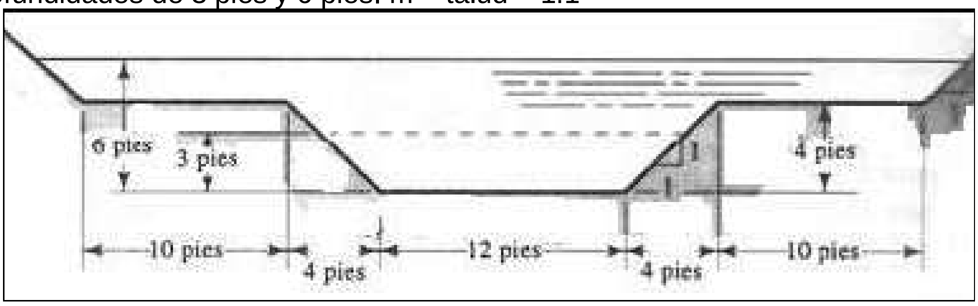
1. Un canal trapecial con b = 20 ft, pendiente longitudinal del canal 0.0016, talud m = 2:1 y rugosidad n = 0.015, transporta un gasto de 500 ft^3/s. Calcular el nivel normal y la velocidad normal.



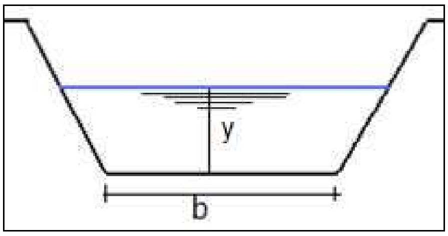
2. Calcular los caudales normales en canales que tienen las siguientes secciones para y=6 pies, n=0.010 y S=0.00150.
   a) Sección rectangular de 20 pies de ancho.
   b) Sección trapezoidal con una base de 15 pies y talud 1:2
   c) La sección circular de 10 pies de diámetro.

3. Un canal trapezoidal tiene un ancho de plantilla de 5 m, talud y m = 3:1 y rugosidad n = 0.025, determinar la pendiente normal para una profundidad normal de 1,02 m, cuando el caudal vale 13,5 m^3/s.

4. En la figura, se representa la forma aproximada de un canal de corriente natural con diques construidos en cualquiera de los lados. El canal es de tierra (n = 0.04). Si la pendiente del canal es de 0,00015, determinar el caudal normal para las profundidades de 3 pies y 6 pies. m = talud = 1:1



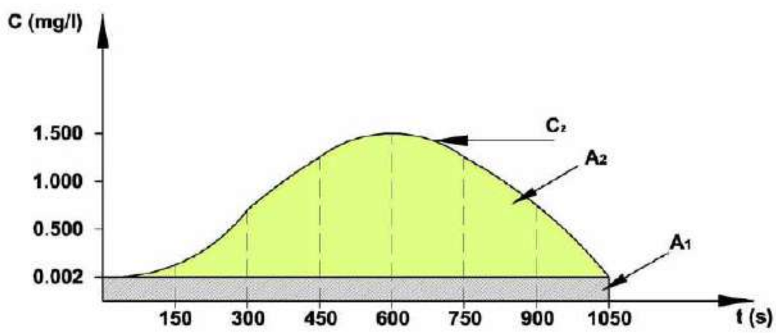
5. Calcular el ancho de la base (b) y la profundidad del flujo (y) para un canal trapezoidal con una So=0.0016 y conduce un caudal de diseño de 400 $pies^3/s$. El canal se excava en tierra que contiene gravas gruesas no coloidal y cantos redondos, talud (m) 2:1y la velocidad máxima permisible vale 4.5 pies/s y en base al tipo de material donde se excava el canal n=0.25.



6. Se ha seleccionado una sección apropiada para lanzar trazadores, el volumen de trazador a suministrarse es de 15 litros de cloruro de litio en solución 85 g/l. Se indica que las medidas existentes en el río son de 0.002 mg/l (Co), además se cuenta con la siguiente información.

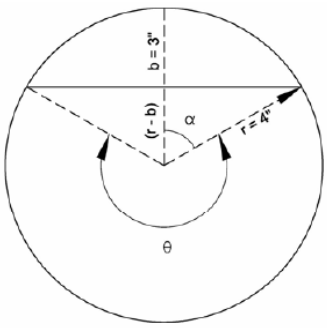
   Se pide determinar el caudal del río para un desperdicis del 10 y 5%?

Tiempo (s)	Concentración (mg/l)
0	0.002
150	0.239
300	0.811
450	1.354
600	1.537
750	1.283
900	0.477
1050	0.003



7. Una solucion de sal comun con una concetracion de 200 g/l fue descargada en un río con un caudal constante de 25 l/s. El río tenía inicialmente una concentración de sal de 10 ppm. Aguas abajo se midio una concentración de 45 ppm. ¿Cuál es el caudal en el río?

8. Determinar el caudal descargado por una tubería de 8”, parcialmente llena, con 3” de borde libre y con proyecciones x=60 cm, y=50 cm sobre la trayectoria del chorro.

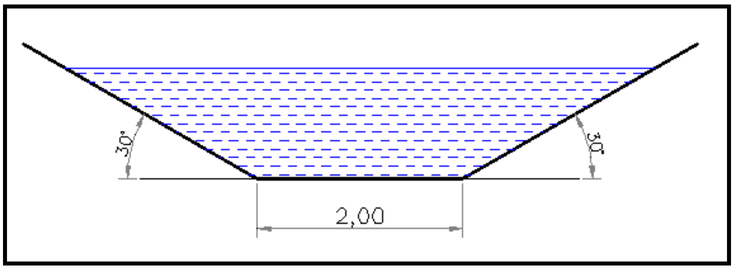


Hidráulica II y Laboratorio

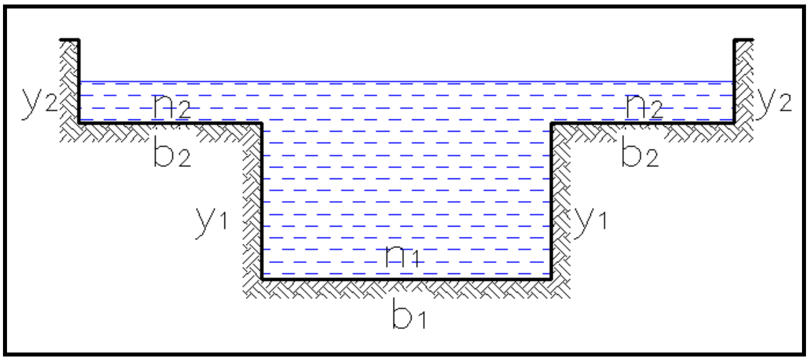
---

9. Un vertedero en un canal horizontal tiene 1 m de alto y 4 m de ancho. La profundidad del agua aguas arriba es de 1,6 m. Estime el caudal si el vertedero es a) de pared delgada y b) de cemento no pulido, pared gruesa con borde redondeado y una ancha cresta de 1,20 m de longitud (la rugosidad media del cemento no pulido es ε = 2,4 mm

10. El canal trapezoidal que se muestra en la figura está construido en ladrillo (n = 0,0150) y tiene una pendiente 1:500. a) Determine el caudal si la profundidad normal es de 80 cm. b) Si la superficie del canal es en tierra limpia que se erosiona si la velocidad excede 1.5 m/s ¿Cuál es la profundidad de flujo máxima para que no se produzca erosión en el canal?



11. Cuando hay inundaciones, un canal natural suele consistir en un canal principal profundo más dos zonas laterales inundadas, como se muestra en la figura. Las zonas laterales suelen ser poco profundas y muy revueltas. Si el canal tiene la misma pendiente en todas las partes, ¿Cómo analizaría esta situación para determinar el caudal? Suponga que y_1 = 20 ft, y_2 = 5 ft, b_1 = 40 ft, b_2 = 100 ft, n_1 = 0,020 y n_2 = 0,040, con una pendiente de 0,0002. Determine el caudal en ft^3/s.

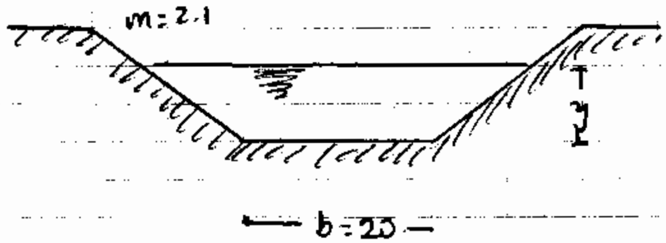


1. $b = 20\ ft$, $S = 0{,}0016$ $m = 2:1$ $n = 0{,}015$ $Q = 500\ ft^3/s$

La ecuación de Manning $V = \frac{1{,}49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$

Con V = Velocidad en pies/s R = Radio hidráulico pies
S = Pendiente n = coeficiente de rugosidad

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



con $z = 2$

$$R = \frac{(20+2\cdot y)\cdot y}{20+2y\sqrt{1+z^2}}$$

$$R = \frac{(20+2y)\cdot y}{20+2y\sqrt{5}} \qquad A = y(20+2y)$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{500}{y(20+2y)}$$

En la ecuación de manning

$$\frac{500}{y(20+2y)} = \frac{1{,}49}{0{,}015}\cdot\left[\frac{(20+2y)\cdot y}{20+2y\sqrt{5}}\right]^{2/3} * 0.0016^{1/2}$$

Solucionando para y se tiene: $y = 2{,}857223$ pies.

Profundidad normal $y_n = 2{,}857223$ pies

$$V_{normal} = \frac{500}{2{,}85\,(20+2*2{,}85)} = 6{,}80\ \text{pies/s}$$

2. $y = 6$ pies $\quad n = 0{,}010 \quad S = 0{,}00150$

a) Sección rectangular de 20 pies de ancho

$A = 20 * 6 = 120 \text{ pies}^2$

$$R = \frac{by}{b + 2y} = \frac{20 \cdot 6}{20 + 2 \cdot 6} = \frac{120}{32} = 3{,}75 \text{ pies}$$

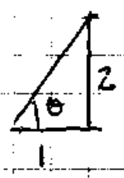
Con Manning $\quad V = \frac{1{,}49}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$

$$V = \frac{1{,}49}{0{,}010} * 3{,}75^{2/3} * 0{,}00150^{1/2}$$

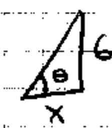
$$V = 13{,}92 \text{ pies/s}$$

$$Q = V \cdot A = 13{,}92 \frac{\text{pies}}{s} * 120 \text{ pies}^2 = 1671{,}47 \frac{\text{pies}^3}{s}$$

b) Seccion trapezoidal con $b = 15$ pies talud $1:2$

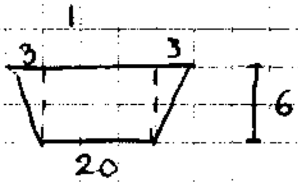


$\tan\theta = \frac{2}{1} \quad \tan\theta = 2$



$\tan\theta = \frac{6}{x} \quad x = \frac{6}{\tan\theta}$

$x = \frac{6}{2} \quad x = 3$



$A = \frac{(20 + 26) \cdot 6}{2} = 138 \text{ pies}^2 \quad P = 20 + 2\sqrt{3^2 + 6^2}$

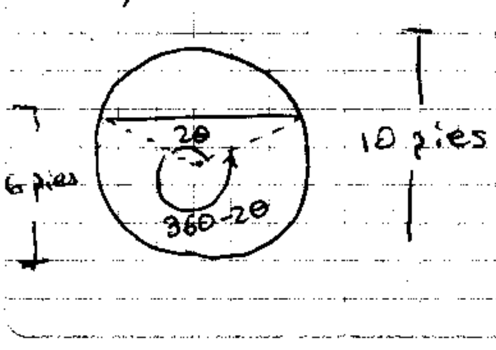
$P = 33{,}41$ pies

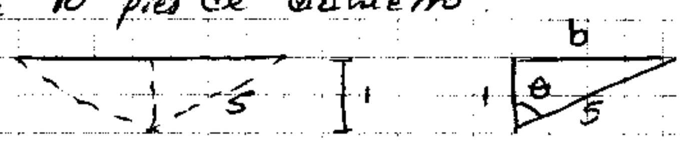
$$R = \frac{A}{P} = \frac{138}{33{,}41} = 4{,}13 \text{ pies}$$

Con Manning $\quad V = \frac{1{,}49}{0{,}010}(4{,}13)^{2/3} * (0{,}00150)^{1/2} = 14{,}85 \text{ pies/s}$

$$Q = V \cdot A = 14{,}85 * 138 = 2049{,}9 \frac{\text{pies}^3}{s}$$

c) Sección circular de 10 pies de diámetro





$\cos\theta = \frac{1}{5} \quad \theta = 78{,}46°$

$b = \sqrt{5^2 - 1^2}$

$b = 4{,}8989$

$2\theta = 156{,}92$

$360 - 2\theta = 203{,}07$

Area Sector circular $= \pi r^2 \cdot \frac{\theta}{2\pi} = \pi \cdot 5^2 \cdot \frac{203{,}07 * \frac{\pi}{180}}{2\pi} = 44{,}30$ pies^2

Perimetro $P = 2\pi r \frac{\theta}{360°} = 2\pi \cdot 5 * \frac{203{,}07}{360°} = 17{,}72$ pies

Area total = Asector circular + Atriángulo

$= 44{,}30 + \left(\frac{2 * 4{,}8989 * 1}{2}\right)$

$= 49{,}1989$ pies^2

$R = \frac{A}{P} = \frac{49{,}1989}{17{,}72} = 2{,}7764$ pies

$V = \frac{1{,}49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$ $\quad V = \frac{1{,}49}{0{,}010} * (2{,}7764)^{2/3} * 0{,}0015^{1/2}$

$V = 11{,}4$ pies/s

$Q = V \cdot A = 11{,}4 * 49{,}1989 = 560{,}85$ pies^3/s

3) Canal trapezoidal $b = 5m$ $\quad m = 3:1$ $\quad n = 0{,}025$ $\quad y_n = 1{,}02m$

$q = 13{,}5\ m^3/s$ $\quad S = ?$

La ecuación de manning en el sistema internacional es:

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

$R = \frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1+z^2}} = \frac{(5 + 3 * 1{,}02)\,1{,}02}{5 + 2 * 1{,}02\sqrt{1+3^2}} = \frac{8{,}2212}{11{,}4510} = 0{,}7179\ m$

$q = V \cdot A$ $\quad \frac{q}{A} = V$ $\quad V = \frac{13{,}5}{8{,}2212} = 18{,}80\ m/s$

$V = 1{,}6420\ m/s$

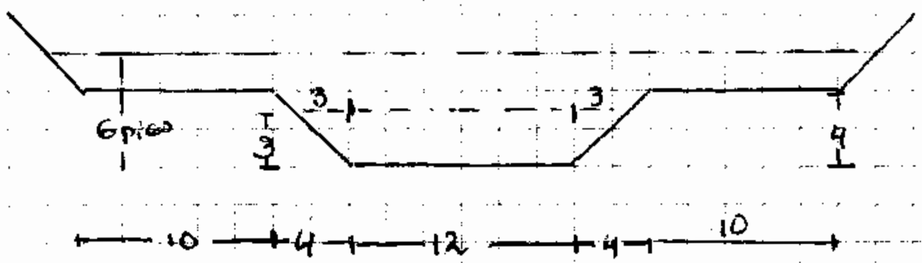
$1{,}6420 = \frac{1}{0{,}025} * (0{,}7179)^{2/3} \cdot S^{1/2}$ $\quad \frac{1{,}6420 * 0{,}025}{0{,}7179^{2/3}} = S^{1/2}$

$S^{1/2} = 0{,}0512$ $\quad S = (0{,}0512)^2 = 0{,}000134$

$S = 0{,}000134$

4. $n = 0.04$ $S = 0{,}00015$ $Q_n = ?$ para $y_n = 3$ $y_n = 6$ pies.

$m = 1:1$



Para $y = 3$ pies Área $= \dfrac{(12+18)\cdot 3}{2} = 45 \text{ pies}^2$

Perímetro $= 12 + 2\sqrt{3^2+3^2} = 20{,}48$ pies

$R = \dfrac{A}{P} = \dfrac{45}{20{,}48} = 2{,}1967$ pies

$V = \dfrac{1{,}49}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$ $V = \dfrac{1{,}49}{0{,}04} * (2{,}1967)^{2/3} * 0{,}00015^{1/2} = 0{,}7709$

$Q = V \cdot A = 0{,}7709 \dfrac{\text{pies}}{s} * 45 \text{ pies}^2 = 34{,}69 \text{ pies}^3/s$

Para $y = 6$ pies

Área $= A_1 + A_2$ $A_1 = \dfrac{(B_m + B_M)\cdot h}{2} = \dfrac{(12+20)*4}{2} = 64$

$A_2 = \dfrac{(B_m + B_M)\,h}{2} = \dfrac{(40+44)\cdot 2}{2} = 84$

Área $= 64 + 84 = 148 \text{ pies}^2$

Perímetro $\sqrt{2^2+2^2} + 10 + \sqrt{4^2+4^2} + 12 + \sqrt{4^2+4^2} + 10 + \sqrt{2^2+2^2} = 48{,}97$ pies

$R = \dfrac{A}{P} = \dfrac{148}{48{,}97} = 3{,}0222$

$V = \dfrac{1{,}49}{0{,}04} * (3{,}0222)^{2/3} * 0{,}00015^{1/2} = 0{,}9536 \text{ pies}/s$

$Q = V \cdot A = 0{,}9536 * 148 = 141{,}14 \text{ pies}^3/s$

5) $S_0 = 0.0016$ $b = ?$ $y_n = ?$ $Q = 400$ pies^3/s $m = 2:1$

$V_{max} = 4{,}5$ pies/s $n = 0{,}25$ → Cambiamos este valor por 0,025 porque no se obtendrían soluciones

Para un canal trapezoidal $R = \dfrac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$

con $z = 2$

$$R = \frac{(b+2y)\cdot y}{b+2y\sqrt{1+z^2}} \qquad Area = (b+2y)\cdot y.$$

Asumimos V_{max} $V = \dfrac{Q}{A}$ $A = \dfrac{Q}{V}$ $A = \dfrac{400}{4{,}5} = 88{,}8889$ pies^2

Planteamos un sistema 2x2, en donde las incógnitas son b y Y_n.

$$V = \frac{1{,}49}{n}\cdot R^{2/3}\cdot S^{1/2}$$

$$4{,}5 = \frac{1{,}49}{0{,}025}\cdot\left(\frac{(b+2y)\cdot y}{b+2y\sqrt{1+4}}\right)^{2/3}\cdot 0{,}0016^{1/2} \qquad (1)$$

$$88{,}8889 = (b+2y)\cdot y \qquad (2)$$

Solucionando el sistema, $b = 18{,}83$ pies $y = 3{,}45$ pies.

Para solucionar el sistema se utilizó la herramienta en

www.wolframalpha.com

6) $Vol_1 = 15$ litros

$C_0 = 0{,}002$ mg/litro $C_1 = 85$ g/l $= 8500$ mg/l.

Para un desperdicio del 10%

$C_1 = 0{,}90 \times 8500 = 7650$ mg/l.

$$Q = \frac{Vol_1 C_1}{\int_{t_1}^{t_2}(C_2 - C_0)dt} \qquad Vol_1 \cdot C_1 = Q\cdot\int_{t_1}^{t_2}(C_2 - C_0)dt$$

$$15 \times 7650 = Q\cdot\int_{t_1}^{t_2}(C_2 - C_0)dt \qquad 114750 = Q\,(A_2 - A_1)$$

Para determinar A_2 y A_2.

Tiempo (s)	Concentración (mg/l)
0	0,002
150	0,239
300	0,811
450	1,354
600	1,537
750	1,283
900	0,477
1050	0,003

$$A_2 = \frac{150}{2} \cdot \left[0{,}002 + 0{,}003 + 2\cdot(0{,}239 + 0{,}811 + 1{,}354 + 1{.}537 + 1{,}283 + 0{,}477)\right]$$

$A_2 = 855{,}43\ m^2$ $\qquad A_1 = 1050 * 0{,}002 = 2{,}10\ m^2$.

$A_2 - A_1 = 855{,}43 - 2{,}10 = 853{,}33\ m^2$.

Retomando $114750 = Q * (853{,}33)$

$$Q = \frac{114750}{853{,}33}$$

$$Q = 134{,}458\ l/s = 0{,}134\ m^3/s$$

b) Desperdicio del 5%

$C_1 = 0{,}95 * 8500 = 8075\ mg/l$.

$$Q = \frac{Vol_1 * C_1}{A_2 - A_1} = \frac{15 * 8075}{853{,}33} = 141{,}94\ l/s$$

$Q = 0{,}142\ m^3/s$

$$0{,}134\ m^3/s \leq Q \leq 0{,}142\ m^3/s$$

7) $q = 25\ l/s$

$C_1 = 200\ g/l$ $\quad$ $C_0 = 10\ ppm \rightarrow 0{,}01\ g/l$

$C_2 = 45\ ppm = 0{,}045\ g/l$

$$Q = \frac{q \cdot (C_2 - C_1)}{C_0 - C_2}$$

$$Q = \frac{25 \cdot (0{,}045 - 200)}{0{,}01 - 0{,}045}$$

$$Q = 142\,825\ lt/s \cong 142{,}8\ m^3/s$$

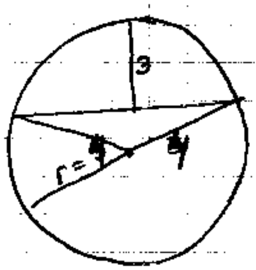
8) $x = 60\ cm \quad y = 50\ cm.$

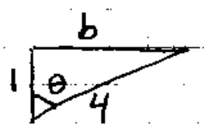
$x = v \cdot t \qquad y = \frac{1}{2} g t^2 \qquad g = 9.8\ m/s^2$

$0{,}6 = V \cdot t \qquad 0{,}5 = \frac{1}{2} * 9.8\ m/s^2 * t^2$

$t^2 = \frac{2 * 0{,}5}{9{,}8} \qquad t = \sqrt{\frac{2 * 0{,}5}{9{,}8}} \qquad t = 0{,}3194$

$V = \frac{0{,}6}{t} \qquad V = \frac{0{,}6}{0{,}3194} = 1{,}8785\ m/s$





$b = \sqrt{4^2 - 1^2} = \sqrt{15}$

$\cos\theta = \frac{1}{4} \qquad \theta = 75{,}52°$

$\omega = 360 - 2 * 75{,}52 = 208{,}95°$

$A_{Total} = A_{Triangulo} + A_{sector\ circular}$

$A_{Triángulo} = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{2 * \sqrt{15} * 1}{2} = \sqrt{15} = 3{,}8729\ plg^2$

$A_{sector} = \pi r^2 * \frac{208{,}95°}{360} = \pi \cdot 4^2 * \frac{208{,}95°}{360°} = 29{,}1756\ plg^2.$

$A = 29{,}1756 + 3{,}8729 = 33{,}0485\ plg^2 * \frac{(2{,}54\ cm)^2}{(1\ plg)^2} * \frac{(1\ m)^2}{(100\ cm)^2}$

$A = 0{,}02132\ m^2$

$Q = V \cdot A = 1{,}8785\ m/s * 0{,}02132\ m^2 = 0{,}0400\ m^3/s$

$Q = 0{,}04\ m^3/s = 40\ l/s$

9) Canal $1 * 4\ m^2.$ $H = 1{,}6\ m.$ $L = 4{,}0$ Ancho del vertedero

Ecuación de Francis

$Q = 1{,}84\, L\, H^{3/2}$

$Q = 1{,}84 * 4{,}0 * (1{,}6)^{3/2} = 4{,}4686\ m^3/s$

$Q = 14{,}8955\ m^3/s$

b) Pared gruesa de cemento no pulido $\epsilon = 2,4$ mm

$H = 1,6 - 1,2 = 0,4$

$Q = 1,45\, L\, H^{3/2}$ → Pared gruesa

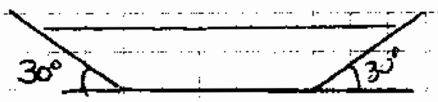
$Q = 1,45 * 4 * 0,4^{3/2} = 1,4673\ m^3/s$

10) $n = 0,0150$

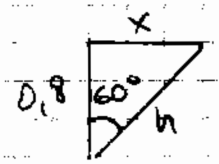
$Q = V \cdot A$

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

$y = 80cm = 0,80\,m$



$S = 1:500 \quad S = \frac{1}{500} = 0,002$



$\tan 60 = \frac{x}{0.8} \qquad x = 0.8 \tan 60 = 1,3856$

$h = \sqrt{x^2 + 0.8^2} = 1,6$

$A = \frac{(B_n + B_M) \cdot h}{2} = \frac{(2 + 2 + 2 \cdot x) * 0.8}{2} = 2,70848\ m^2$

$P = 2 * 1,6 + 2 = 5,2\,m.$

$R = \frac{A}{P} = \frac{2,70848}{5,2} = 0,5208\ m.$

$V = \frac{1}{0,0150} * (0,5208)^{2/3} * (0,002)^{1/2} = 1,93\ m/s$

$Q = V \cdot A = 2,70848 * 1,93 = 5,2275\ m^3/s.$

b) $V = 1,5\ m/s \qquad y = ?$

$x = y \cdot \tan 60 \qquad$ si $y = 1 \quad x = \tan 60 = 1,7320$

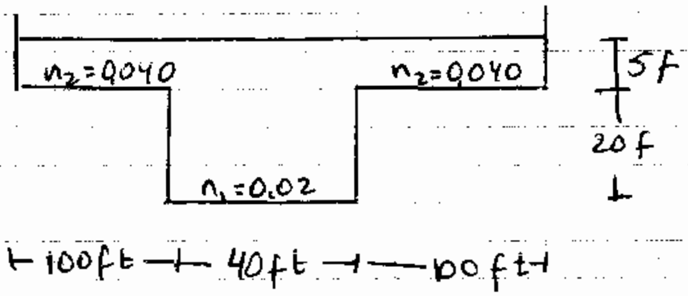
$z = 1,7320$

$R = \frac{(b + zy)\,y}{b + 2y\sqrt{1+z^2}} \qquad \frac{(2 + 1,7320y) \cdot y}{2 + 2y\sqrt{1 + 1,7320^2}}$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2} \qquad V = \frac{1}{0{,}0150} * \left(\frac{(2 + 1{,}7320y) \cdot y}{2 + 2y\sqrt{1 + 1{,}7320^2}} \right)^{2/3} \cdot (0{,}002)^{1/2} = 1{,}5$$

Solucionando para y se tiene $0{,}497582\ m$.

11



$S = 0{,}0002$

$Q = ?$

Se determina una rugosidad equivalente

$$n = \frac{\left[\sum_{i=1}^{N} (P_N n_N^2) \right]^{1/2}}{P^{1/2}} = \frac{(105 * 0{,}040^2 + 80 * 0{,}02^2 + 105 * 0{,}040^2)^{1/2}}{(5 + 100 + 20 + 40 + 20 + 100 + 5)^{1/2}}$$

$n = 0{,}0356225$

$$V = \frac{1{,}49}{n} R^{2/3} S^{1/2} \qquad V = \frac{1{,}49}{0{,}0356225} * R^{2/3} * (0{,}0002)^{1/2}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{40 \times 20 + 140 * 5}{290} = 5{,}1724\ m$$

$$V = \frac{1{,}49}{0{,}0356225} * (5{,}1724)^{2/3} * 0{,}0002^{1/2}$$

$V = 1{,}7691\ ft/s \qquad Q = V \cdot A$

$Q = 1500\ ft^2 * 1{,}7691\ ft/s = 2653{,}65\ ft^3/s$