

CI41A - HIDRAULICA

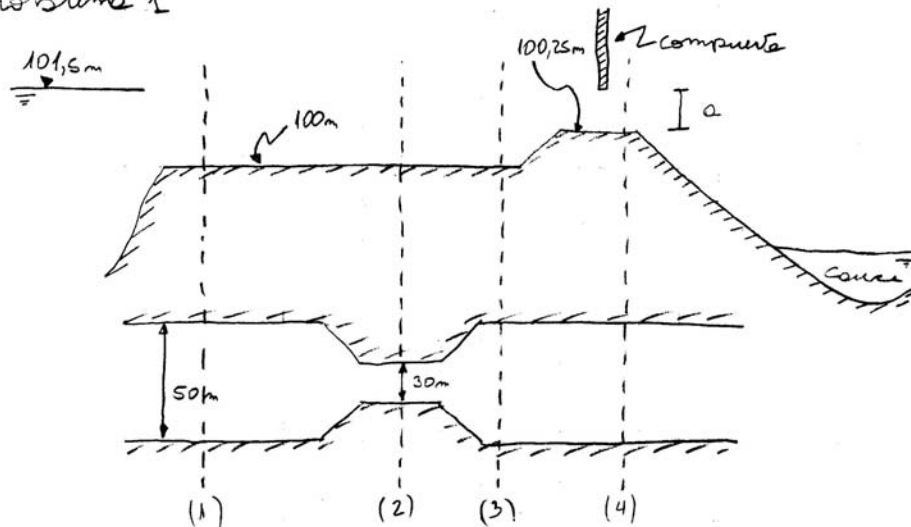
Semestre Otoño 2008

Profesor: Aldo Tamburrino, Cristián Godoy.

Auxiliares: Aldo Flores, Thomas Booth.

Solución Auxiliar 4

Problema 1



i) Como el canal no ejerce control en (4) debe haber crisis o torrente, (además la compuerta no lo hace).

Supongamos que hay crisis en (4) (punto crítico).

$$B_E = B_4 \Rightarrow B_E = Z_4 + E_4 \quad \text{suponemos crisis}$$

$$101,5 = 100,25 + E_{c4}$$

$$101,5 = 100,25 + \frac{3}{2} h_{c4} \Rightarrow h_{c4} = 0,833 \text{ m}$$

$$h_c = \left(\frac{Q^2}{g} \right)^{1/3} \Rightarrow Q = \sqrt{g h_c^3} \Rightarrow Q_{c4} = 2,38 \text{ m}^3/\text{s} \quad E_{c4} = 1,25 \text{ m}$$

$$Q = Q_{c4} \cdot b_4 \quad \text{50m} \Rightarrow Q = 119 \text{ m}^3/\text{s}$$

Verifiquemos que en (2) (por ser estrechamiento) no se producen curvas.

$$B_2 = B_4 \Rightarrow z_2 + E_2 = z_4 + E_{c4} ; q_2 = \frac{Q}{b_2} = 3,964 \text{ m}^3/\text{s/m}.$$

$$E_2 = 1,5$$

Y la energía crítica $h_{c2} = \left(\frac{q_2^2}{g}\right)^{1/3} \Rightarrow E_{c2} = \frac{3}{2} h_{c2} = \frac{3}{2} \times 1,141$

$$\Rightarrow E_{c2} = 1,712 \text{ m}.$$

Pero $E_2 < E_{c2}$ $\Rightarrow$ Supuesto correcto.

Ahora suponemos curvas en (2)

$$B_E = B_2 \Rightarrow E_{c2} = 1,5 \Rightarrow h_{c2} = \frac{2}{3} E_{c2} \Rightarrow h_{c2} = 1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow q_2 = \sqrt{g h_{c2}^3} \Rightarrow q_2 = 3,13 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

$$\Rightarrow Q = q_2 \times b_2 \Rightarrow Q = 93,91 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Hacia Arriba Ancho $E_1(1) \quad q_1 = \frac{Q}{b_1} \Rightarrow q_1 = 1,818 \text{ m}^3/\text{s/m}.$

$$E_1 = E_2 \Rightarrow h_1 + \frac{q_1^2}{2g h_1^2} = 1,5 \Rightarrow h_1 = 1,5 - \frac{0,18}{h_1^2}$$

$$\Rightarrow h_1 = 1,409 \text{ m} - 0,405 \text{ m}$$

$$h_1 = 1,409 > h_{c1} = \left(\frac{q_1^2}{g}\right)^{1/3} = 0,711$$

Como de (2) a la derecha la corriente se calcula de agua arriba hacia aguas abajo.

En (3)

$$Q_3 = Q_1 = 1,878 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$E_2 = E_3 \Rightarrow h_3 + \frac{Q_3^2}{2g h_3^3} = 1,5 \Rightarrow h_3 = \frac{1,878}{0,405} \text{ m}$$

$$h_3 = 0,405 \text{ m} < h_{c3} = 0,711 \text{ m}$$

En (4)

$$Q_4 = Q_1 = 1,878$$

$$B_3 = B_4 \Rightarrow Z_3 + E_3 = Z_4 + E_4$$

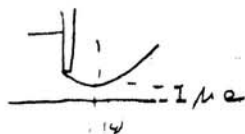
$$\Rightarrow E_3 = (Z_4 - Z_3) + E_4 \Rightarrow E_4 = 1,5 - (100,25 - 100)$$

$$\Rightarrow E_4 = 1,25 \Rightarrow h_4 + \frac{Q_4^2}{2g h_4^3} = 1,25$$

$$h_4 = 1,25 - \frac{0,8}{h_4^2} \Rightarrow h_4 = 0,485 \text{ m}$$

$$h_4 = 0,485 \text{ m} < h_{c4} = 0,711$$

ii) Como la compuerta controla y el canal no, en (4) torrencial.



$$h_4 = \mu_e = 0,6 \times 0,7 = 0,42 \text{ m}$$

Si suponemos que la compuerta controla todo el flujo aguas arriba (es decir, no hay acris (2))

Como no hay pérdidas de energía

$$B_E = B_4 \Rightarrow 101,5 = 100,25 + h_4 + \frac{q_4^2}{2g h_4^3} \quad \begin{matrix} q_4^2 \\ \swarrow \\ q_4 \end{matrix} \quad \begin{matrix} q_4^2 \\ \swarrow \\ q_4 \end{matrix}$$

$$\Rightarrow q_4 = \sqrt{[(101,5 - 100,25) - 0,42] \cdot 2 \cdot 9,8 \cdot 0,42^2}$$

$$q_4 = 1,694 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

$$Q = q_4 \times b_4 \Rightarrow Q = 84,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Verifiquemos supuestos que no hay acris (2).

$$q_2 = \frac{Q}{b_2 \leftarrow 30\text{m}} \Rightarrow q_2 = 2,823 ; E_{c2} = \frac{3}{2} h_c = \frac{3}{2} \left(\frac{q_2^2}{g} \right)^{1/3}$$

$$\Rightarrow E_{c2} = 1,4 \text{ m}$$

$$\text{Además: } E_2 = E_4 + 0,25 = h_4 + \frac{q_4^2}{2 \cdot g \cdot h_4^3} + 0,25 = 0,42 + \frac{1,694^2}{2 \cdot 9,8 \cdot 0,42^3}$$

$$E_2 = 1,25 + 0,25$$

$$E_2 = 1,5 \text{ m} > E_{c2} \quad \text{OK}$$

$$\Rightarrow h_2 + \frac{q_2^2}{2 \cdot g \cdot h_2^3} = 1,5 \Rightarrow h_2 = 1,5 - \frac{0,404}{h_2^3}$$

$$\Rightarrow h_2 = 1,232 \text{ m}$$

$$\Rightarrow h_2 = 1,232 \text{ m} > h_{c2} = \frac{2}{3} E_{c2} = 0,933 \text{ m} \quad \checkmark$$

$\Sigma_m(3)$

$$E_3 = E_4 + 0,25 \quad ; \quad Q_3 = Q_4 = 1,694$$

$$h_3 + \frac{Q_3^2}{2g h_3^2} = 1,25 + 0,25 \Rightarrow h_3 = 1,5 - \frac{0,146}{h_3^2}$$

$$h_3 = \frac{0,358}{1,428} m$$

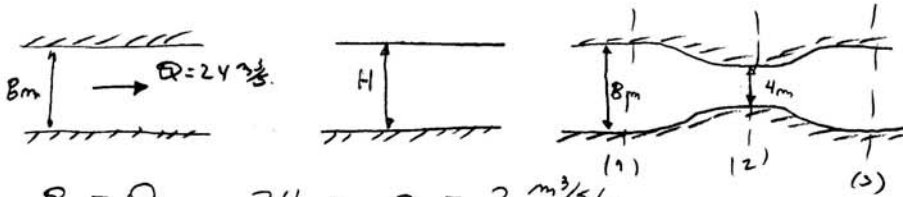
$$h_3 = 1,428 > h_{c3} = \sqrt{\frac{Q_3^2}{g}} = 0,664 m \quad \checkmark$$

 $\Sigma_m(1)$

$$E_1 = E_4 + 0,25 \quad ; \quad Q_1 = Q_4 = 1,694$$

$$h_1 + \frac{Q_1^2}{2g h_1^2} = 1,5 \Rightarrow h_1 = \frac{0,358}{1,428} m$$

$$h_1 = 1,428 > h_{c1} = 0,664 m \quad \checkmark$$

Problema 2/

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{24}{8} \Rightarrow q = 3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

$$h_c = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3} \Rightarrow h_c = 0,912 \text{ m}$$

a) $H = 2 \text{ m} > h_c = 0,912 \text{ m} \Rightarrow$ Río o subterráneo.
 $E = H + \frac{q^2}{2gH^2} \Rightarrow E = 2,115 \text{ m}.$

Ahora calculamos la energía crítica en el estrechamiento.

$$q_e = \frac{Q}{b_e} = \frac{24}{4} \Rightarrow q_e = 6 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

$$E_{cc} = \frac{3}{2} h_{cc} = \frac{3}{2} \left(\frac{q_e^2}{g} \right)^{1/3} = \frac{3}{2} \left(\frac{6^2}{9,8} \right)^{1/3} \Rightarrow E_{cc} = 2,31$$

Como $E < E_{cc}$ hay hisis en (2)

$$h_2 = h_{c2} = \frac{2}{3} E_{c2} \Rightarrow h_2 = 1,54 \text{ m}.$$

En (1) $E_1 = E_2$ Río.

$$h_1 + \frac{q_1^2}{2gh_1^2} = 2,31 \Rightarrow h_1 = \frac{0,504}{2,217 \text{ m}} \Rightarrow h_1 = 2,217 > h_c = 0,912$$

En (3) Tormenta

$$E_2 = E_3$$

$$h_3 + \frac{q_3^2}{2g h_3^3} = 2,31 \Rightarrow h_3 = 0,504 \Rightarrow h_3 = 0,504 < h_c$$

b) $H = 0,8 \text{ m} < h_c = 0,912 \text{ m} \Rightarrow$ Tormenta

$$E = H + \frac{q^2}{2g H^3} = 0,8 + \frac{3^2}{2 \cdot 9,8 \cdot 0,8^3} \Rightarrow E = 1,517 \text{ m}$$

Energía crítica mal estructuramiento es la misma que la anterior

$$E_c = 2,31 > E \Rightarrow \text{Hay crisis en (2)}$$

$$\Rightarrow h_2 = \frac{2}{3} E_{c2} = 1,54 \text{ m.}$$

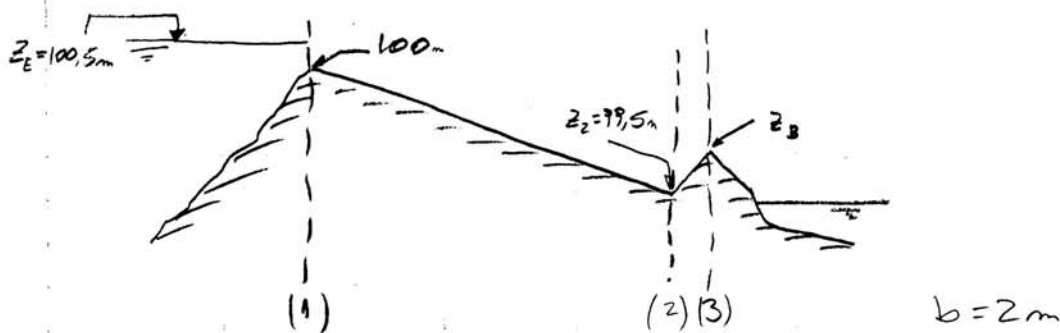
En (1) tiene que ser río porque la condición es de aguas abajo, igual a la situación anterior.

$$h_1 = 2,217 \text{ m.}$$

En (3) la condición es aguas arriba entonces es toronete, igual que en la situación anterior

$$h_3 = 0,504 \text{ m.}$$

Problema 3/



No hay pérdidas de energía

a) $z_B = 99,8$

Suponemos que hay crisis en el punto mas alto del canal, es decir, seccion 1, ademas dado m y q no ha disminucion con la misma magnitud

$$B_E = z_1 + E_{c1} \Rightarrow E_{c1} = 100,5 - 100$$

$$E_{c1} = 0,5 \text{ m}$$

$$h_{c1} = \frac{2}{3} E_{c1} \Rightarrow h_{c1} = 0,333 \text{ m}$$

$$h_{c1} = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3} \Rightarrow q = \sqrt{h_{c1} \times g}$$

$$q = 0,602 \text{ m}^3/\text{s/m} \Rightarrow Q = 1,204 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$E_m(2) \quad E_1 = E_2 - (z_1 - z_2) \Rightarrow E_2 = 0,5 + 0,5$$

$$E_2 = 1 > E_c = 0,5 \quad \checkmark$$

$$h_2 + \frac{q^2}{2gh_2^2} = 1 \Rightarrow h_2 = 1 - \frac{0,01849}{h_2^2} \Rightarrow h_2 = 0,147 \text{ m}$$

Como control de aguas arriba $h_2 = 0,147 < h_c = 0,333 \text{ m}$

$$E_m(3) \quad E_2 = E_3 + (z_B - z_2) \Rightarrow E_3 = 1 - 0,3$$

$$\Rightarrow E_3 = 0,7 > E_c = 0,5 \quad \text{Vale}$$

$$h_3 + \frac{f^2}{2g h_3^2} = 0,4 \Rightarrow h_3 = 0,4 - \frac{0,01849}{h_3^2} \Rightarrow h_3 = 0,191 \text{ m}$$

Como controla aguas arriba

$$h_3 = 0,191 \text{ m} < h_c = 0,333 \text{ m}$$

c) Con $Z_B = 100,3 \text{ m}$ el punto más alto es este, entonces superamos crisis baja, además el control no controla.

$$B_E = Z_B + E_{c3} \Rightarrow E_{c3} = 100,5 - 100,3$$

$$\Rightarrow E_{c3} = 0,2$$

$$h_{c3} = \frac{2}{3} \times 0,2 \Rightarrow h_{c3} = 0,133 \text{ m}$$

$$f = \sqrt[3]{h_{c3} \times g} \Rightarrow f = 0,152 \text{ m}^{3/4}/\text{s}$$

$$Q = f \times b \Rightarrow Q = 0,304 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$E_n(2) \quad E_2 = E_{c3} + (Z_B - Z_2)$$

$$E_2 = 0,2 + 0,8$$

$$E_2 = 1 > E_c = 0,2 \text{ OK}$$

$$h_2 + \frac{f^2}{2g h_2^2} = 1 \Rightarrow h_2 = 1 - \frac{0,0011}{h_2^2} \Rightarrow h_2 = 0,998 \text{ m}$$

Como controla aguas abajo

$$h_2 = 0,998 \text{ m} > h_c = 0,133 \text{ m}$$

$$E_n(1) \quad E_1 = E_2 + (z_2 - z_1)$$

$$E_1 = 1 - 0,5$$

$$E_1 = 0,5 > E_c = 0,2 \quad \checkmark \text{ ok.}$$

$$h_1 + \frac{f^2}{2g h_1^2} = 0,5 \Rightarrow h_1 = 0,5 - \frac{0,0011}{h_1^2} \Rightarrow h_1 = 0,495 \text{ m}$$

~~0,495 m~~

Controla aguas abajo

$$h_1 = 0,495 > h_c = 0,133 \text{ m} \quad \checkmark \text{ ok.}$$