

Problema 1(20 puntos)

Para el riego de una finca de frutales se proyecta una estación de bombeo y la correspondiente tubería de impulsión hasta una arqueta donde se ubican las electroválvulas que controlan el funcionamiento del riego de los 4 sectores que componen la instalación. El funcionamiento de los mismos es siempre secuencial, nunca simultáneo. La bomba está ubicada junto a un canal cuya cota de la lámina libre está 2 metros por encima del eje de rodetes de la bomba. La tubería de impulsión tiene una longitud de 750 m, y un desnivel positivo de 30 m. En la tabla adjunta se dan las características principales de los sectores de riego.

Sector	1	2	3	4
Superficie (ha)	4	3	2	3

Se han estimado las necesidades hídricas de los cultivos existentes en el mes de máximos requerimientos en 5 l/m²/día. El sistema de riego instalado es por goteo con un caudal por unidad de superficie asignado de 1,5 l/h/m²

Se pide:

1. Caudal de diseño de la impulsión
2. Tiempo de riego diario de cada sector en el mes de máximas necesidades
3. Dimensionar la tubería de impulsión en PVC admitiendo una velocidad máxima de 1,6 m/s
4. Calcular la altura manométrica y potencia útil máxima requerida
5. De las gráficas adjuntas de bombas que se suministran elegir la solución más conveniente, indicando número de bombas, tipo, identificativo, diámetro de rodete y velocidad nominal de giro.
6. En la Figura 4 dibujar las líneas de cotas piezométricas y presiones estáticas para la solución adoptada.

Datos adicionales

Km = 1,1 f1 = 0,0148 C = 150

1)

Multiplicamos el caudal por La superficie del sector más desfavorable.

$$Q = (1.5 \text{ l/h/m}^2 * 4\text{ha} * 10000 \text{ m}^2/\text{ha}) / (1000 \text{ l/m}^3) = 60 \text{ m}^3/\text{h} = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}$$

2)

$$T = V/Q$$

SECTOR 1:

$$Q = 60 \text{ m}^3/\text{h} * 12 \text{ h/día} = 720 \text{ m}^3 / \text{día}.$$

$$V = 5 \text{ l/m}^2/\text{día} * 4\text{ha} * 10000 \text{ m}^2/\text{ha} = 200000 \text{ l/día} = 16,6 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$T = (16,6 \text{ m}^3/\text{h}) / (720 \text{ m}^3/\text{día}) = 0,023 \text{ h/día} = 0 \text{ h } 1' 23''.$$

SECTOR 2 Y 4:

$$Q = (1,5 \text{ l/h/m}^2 * 3 \text{ ha} * 10000 \text{ m}^2/\text{ha}) / (1000 \text{ l/m}^3) = 45 \text{ m}^3/\text{h} = 540 \text{ m}^3/\text{día}.$$

$$V = (5 \text{ l/m}^2/\text{día} * 3 \text{ ha} * 10000 \text{ m}^2/\text{ha}) = 150000 \text{ l/día} = 150 \text{ m}^3/\text{día} * 12 \text{ h} = 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = (12,5 \text{ m}^3/\text{h}) / (540 \text{ m}^3/\text{día}) = 0,023 \text{ h/día} = 0 \text{ h } 1' 23,3''$$

SECTOR 3:

$$Q = (1,5 \text{ l/h/m}^2 * 2 \text{ ha} * 10000 \text{ m}^2/\text{ha}) / (1000 \text{ l/m}^3) = 30 \text{ m}^3/\text{h} = 360 \text{ m}^3/\text{día}.$$

$$V = (5 \text{ l/m}^2/\text{día} * 2 \text{ ha} * 10000 \text{ m}^2/\text{ha}) / (1000 \text{ l/m}^3) = 100 \text{ m}^3/\text{día} = 8,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = (8,3 \text{ m}^3/\text{h}) / (360 \text{ m}^3/\text{día}) = 0,023 \text{ h/día} = 0 \text{ h } 1' 23''$$

3)

$$D = \sqrt{(4Q / \pi V)} = \sqrt{((4 * 0,016\text{m}^3/\text{s})/(\pi * 1,6\text{m}/\text{s}))} = 0,112\text{m}$$

$$PN = 0,6\text{mPa} \quad DN = 125\text{mm} \quad Di = 118,8\text{mm}$$

4)

$$H_m = H_g + \sum h_r$$
$$H_m = [H_{ga} + h_a] + [H_{gi} + h_i]$$

$$h_i = 10,62 * 150^{1,85} * 1,1 * 750\text{m} * ((0,016 \text{ m}^3/\text{s}^{1,85})/(0,1188\text{m}^{4,87})) = 12,5\text{m}$$

$$H_m = 30 - 2 + 12,5 = 40,5\text{m}$$

$$Nu = (\alpha * Q * H_m) / 75 = (16\text{l}/\text{s} * 40,5\text{m}) / 75 = 8,64 \text{ CV}$$

5)

1 Bomba, $\equiv \Delta P$ 82/4, 1450 rpm

□ rodete = 225 mm

Problema 2(20 puntos)

Desde dos depósitos situados a una cota de 120 m se abastece mediante sendas tubería de PVC de 250 mm de diámetro nominal y timbraje 1,0 Mpa a un hidrante mediante dos tuberías, una de 1200 m de longitud y otra de 3200 m de longitud. El hidrante está a una cota de 30 m, y en el mismo hay que garantizar una presión de 0,5 Mpa.

Se pide:

1. Caudal que saldrá por el hidrante
2. Si la tubería 1 está cerrada y solo funciona la 2, calcular la presión máxima que se producirá en el hidrante si se produce un cierre cuasi instantáneo de la válvula situada aguas arriba del mismo.

Datos adicionales

$$K_m = 1,05 \quad C = 150 \quad f = 0,0145 \quad a = 400 \text{ m/s}$$

1)

$$Q_b = Q_a + Q_c$$

$$L_{ab} = z_a - z_b - P_b/\alpha = 120 - 30 - 50 = 40\text{m}$$

$$L_{cb} = z_c - z_b - P_b/\alpha = 120 - 30 - 50 = 40\text{m}$$

$$Q_a = [(40 - 0,237\text{m}^{4,87}) / (10,62 * 150^{-1,85} * 1,05 * 1200\text{m})]^{1/1,85} =$$

$$= 0,146 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_c = [(40 - 0,237\text{m}^{4,87}) / (10,62 * 150^{-1,85} * 1,05 * 3200\text{m})]^{1/1,85} =$$

$$= 0,0861\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_b = 0,146 + 0,0861 = 0,232\text{m}^3/\text{s}$$

2)

$$a = 400 \text{ m/s}$$

Hay que averiguar de qué tipo de impulsión se trata.

$$T_c = 2L / a = 2 * 3200 \text{ m} / 400 \text{ m/s} = 16 \text{ s}$$

$$T = C + (K * L * V) / (g * H_m)$$

$$C = 1$$

$$K = 1$$

$$H_m = H_g + h_r$$

$$H_g = 40$$

$$h_r = 0,00092 * 3200 * 1,05 * (0,0861^{1,8} / 0,237^{4,8}) = 39,9 \text{ m} \approx 40 \text{ m}$$

$$H_m = 40 + 40 = 80$$

$$V_o = (4 * 0,0861 \text{ m}^3/\text{s}) / (\pi * 0,237^2 \text{ m}) = 1,95 \text{ m/s}$$

$$T = 1 + (1 * 3200 \text{ m} * 1,95 \text{ m/s}) / (9,81 \text{ m} * 80 \text{ m}) = 7,9 \text{ s}$$

$T \leq T_c$, por lo que es un cierre rápido o impulsión larga. Así pues calcularemos la sobrepresión por la fórmula de Allievi.

$$\Delta H = (a * V) / g = (400 \text{ m/s} * 1,95 \text{ m/s}) / 9,81 = 79,5 \text{ m}$$

$$P_{\max} = Z_c - Z_b + P_b + \Delta H = 120 - 70 + 50 + 79,5 = 179,5 \text{ m.c.a.}$$

Problema 3(20 puntos)

Para el riego de un parque público se ha instalado una red de aspersores que arrojan un caudal de 500 l/h a una presión de 250 kPa.

En total, en la fase de proyecto, se han cuantificado un total de 60 aspersores divididos en 3 sectores de igual dimensión. En la válvula situada al inicio de cada sector es necesario garantizar una presión de 300 kPa.

La tubería que enlaza la acometida con el sector más alejado y situado 1 metro por encima de la cota de la misma (acometida) tiene una longitud de 450 m. En la acometida, la compañía suministradora garantiza una presión de 3,5 kg/cm².

Se pide:

1. Dimensionar la tubería de enlace en PE 100 para los requerimientos previstos del sector más desfavorable.
2. Para el diámetro y timbraje adoptado calcular la presión resultante que se verificará al inicio del sector.
3. Si justo antes de ejecutar la obra, se corrige el proyecto y se incrementan 5 aspersores por sector.

¿La solución dada en 1 será válida? En caso negativo proponer una solución y cuantificarla.

Datos adicionales

$$K_m = 1,1 \quad C = 150 \quad f = 0,0145$$

1)

$$Q = 0,000138 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{asp.}$$

$$Q = 0,000138 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{asp} \cdot 20 \text{ aps} = 0,00277 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$\Delta H = 35\text{m} + 1 \text{ m} - 30\text{m} = 6 \text{ m.}$$

$$D = ((0,00092 \cdot 1,1 \cdot 450\text{m} \cdot 0,00277^{1,8} \text{m}^3/\text{s}) / 6)^{(1/4,8)} = 0,06421 \text{ m.}$$

$$P_N = 25 \text{ bares.}$$

$$D_N = 75\text{mm.}$$

$$D_i = 52\text{mm.}$$

2)

$$H_r = 0,00092 * 1,1 * 450m * (0,00277^{1,8} m^3/s / 0,052^{4,8} m) = 16,52 m.$$

$$P_a + Z_a = P_b + Z_b + h_r.$$

$$P_b = 35 + 1 - 16,52 = 19,4 m.c.a.$$

3)

$$Q = 0,000138 m^3/s * \text{asp} * 25 \text{aps} = 0,00345 m^3/s.$$

$$H_r = 0,00092 * 1,1 * 450m * (0,00345^{1,8} m^3/s / 0,052^{4,8} m) = 24,5 m.$$

$$P_b = 35 + 1 - 24,5 = 11,5 m.c.a.$$

La solución adoptada en 1 sería válida ya que la presión sería positiva en todo el sistema.

Fuente: enunciados correspondientes a exámenes de diferentes años de la Universidad Politécnica de Valencia.