

Dada la parcela de la figura, se pide el diseño agronómico e hidráulico para un sistema de riego:

1. Semifijo con ramales móviles de aluminio y tuberías centrales de PVC.
2. En cobertura total con PVC

Datos:

Agua útil: 8 %

$d_a = 1.3 \text{ t/m}^3$

Cultivo: Alfalfa

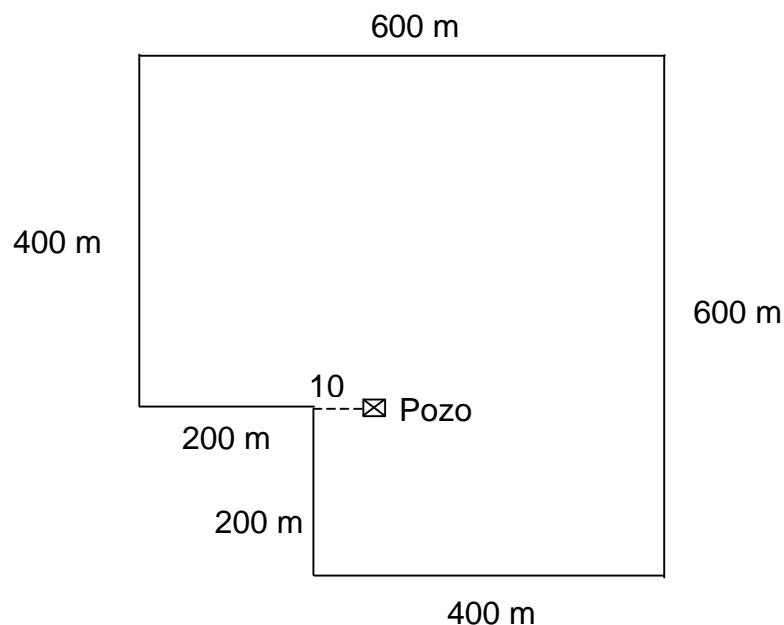
N_n mensuales máximas: $1800 \text{ m}^3/\text{ha}$ (agosto)

Profundidad de raíces: $h = 60 \text{ cm}$

$CE_i = 1 \text{ mmho/cm}$

Nivel estático del sondeo: 50 m

No se riega los domingos



Diseño Agronómico

✓ Necesidades de agua

Necesidades netas:

$$N_n = 180 \text{ mm/mes} = \frac{180}{31} = 5.81 \text{ mm/día}$$

$$N_n = ET_c = 5.81 \text{ mm/día}$$

Dosis neta:

$$D_n = (C_c - P_m) \cdot d_a \cdot NAP \cdot z$$

$$\left. \begin{array}{l} ET_c = 5 \rightarrow NAP = 0.50 \\ ET_c = 6 \rightarrow NAP = 0.45 \end{array} \right\} NAP = 0.46$$

$$D_n = \left(\frac{8}{100} \right) \cdot 1.3 \cdot 0.46 \cdot 600 = 28.7 \text{ mm}$$

Fracción de lavado:

$$LR = \frac{CE_i}{(5 \cdot CE_e - CE_i) \cdot f}$$

$$LR = \frac{1}{(5 \cdot 2 - 1) \cdot 0.85} = 0.131$$

Dosis bruta:

$$D_b = \frac{D_n}{E_a \cdot (1 - LR)}$$

$$D_b = \frac{28.7}{0.85 \cdot (1 - 0.131)} = 38.85 \text{ mm}$$

Necesidades brutas:

$$N_b = \frac{N_n}{E_a \cdot (1 - LR)} = 7.87 \text{ mm/día}$$

✓ Parámetros de riego

Intervalo de riego (IR)

$$IR = \frac{D_b}{N_b} = \frac{D_n}{N_n} = 4.94 \rightarrow 4 - 5 \text{ días}$$

Según la bibliografía que se consulte, se recomienda redondear al número entero inferior o al más próximo.

Haremos IR =4 días. Se propone al alumno como ejercicio hacer IR =5 días y comparar los resultados.

✗ IR =4 días

Dosis bruta ajustada

$$D_b = N_{b \text{ diarias}} \cdot IR$$

$$D_b = 7.87 \cdot 4 = 31.48 \text{ mm}$$

Horas de riego al día =18
Posturas al día =2

} 9 horas /postura

Pluviometría

$$\text{Pluviometría} = \frac{D_{\text{ajustada}}}{\text{horas / postura}} = \frac{31.48}{9} = 3.50 \text{ mm/h}$$

✓ Elección de aspersores

14 TNT, 4.4×2.4 (2 boquillas)

marco 18×18 m

Pluviometría (Pms) =4.93 mm/h

$q_i = 1.60 \text{ m}^3/\text{h}$

R =15.5 m

Presión =2.8 kg/cm²

Diseño Hidráulico

1. Sistema semifijo con ramales móviles

✓ Ramales

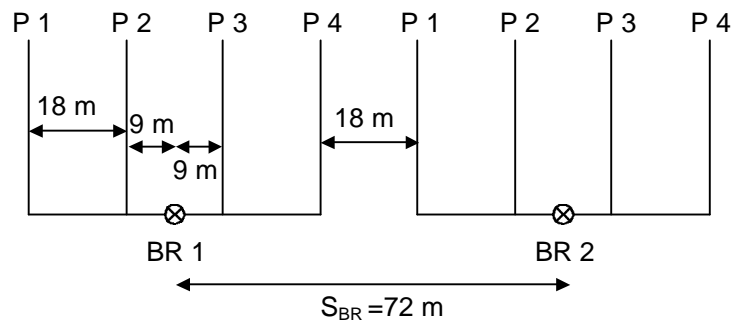
$$IR \cdot N^{\circ} \text{ posturas/día} = 4 \cdot 2 = 8$$

Nº de bocas de riego (BR) × Nº posiciones /boca = Nº total

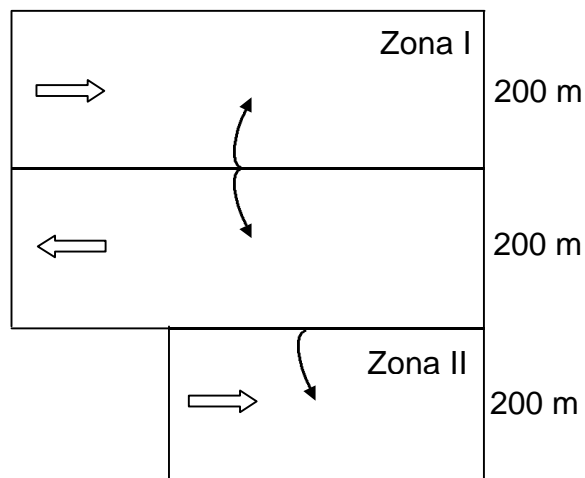
1	8	8
2	4	8
4	2	8
8	1	8

Con 2 BR y 4 posiciones /boca es menor el coste de instalación pero habrá más gasto en mano de obra en el manejo, y con 4 BR y 2 posiciones /boca sucederá lo contrario.

2 BR y 4 posiciones /boca es más razonable (bocas infrautilizadas y muchas)



Tanteamos la disposición de las tuberías principales en la parcela y se comprueba si la longitud del ramal es admisible.



Longitud máxima del ramal

Gráfico "PIVOTE" del prontuario. Longitud máxima $\cong 240 \text{ m}$

$$L = \frac{S}{2} + s \cdot (n - 1)$$

$$200 = 9 + 18 \cdot (n - 1) \rightarrow n = 11.6 \text{ aspersores} \Rightarrow 11 - 12 \text{ aspersores}$$

$n = 12$ aspersores $\rightarrow L = 9 + 18 \cdot 11 = 207$ m , nos salimos de la parcela

$n = 11$ aspersores $\rightarrow L = 9 + 18 \cdot 10 = 189$ m

X Primer tanteo: $\phi 3'' \rightarrow 76.2$ mm

Scobey:

$$J = 4.098 \cdot 10^{-3} \cdot k \cdot \frac{Q^{1.9}}{D^{4.9}}$$

$k = 0.4$ en Aluminio

$$Q = Q_{\text{ramal}} = 11 \cdot q_i = 11 \cdot 1.60 = 17.6 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$J = 4.098 \cdot 10^{-3} \cdot 0.4 \cdot \frac{\left(\frac{17.6}{3600}\right)^{1.9}}{0.0762^{4.9}} = 2.01 \cdot 10^{-2}$$

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

Con Scobey, $a = 1$

$$F \left\{ \begin{array}{l} l_0 = s / 2 \\ \beta = 1.80 \\ n = 11 \end{array} \right\} F = 0.375$$

$$h = 0.375 \cdot 2.01 \cdot 10^{-2} \cdot 189 = 1.422 \text{ mca}$$

$$\text{Condición de diseño: } \frac{P_0}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} \leq 20\% \cdot \frac{P_a}{\gamma}$$

$$\frac{P_0}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4} \cdot h + H_a = 28 + \frac{3}{4} \cdot 1.422 + 1 = 30.0665 \text{ mca}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4} \cdot h = 28 - \frac{1}{4} \cdot 1.422 = 27.6445 \text{ mca}$$

$$\frac{P_0}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} = 2.422 \text{ mca} < 20\% \cdot \frac{P_a}{\gamma} = 5.6 \text{ mca}$$

Aunque podríamos reducir el diámetro para apurar la pérdida de carga permitida no es aconsejable un diámetro de ramal menor de 3".

Ramales (zonas I y II)

ϕ 3"

J = 2.01 % y h = 1.422 mca

L = 189 m

$\frac{P_0}{\gamma} = 30.0665 \text{ mca}$

Nº y situaciones de las BR en la parcela

$S_{BR} = 72 \text{ m}$

2 BR /ramal y 4 posiciones /boca

X Zona I:

Longitud = 600 m

1ª boca a $\frac{S_{BR}}{2} = \frac{72}{2} = 36 \text{ m}$ del borde izquierdo

$$L = \frac{S}{2} + s \cdot (n-1)$$

$$600 = 36 + 72 \cdot (n-1) \rightarrow n = 8.33 \Rightarrow 8 - 9 \text{ BR}$$

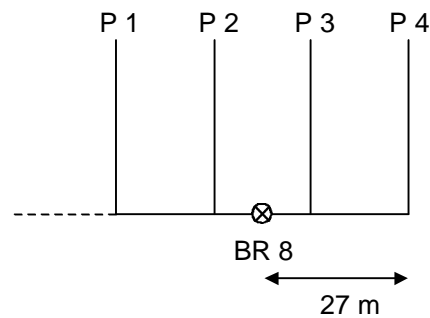
Con 8 BR:

$$L = 36 + 72 \cdot 7 = 540 \text{ m}$$

Quedarían $600 - 540 = 60 \text{ m}$ hasta la otra linde

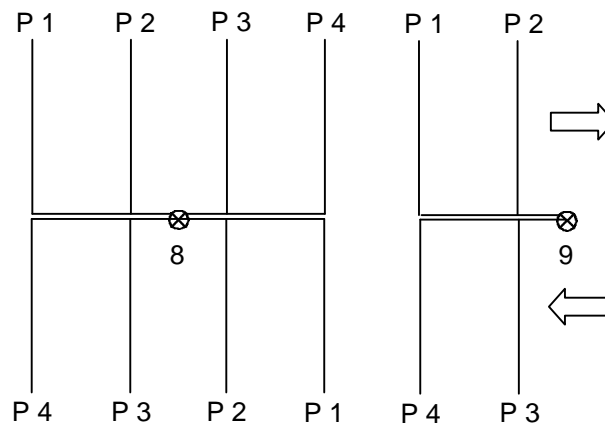
Con 9 BR:

$$L = 36 + 72 \cdot 8 = 612 \text{ m, nos salimos de la parcela}$$



Con 8 BR queda mucha franja sin regar. Pondremos 9 BR, la 9ª en la linde a 60 m de la 8ª BR.

La BR 9 tendrá dos posturas



X Zona II:

Longitud = 400 m

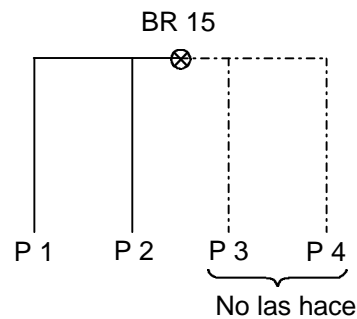
$$1^{\text{a}} \text{ boca a } \frac{S_{\text{BR}}}{2} = \frac{72}{2} = 36 \text{ m}$$

$$L = \frac{S}{2} + s \cdot (n - 1)$$

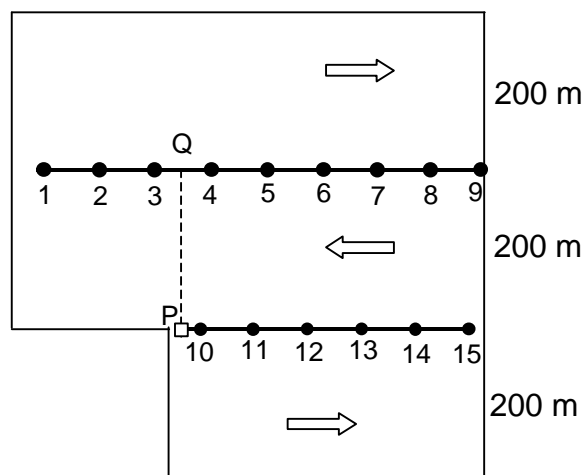
$$400 = 36 + 72 \cdot (n - 1) \rightarrow n = 6.05 \Rightarrow 6 \text{ BR}$$

$$L = 36 + 72 \cdot 5 = 396 \text{ m}$$

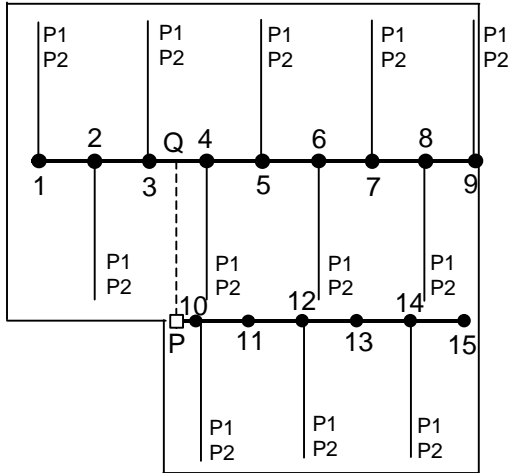
La última boca estará a 4 m de la linde derecha, por lo que solo podrá hacer 2 posturas.



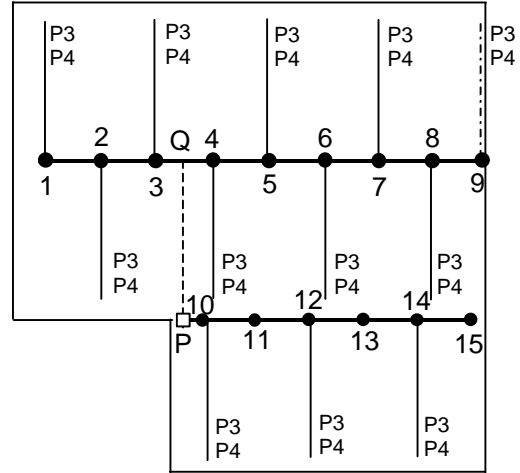
Disposición



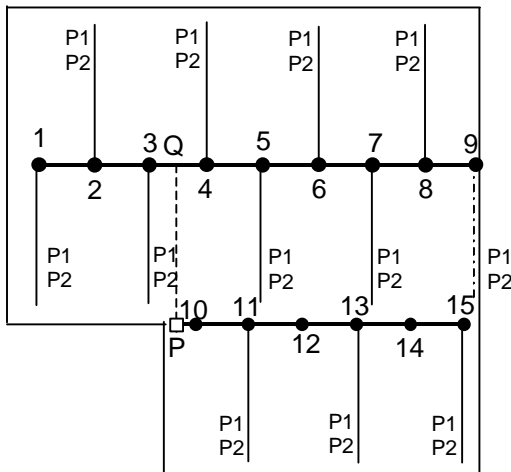
Día 1



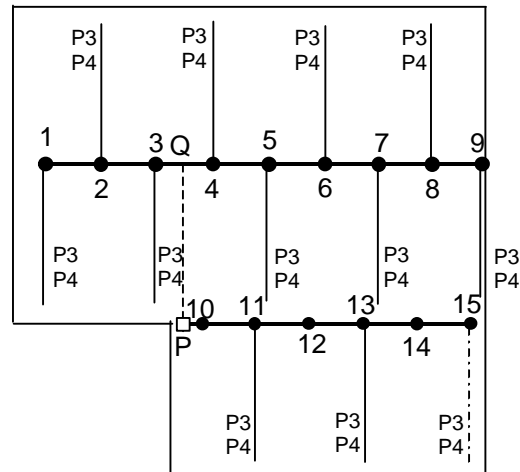
Día 2



Día 3



Día 4



✓ Tubería auxiliar

Se precisan 3 tubos de 9 m (27 m de tubería auxiliar)
φ 3" (lleva el caudal de 1 ramal)

Para φ 3" J = 2.01 %

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L = 1 \cdot 1 \cdot \frac{2.01}{100} \cdot 27 = 0.543 \text{ mca}$$

a =1 (Scobey)

F =1 (1 salida, el propio del ramal)

✓ Presión en la boca de riego (P_{BR})

$$P_{BR} = \frac{P_0}{\gamma} + h'_r = \frac{P_n}{\gamma} + h_r + h'_r + H_a$$

siendo:

$$\frac{P_0}{\gamma} = \text{Pr esión a la entrada del ramal}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = \text{Pr esión del último aspersor del ramal (el más alejado de la BR)}$$

h_r = Pérdida de carga en el ramal

h'_r = Pérdida de carga en la tubería auxiliar

H_a = Pérdida de carga en el tubo portaaspersor + su altura

Si no hay datos concretos se toma $H_a = 1\text{m}$ ó $H_a = 2\text{m}$ (maíz)

$$P_{BR} = \frac{P_0}{\gamma} + h'_r = 30.07 + 0.543 = 30.613 \text{ mca}$$

✓ Pérdidas de carga en la tubería principal (PVC)

Q =caudal de 1 ramal =17.6 m³ /h

En el esquema de situación diaria de los ramales de riego hay que ver el número máximo de ramales que debe alimentar cada tramo, recordando que en la zona I el punto de alimentación es "Q" y en la zona II es "P".

Con estos esquemas podemos conocer para cada tramo el caudal que debe transportar y su longitud. Al tratarse de una impulsión, sabiendo que se trata de PVC – 6 atm y con el caudal podemos entrar en las tablas de diámetro

óptimo para rellenar los datos de diámetro y velocidad del agua, pero con precaución, ya que corresponden a un supuesto de funcionamiento concreto y debemos comprobar que se ajustan a nuestra instalación.

Como valor orientativo, debemos mantener J por debajo del 4 % y la velocidad no debe superar los 2.5 m /s (Referencia)

Lo ideal será utilizar el programa informático introduciendo los datos reales de nuestra explotación.

Tramo	Caudal	Diámetro	Velocidad	Longitud	J (%)	H _i = J · L
Q – 3	3·Q	110	1.74	30	2.45	0.735
3 – 2	2·Q	90	1.74	72	3.12	2.25
2 – 1	1·Q	75	1.42	72	2.91	2.095
Q – 4	6·Q	160	1.65	42	1.42	0.60
4 – 5	5·Q	140	1.79	72	1.94	1.40
5 – 6	4·Q	125	1.80	72	2.24	1.61
6 – 7	3·Q	110	1.74	72	2.45	1.764
7 – 8	2·Q	90	1.74	72	3.12	2.25
8 – 9	1·Q	75	1.42	60	2.91	1.75
P – 10	3·Q	110	1.74	26	2.45	0.64
10 – 11	3·Q	110	1.74	72	2.45	1.764
11 – 12	2·Q	90	1.74	72	3.12	2.25
12 – 13	2·Q	90	1.74	72	3.12	2.25
13 – 14	1·Q	75	1.42	72	2.91	2.10
14 – 15	1·Q	75	1.42	72	2.91	2.10

$$\Delta H = \sum H_i = 25.558 \text{ mca}$$

$$J = \frac{0.092}{D^{4.8}} \cdot Q^{1.8}$$

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$1 \cdot Q = 17.6 \text{ m}^3 / \text{h} \rightarrow \phi \text{ óptimo} = \phi 75$$

✘ Primer tanteo: $\phi 75$ ($\phi_{\text{int}} = 66.2 \text{ mm}$)

$$J = \frac{0.092}{0.0662^{4.8}} \cdot \left(\frac{17.6}{3600} \right)^{1.8} = 2.91\%$$

$$v = \frac{4 \cdot \left(\frac{17.6}{3600} \right)}{\pi \cdot 0.0662^2} = 1.42 \text{ m/s}$$

✘ Segundo tanteo: $\phi 63$ ($\phi_{\text{int}} = 59.2 \text{ mm}$)

$$J = 4.98 \%; \text{ Alta}$$

$$2 \cdot Q = 35.2 \text{ m}^3 / \text{h} \rightarrow \phi \text{ óptimo} = \phi 90$$

✘ Primer tanteo: $\phi 90$ ($\phi_{\text{int}} = 84.6 \text{ mm}$)

$$J = 3.12 \%$$

$$v = 1.74 \text{ m/s}$$

$$3 \cdot Q = 52.8 \text{ m}^3 / \text{h} \rightarrow \phi \text{ óptimo} = \phi 125$$

✘ Primer tanteo: $\phi 125$ ($\phi_{\text{int}} = 117.6 \text{ mm}$)

$$J = 1.33 \%$$

$$v = 1.35 \text{ m/s}$$

✘ Segundo tanteo: $\phi 110$ ($\phi_{\text{int}} = 103.6 \text{ mm}$)

$$J = 2.45 \%$$

$$v = 1.74 \text{ m/s}$$

$$4 \cdot Q = 70.4 \text{ m}^3 / \text{h} \rightarrow \phi \text{ óptimo} = \phi 140$$

X Primer tanteo: $\phi 140$ ($\phi_{\text{int}} = 131.8 \text{ mm}$)

$$J = 1.30 \%$$

$$v = 1.43 \text{ m /s}$$

X Segundo tanteo: $\phi 125$ ($\phi_{\text{int}} = 117.6 \text{ mm}$)

$$J = 2.24 \%$$

$$v = 1.80 \text{ m /s}$$

X Tercer tanteo: $\phi 110$ ($\phi_{\text{int}} = 103.6 \text{ mm}$)

$$J = 4.11 \%$$

$$v = 2.32 \text{ m /s}$$

$5 \cdot Q = 88 \text{ m}^3 / \text{h} \rightarrow \phi$ óptimo en el límite $\phi 140 - 160$

X Primer tanteo: $\phi 140$ ($\phi_{\text{int}} = 131.8 \text{ mm}$)

$$J = 1.94 \%$$

$$v = 1.79 \text{ m /s}$$

X Segundo tanteo: $\phi 125$ ($\phi_{\text{int}} = 117.6 \text{ mm}$)

$$J = 3.35 \%$$

$$v = 2.25 \text{ m /s}$$

X Tercer tanteo: $\phi 160$ ($\phi_{\text{int}} = 150.6 \text{ mm}$)

$$J = 1.02 \%$$

$$v = 1.37 \text{ m /s}$$

$$6 \cdot Q = 105.6 \text{ m}^3 / \text{h} \rightarrow \phi \text{ óptimo} = \phi 160$$

✘ Primer tanteo: $\phi 160$ ($\phi_{\text{int}} = 150.6 \text{ mm}$)

$$J = 1.42 \%$$

$$v = 1.65 \text{ m/s}$$

✘ Segundo tanteo: $\phi 140$ ($\phi_{\text{int}} = 131.8 \text{ mm}$)

$$J = 2.69 \%$$

$$v = 2.15 \text{ m/s}$$

✓ Presión a la salida del grupo de bombeo

$$P_s = P_{\text{BR}} + \Delta H$$

$$P_s = 30.613 + 25.558 = 56.171 \text{ mca}$$

✓ Grupo de bombeo

Tendrá que ser capaz de proporcionar un caudal de $12 \cdot Q$ (ver esquema de la distribución diaria de ramales) . $12 \cdot Q = 211.2 \text{ m}^3 / \text{h}$

$$H_m = H_i + P_s$$

Impulsión:

$$Q = 211.2 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Pozo} = 50 \text{ m}$$

$$\text{Prontuario}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} J = 1.8 \% , v = 1.80 \text{ m/s} \\ \phi = 200 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$h_i = a \cdot J \cdot L = 1.15 \cdot \frac{1.8}{100} \cdot 50 = 1.035 \text{ mca}$$

$$H_i = h_i + H_g = 1.035 + 50 = 51.035 \text{ mca}$$

$$H_m = H_i + P_s = 51.035 + 56.171 = 107.206 \text{ mca}$$

$$N = \frac{Q \cdot H_m}{270 \cdot \eta}$$

$$N = \frac{211.2 \cdot 107.206}{270 \cdot 0.70} = 119.80 \text{ c.v.} \rightarrow 3.74 \text{ c.v./ha}$$

Aumentamos la potencia un 5% en previsión de oscilaciones de la corriente eléctrica. Se elegirá un grupo de bombeo con estas características de referencia:

$$Q = 211.2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_m = 107.2 \text{ mca}$$

$$N = 125.8 \text{ c.v.}$$

También podríamos poner dos grupos de bombeo menores, uno para la impulsión hasta la superficie y otro para distribuir el riego.

$$N_1 = \frac{211.2 \cdot 51.035}{270 \cdot 0.70} = 57 \text{ c.v.}$$

$$N_2 = \frac{211.2 \cdot 56.171}{270 \cdot 0.70} = 63 \text{ c.v.}$$

2. Cobertura total con PVC

Superficie total = 32 ha

Hay que regar la parcela en 4 días

Se harán 2 posiciones / día

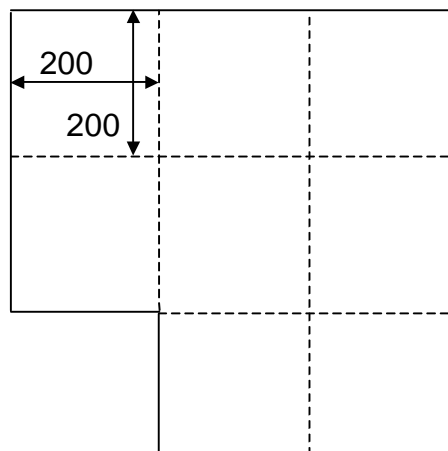
Nº bloques de riego = IR · Nº posturas/día = 4 · 2 = 8

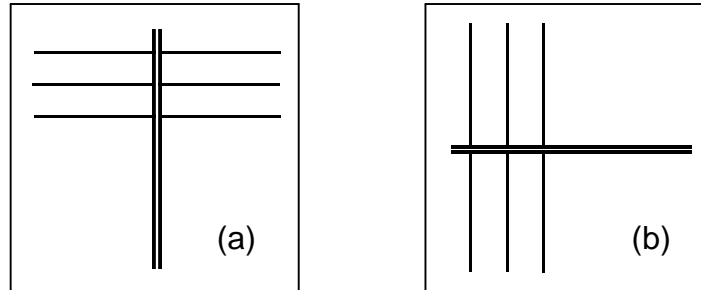
$\frac{32}{8} = 4$ ha cada subunidad de riego

Nº teórico de aspersores = $\frac{32 \text{ ha} \cdot 10000 \text{ m}^2 / \text{ha}}{18 \cdot 18 \text{ m}^2} = 988$ aspersores / parcela

Re garán cada día = $\frac{988}{4} = 247$ aspersores

En cada postura = $\frac{247}{2} = 124$ aspersores





Al no haber pendiente y ser cuadradas las subunidades, las dos disposiciones son válidas. Se adopta (a) pensando ya en la disposición de las terciarias.

✓ Ramales de riego y aspersores en cada bloque de riego

✗ Ramales

El primer ramal lo colocamos a $\frac{s}{2}$ para uniformar el riego entre dos bloques adyacentes $\left(\frac{s}{2} + \frac{s}{2} = s\right)$, y toda la irregularidad la dejamos en un extremo.

$$L = \frac{s}{2} + s \cdot (n - 1)$$

$$200 = 9 + 18 \cdot (n - 1) \rightarrow n = 11.6 \rightarrow 11-12 \text{ ramales}$$

Con 12 ramales

$$L = \frac{s}{2} + s \cdot (n - 1) = 9 + 18 \cdot (12 - 1) = 207 \text{ m Nos salimos de la parcela}$$

Con 11 ramales

$$L = 9 + 18 \cdot (11 - 1) = 189 \text{ m}$$

$$200 - 189 = 11 \text{ m hasta la linde}$$

Serán 11 ramales en cada bloque con una distancia entre el primero y el último de 189 m.

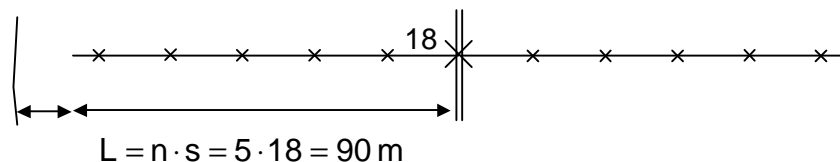
Como $R = 15.5 \text{ m}$, 2 boquillas, $R_{\text{efectivo}} = 95\% \cdot 15.5 = 14.7 \text{ m}$, por lo que los 11 m quedarían bien regados.

X Aspersores por ramal

Tanteo:

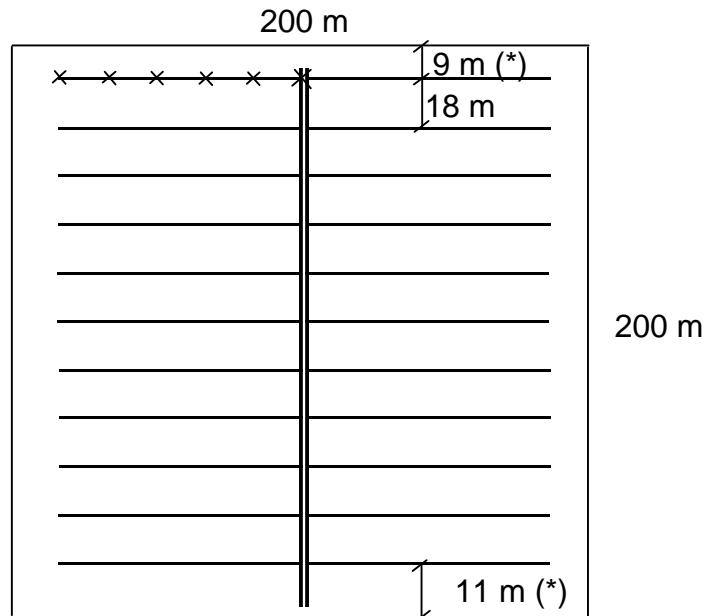
$$\frac{\text{longitud bloque}}{\text{marco aspersores}} = \frac{200}{18} = 11.1 \text{ aspersores}$$

11 aspersores serían 5 a cada lado de la secundaria y uno pinchado directamente sobre ella.



Quedarían 10 m desde el último aspersor del ramal hasta el final del bloque de riego, con lo que la uniformidad entre bloques va a ser bastante buena $\left(\frac{s}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ m} \right)$.

El bloque quedará según la siguiente figura:



(*) Entre bloques se dejarán los 9 m y 11 m hacia la linde. Los bloques internos se ajustarán con 10 m a cada lado para uniformar el riego.

Nº aspersores/bloques reales = 11 aspersores · 11 ramales = 121 aspersores/bloque

Cálculo de los ramales

$$q_i = 1.60 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$q_{\text{lateral}} = 5 \cdot q_i = 5 \cdot 1.60 = 8 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Longitud = 90 m

a = 1.20

$$F \left\{ \begin{array}{l} l_o = s \\ \beta = 1.80 \\ n = 5 \end{array} \right\} F = 0.463$$

$$J(\%) = \frac{0.092}{D^{4.8}} \cdot Q^{1.8}$$

✘ Primer tanteo: ϕ 63 mm $\rightarrow \phi_{\text{int}} = 59.2$ mm

$$J(\%) = \frac{0.092}{(0.0592)^{4.8}} \cdot \left(\frac{8}{3600} \right)^{1.8} = 1.20\%$$

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

$$h = 1.20 \cdot 0.463 \cdot \frac{1.20}{100} \cdot 90 = 0.600 \text{ mca}$$

$$\frac{P_0}{\gamma} = H_a + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4} \cdot h = 1 + 28 + \frac{3}{4} \cdot 0.600 = 29.45 \text{ mca}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4} \cdot h = 28 - \frac{1}{4} \cdot 0.600 = 27.85 \text{ mca}$$

$$\frac{P_0}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} = 1.6 \text{ mca} < 20\% \cdot \frac{P_a}{\gamma} = 5.6 \text{ mca}$$

✘ Segundo tanteo: ϕ 50 mm $\rightarrow \phi_{\text{int}} = 46.4$ mm

$$J = 3.88\%$$

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

$$h = 1.20 \cdot 0.463 \cdot \frac{3.88}{100} \cdot 90 = 1.94 \text{ mca}$$

$$\frac{P_0}{\gamma} = 1 + 28 + \frac{3}{4} \cdot 1.94 = 30.455 \text{ mca}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = 28 - \frac{1}{4} \cdot 1.94 = 27.515 \text{ mca}$$

$$\frac{P_0}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} = 2.94 \text{ mca} < 20\% \cdot \frac{P_a}{\gamma} = 5.6 \text{ mca}$$

No se aconseja un ϕ menor en los ramales, por lo que no se tantea con ϕ 40 (como ejercicio si podéis hacerlo, y comprobar que en este caso no se cumpliría la condición de diseño).

Ramales:

$$\begin{aligned} \phi &= 50 \text{ mm} \\ J &= 3.88 \% \text{ y } h = 1.94 \text{ mca} \\ L &= 90 \text{ m} \\ \frac{P_0}{\gamma} &= 30.455 \text{ mca} \end{aligned}$$

✓ Tubería secundaria

$$q_{\text{secundaria}} = 22 \cdot q_{\text{lateral}} + 11 \cdot q_i$$

$$q_{\text{secundaria}} = 22 \cdot 8 + 11 \cdot 1.60 = 193.6 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Podemos mirar en las tablas de diámetro óptimo para tener una referencia, pero teniendo en cuenta que están elaboradas para unos supuestos concretos, aunque con valores medios, y debemos comprobarlos después.

$$\text{Para } q = 193.6 \text{ m}^3/\text{h} = 53.8 \text{ l/s y PVC 6 atm, } \phi_{\text{óptimo}} = 200 \text{ mm}$$

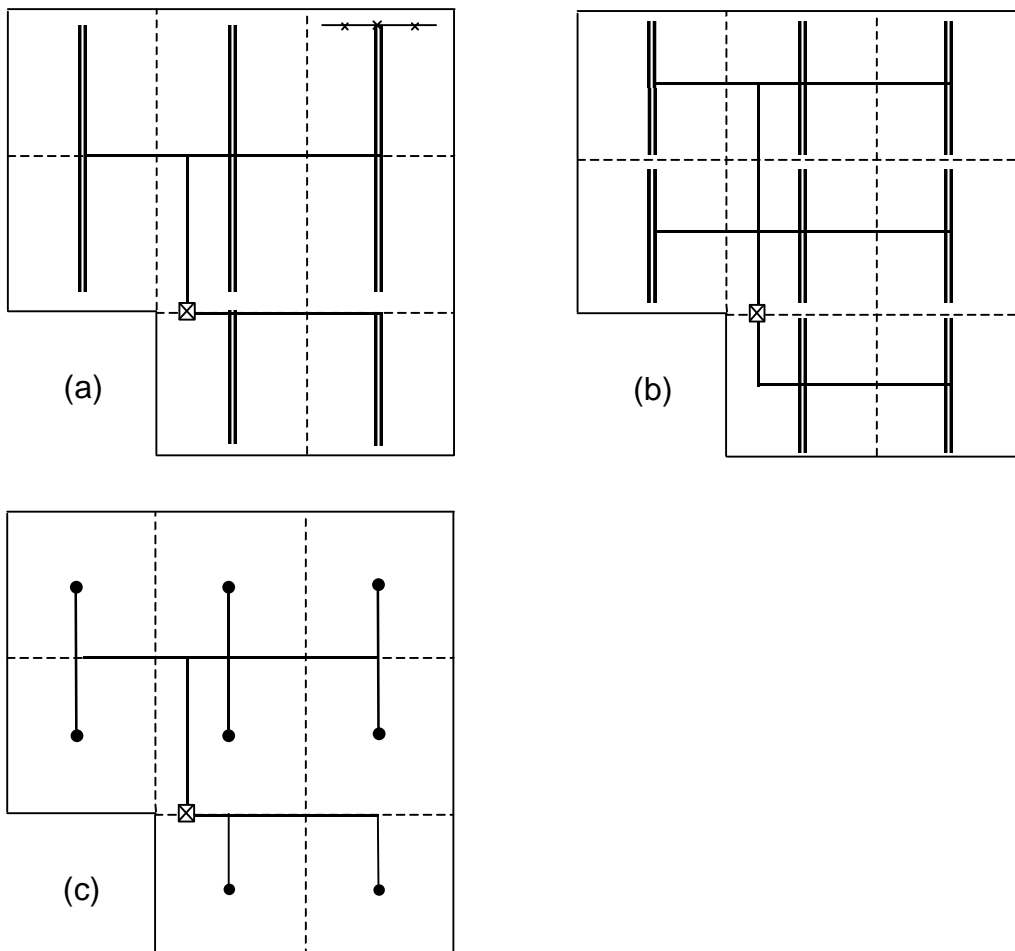
No se recomienda superar el ϕ 140 en las tuberías secundarias, por lo que probaremos con este diámetro, y si no es aceptable, habrá que cambiar el diseño y abastecer las secundarias por su punto medio.

$$\text{Tanteo: } \phi 140 \text{ mm} \rightarrow \phi_{\text{int}} = 131.8 \text{ mm}$$

$$J = 8 \%$$

Es alto, pero lo adoptaríamos en caso de ser la velocidad del agua aceptable, puesto que la alternativa, abastecer por el punto medio, supondría más metros de tubería terciaria.

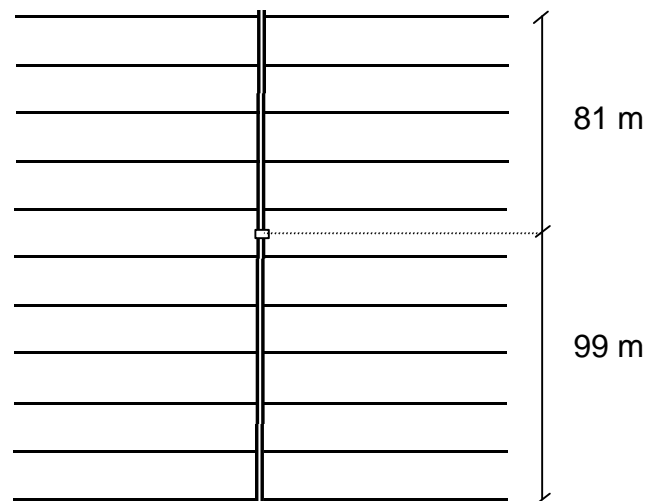
Disposición de terciarias según que el abastecimiento de las secundarias se efectúe por un extremo (a) o por su punto medio (b) y (c).



$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = 3.94 \text{ m/s} \rightarrow \text{Hay que cambiar el diseño}$$

Entre las opciones (b) y (c), a priori, ninguna es mejor. La opción (b) puede tener un manejo más complicado al contar con más derivaciones, pero su longitud es menor. La elección dependerá de los condicionantes de la explotación (grado de automatización, disponibilidad de mano de obra, etc.).

Al haber 11 ramales, el punto medio coincidiría exactamente con la posición de un ramal y un aspersor, por lo que se abastecerá por un punto intermedio dejando 6 ramales a un lado y 5 a otro.



Calculamos el más desfavorable

$$q = 12 \cdot q_{\text{lateral}} + 6 \cdot q_i = 12 \cdot 8 + 6 \cdot 1.6 = 105.6 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$L = 99 \text{ m}$$

$$a = 1.20$$

$$F \left\{ \begin{array}{l} l_o = s/2 \\ \beta = 1.80 \\ n = 18 \end{array} \right\} F = 0.368$$

Referencia: ϕ óptimo = 160 mm

✘ Primer tanteo: ϕ 140 mm $\rightarrow \phi_{int} = 131.8$ mm

$$J = 2.69\%$$

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L = 1.18 \text{ mca}$$

✘ Segundo tanteo: ϕ 125 mm $\rightarrow \phi_{int} = 117.6$ mm

$$J = 4.65\%$$

$$v = 2.7 \text{ m/s} \quad \text{Alta}$$

Secundaria:

$$\phi \text{ 140 mm}$$

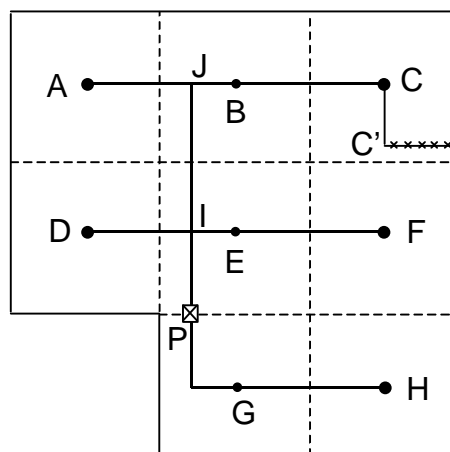
$$L = 99 \text{ m}$$

$$J = 2.69 \%$$

$$h = 1.18 \text{ mca (desde la toma)}$$

✓ Terciarias

Continuaremos la resolución del problema el diseño según el diseño de terciarias según (b). La opción (c) se propone al alumno como ejercicio.



Sólo va a regar un bloque cada vez (uno por la mañana y otro por la tarde, pero no dos simultáneamente) por lo que todos llevarán el mismo caudal, el correspondiente a un bloque de riego.

$$q_{\text{bloque}} = 193.6 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \phi \text{ óptimo} = 200 \text{ mm}$$

$$a = 1.1$$

$$F = 1 \text{ (1 salida al regar un solo bloque cada vez)}$$

Como todos los tramos de tuberías terciarias llevarán el mismo caudal, se calculan en conjunto.

X Primer tanteo: $\phi 200$ ($\phi_{\text{int}} = 188.2 \text{ mm}$)

$$J = 1.45 \%$$

$$v = 1.93 \text{ m/s}$$

X Segundo tanteo: $\phi 180$ ($\phi_{\text{int}} = 169.4 \text{ mm}$)

$$J = 2.4 \%$$

$$v = 2.39 \text{ m/s}$$

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

$$h = 1.1 \cdot 1 \cdot \frac{1.45}{100} \cdot 589 = 9.39 \text{ mca}$$

El recorrido más desfavorable, al no haber pendiente, es el más largo, C-B-J-I-P, de longitud $L = 200 + 90 + 200 + 99 = 589 \text{ m}$

Terciarias:

$$\phi 200 \text{ mm}$$

$$J = 1.45 \%$$

$$h = 9.39 \text{ mca (recorrido más largo)}$$

✓ Presión a la salida del bombeo

$$P_{\text{salida GB}} = \frac{P_0}{\gamma} + \underbrace{h_{\text{CC}'}}_{\text{Secundaria}} + \underbrace{h_{\text{CP}}}_{\text{Terciarias}}$$

$$P_{\text{salida GB}} = 30.455 + 1.18 + 9.39 = 41.025 \text{ mca}$$

Es suficiente con el timbraje de 6 atm

✓ Tubería de impulsión

Profundidad pozo =50 m

Longitud tubería =50 m

$$\left. \begin{array}{l} q = 193.6 \text{ m}^3/\text{h} \\ \phi 200 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} J = 1.8 \% \rightarrow h = a \cdot J \cdot L = 1.15 \cdot 1.8\% \cdot 50 = 1.035 \text{ mca} \\ \text{(Prontuario)} \end{array}$$

✓ Grupo de bombeo

$$H_m = 41.025 + 1.035 + 50 = 92.06 \text{ mca}$$

$$N = \frac{Q \cdot H_m}{270 \cdot \eta}$$

$$N = \frac{193.6 \cdot 92.06}{270 \cdot 0.70} = 94.3 \text{ c.v.} \rightarrow 2.95 \text{ c.v./ha}$$

Al elegir el grupo de bombeo, se tendrá en cuenta la H_m y el Q necesario además de la potencia. Esta se incrementará en un 5 % en previsión de oscilaciones de la corriente eléctrica:

$$H_m = 92.06 \text{ mca}$$

$$Q = 193.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$N = 99 \text{ c.v.}$$

Se escogerá el grupo de bombeo que proporcione la potencia comercial inmediatamente superior a 99 c.v. y permita obtener la Hm y Q requeridos.

✓ Indices técnicos

✗ N° teórico de aspersores:

$$\text{Por hectárea} = \frac{10000}{18 \cdot 18} = 30.86$$

$$\text{En la parcela} = \frac{320000}{18 \cdot 18} = 987.65$$

$$\text{En cada bloque de riego (riegan a la vez)} = \frac{40000}{18 \cdot 18} = 123.46$$

✗ N° real de aspersores:

$$\text{En cada bloque de riego} = 11 \cdot 11 = 121$$

$$\text{En la parcela} = 121 \cdot 8 = 968$$

$$\text{Por hectárea} = \frac{968}{32} = 30.25$$

✗ Potencia unitaria:

$$\frac{99 \text{ c.v.}}{32 \text{ ha}} = 3.09 \text{ c.v. / ha}$$

✗ Caudal unitario

$$\frac{193.6 \text{ m}^3 / \text{h}}{32 \text{ ha}} = 6.05 \text{ m}^3 / \text{ha y hora} = 1.68 \text{ l/s y ha}$$