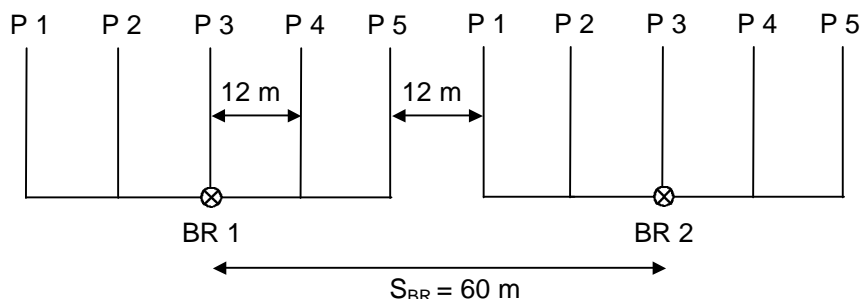


✓ Ramales

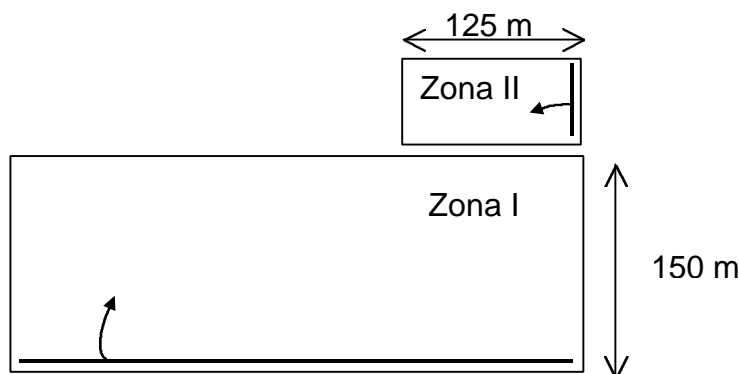
$$IR \cdot N^{\circ} \text{ posturas/día} = 5 \cdot 3 = 15$$

$$N^{\circ} \text{ de bocas de riego (BR)} \times N^{\circ} \text{ posiciones /boca} = N^{\circ} \text{ total}$$

1	15	15
3	5	15
5	3	15
15	1	15



Tanteamos la disposición de las tuberías principales en la parcela y comprobamos si la longitud del ramal es admisible. Según el gráfico del prontuario, para el caudal de este modelo de aspersor (prontuario, $q_a = 1.17 \text{ m}^3/\text{h} = 1170 \text{ l/h}$), un diámetro de 3", espaciamento entre aspersores de 12 m y pérdida de carga 5.6 mca ($0.20 \cdot \frac{P_a}{\gamma}$), se permite un máximo de unos 27 aspersores/ramal, con lo que la longitud máxima del ramal (sin pendientes) estaría en torno a los 324 m.



Esta disposición permite que no existan ramales ascendentes en ninguna de las zonas y que las longitudes de los ramales sean razonables. Hacemos los cálculos.

X ZONA I

$$L = \frac{s}{2} + s \cdot (n-1) \rightarrow 150 = 6 + 12 \cdot (n-1) \rightarrow n = 13 \text{ aspersores}$$

Con $n = 13$ aspersores, la longitud del ramal es $L = 150$ m, por lo que el último aspersor debería ser sectorial y quedaría justo en la linde de forma innecesaria, ya que con 12 aspersores se riega esa franja convenientemente.

$$L = 6 + 12 \cdot 11 = 138 \text{ m, con lo que quedarían 12 m hasta la linde.}$$

El R_{alcance} del aspersor es 12.6 m (prontuario), y el $R_{\text{efectivo}} = 95\% \cdot R_{\text{alcance}} = 12$ m, ya que el aspersor es de dos boquillas.

Tanteamos con $\phi 3'' \rightarrow 76.2$ mm

$$\text{Scobey: } J = 4.098 \cdot 10^{-3} \cdot k \cdot \frac{Q^{1.9}}{D^{4.9}} \quad (k=0.4 \text{ en Aluminio})$$

$$Q_{\text{ramal}} = Q_{12} = 12 \cdot 1.17 = 14.04 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$J = 4.098 \cdot 10^{-3} \cdot 0.4 \cdot \frac{\left(\frac{14.04}{3600}\right)^{1.9}}{0.0762^{4.9}} = 1.31 \cdot 10^{-2} \text{ } /_1$$

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L \quad (\text{Con Scobey, } a = 1)$$

$$F \left\{ \begin{array}{l} l_0 = s / 2 \\ \beta = 1.80 \\ n = 12 \end{array} \right\} F_{12} = 0.374$$

$$h = 0.374 \cdot 1.31 \cdot 10^{-2} \cdot 138 = 0.676 \text{ mca}$$

Condición de diseño:

La diferencia de presión entre el primer aspersor y el que trabaja a presión mínima no debe superar el 20% de la presión nominal del aspersor.

El ramal es descendente. Calculamos H_g :

$$H_g = m \cdot L = \frac{0.3}{100} \cdot 138 = 0.414 \text{ m}$$

Luego $h > H_g$, (Prontuario: Ramal descendente, caso 1)

$$h - H_g = \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} \leq 0.2 \cdot \frac{P_a}{\gamma}, \text{ siendo } \frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_o}{\gamma} - H_a$$

Como $h - H_g = 0.676 - 0.414 = 0.262 \leq 0.2 \cdot 28 = 5.6 \text{ mca}$, el diseño será válido.

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4} \cdot h - \frac{H_g}{2} \text{ (Primer aspersor)}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4} \cdot h + \frac{H_g}{2} \text{ (Aspersor mínima presión)}$$

Sustituyendo:

$$\frac{P_1}{\gamma} = 28 + \frac{3}{4} \cdot 0.676 - \frac{0.414}{2} = 28.30 \text{ mca}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = 28 - \frac{1}{4} \cdot 0.676 + \frac{0.414}{2} = 28.04 \text{ mca}$$

$$\text{Y efectivamente, } \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} = 0.26 \leq 0.2 \cdot \frac{P_a}{\gamma} = 5.6 \text{ mca.}$$

La presión a la entrada del ramal será igual a la presión del primer aspersor más H_a . Si consideramos $H_a = 1 \text{ m}$, entonces $\frac{P_o}{\gamma} = 29.30 \text{ mca}$. Por lo

tanto, el ramal de la zona I será:

$\phi 3''$	$\frac{P_o}{\gamma} = 29.30 \text{ mca}$
$J = 1.31 \cdot 10^{-2} \text{ } ^0/1$	γ
$h = 0.676 \text{ mca}$	$L = 138 \text{ m}$

X ZONA II

$$L = 125 \text{ m} \rightarrow L = \frac{S}{2} + s \cdot (n-1) \rightarrow n = 10.9 \text{ aspersores}$$

Con $n = 10$ aspersores, $L = 114 \text{ m}$, con lo que quedan 11 m hasta la linde. Como $R_{\text{efectivo}} = 12 \text{ m}$, se regará bien.

Tanteamos con $\phi 3'' \rightarrow 76.2 \text{ mm}$

$$\text{Scobey: } J = 4.098 \cdot 10^{-3} \cdot k \cdot \frac{Q^{1.9}}{D^{4.9}} \quad (k = 0.4 \text{ en Aluminio})$$

$$Q_{\text{ramal}} = Q_{10} = 10 \cdot 1.17 = 11.7 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$J = 4.098 \cdot 10^{-3} \cdot 0.4 \cdot \frac{\left(\frac{11.7}{3600}\right)^{1.9}}{0.0762^{4.9}} = 9.24 \cdot 10^{-3} \text{ } 0/1$$

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L \quad (\text{Con Scobey, } a = 1)$$

$$F = \left\{ \begin{array}{l} l_o = s/2 \\ \beta = 1.80 \\ n = 10 \end{array} \right\} F_{10} = 0.378$$

$$h = 0.378 \cdot 9.24 \cdot 10^{-3} \cdot 114 = 0.40 \text{ mca}$$

Condición de diseño:

El ramal es descendente. Calculamos H_g :

$$H_g = m \cdot L = \frac{0.5}{100} \cdot 114 = 0.57 \text{ m}$$

Luego $H_g > h$ (Prontuario: Ramal descendente, caso 3)

$$\frac{P_n}{\gamma} - \frac{P_1}{\gamma} = H_g - h \leq 0.2 \cdot \frac{P_a}{\gamma}$$

$0.57 - 0.40 = 0.17 < 5.6$, luego el diseño será válido.

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4} \cdot h - \frac{H_g}{2} = 28 + \frac{3}{4} \cdot 0.40 - \frac{0.57}{2} = 28.015 \text{ mca}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4} \cdot h + \frac{H_g}{2} = 28.19 \text{ mca}$$

Y efectivamente, la variación de presión máxima en el ramal es inferior al 20 % de la presión nominal del aspersor. En este caso (caso 3), se demuestra que en el origen es donde hay menor presión y en el extremo donde hay mayor presión.

$$\frac{P_n}{\gamma} - \frac{P_1}{\gamma} = 0.175 \leq 0.2 \cdot \frac{P_a}{\gamma} = 5.6 \text{ mca}$$

Y la presión en el origen del ramal será:

$$\frac{P_0}{\gamma} = \frac{P_1}{\gamma} + H_a = 28.015 + 1 = 29.015 \text{ mca}$$

El ramal de la zona II quedará:

$\phi 3''$	$\frac{P_0}{\gamma} = 29.015 \text{ mca}$
$J = 9.24 \cdot 10^{-3} \text{ } ^0/1$	γ
$h = 0.40 \text{ mca}$	$L = 114 \text{ m}$

✓ N° y posición de las bocas de riego

✗ ZONA I

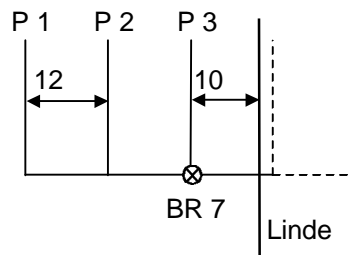
Situaremos la 1ª BR a $\frac{S_{BR}}{2} = 30 \text{ m}$ de la linde.

$$L = \frac{S}{2} + s \cdot (n-1) \rightarrow 400 = 30 + 60 \cdot (n-1) \rightarrow n = 7.2$$

Con 7 BR, $L = 30 + 60 \cdot 6 = 390 \text{ m}$

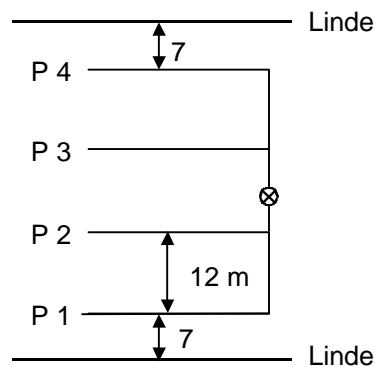
Pondremos 7 BR, la 1ª a 30 m de la linde izquierda y la última a 10 m de la linde derecha. Otra opción sería centrarlas y dejar 20 m a cada linde.

La BR 7 sólo podrá hacer 3 POSTURAS.



X ZONA II

En la zona II sólo cabe 1 BR, que hará 4 POSTURAS, y la colocaremos centrada en la parcela, con lo que quedarán 7 m entre las posiciones extremas del ramal y la linde. La longitud de la tubería auxiliar será, en este caso, de $12+6 = 18$ m.



✓ Presión en la boca de riego

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

X ZONA I

$$h'_r = a \cdot F \cdot J \cdot L = 1 \cdot 1 \cdot 1.31 \cdot 10^{-2} \cdot 24 = 0.31 \text{ mca}$$

$$P_{BR} = 29.30 + 0.31 = 29.61 \text{ mca}$$

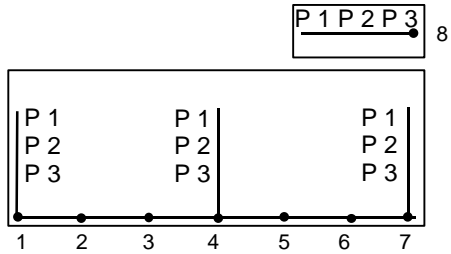
X ZONA II

$$h'_r = a \cdot F \cdot J \cdot L = 1 \cdot 1 \cdot 9.24 \cdot 10^{-3} \cdot 18 = 0.17 \text{ mca}$$

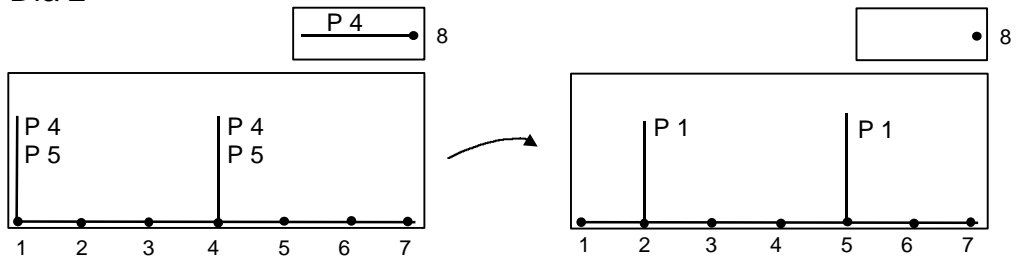
$$P_{BR} = 29.015 + 0.17 = 29.185 \text{ mca}$$

✓ Calendario de riego

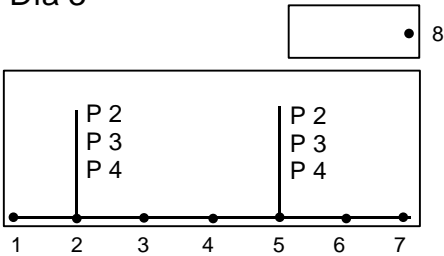
Día 1



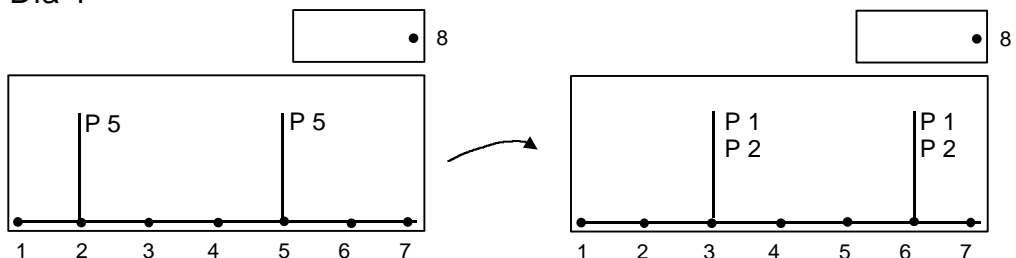
Día 2



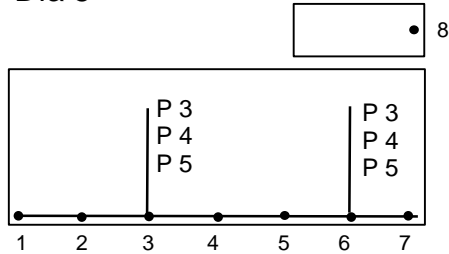
Día 3



Día 4



Día 5

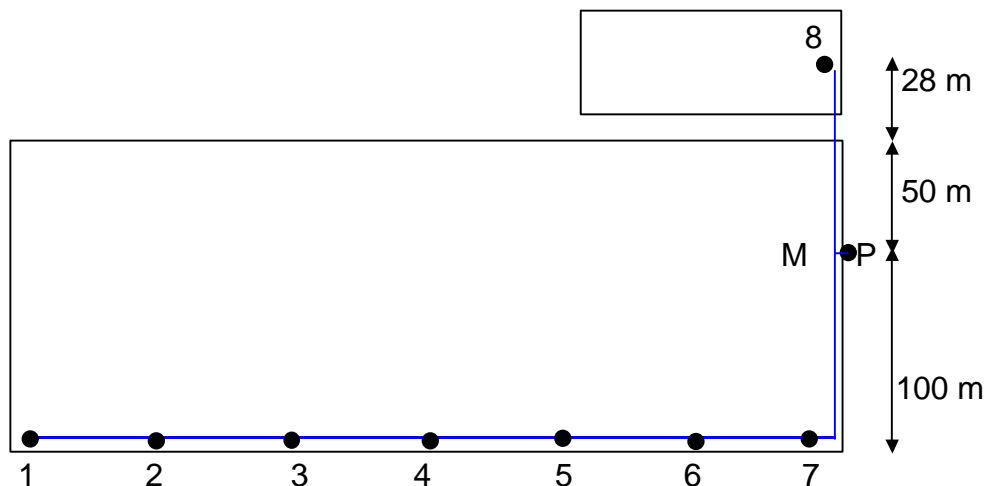


Se ha tenido en cuenta que la BR 7 sólo hace 3 posturas y la BR 8, 4 posturas.

✓ Pérdidas de carga en la tubería principal

Se precisa un tramo de tubería (PM) entre la salida del grupo de bombeo (P) y la tubería principal, de forma que el agua que llegue a M derive hacia las zonas I y II. Suponemos una longitud PM de 1 m (por ejemplo).

La red de tuberías principales (PVC) quedaría como indica la siguiente figura:



Longitud entre BR zona I : Todas 60 m

Distancia BR 7 a la linde = 10 m

Distancia M-BR 7 = 100+10 = 110 m

Longitud M-BR 8 = 50+3+25 = 78 m

El agua sigue dos recorridos, uno hacia la zona II (M-BR 8) y otro hacia la zona I. El trazado más desfavorable sin duda va a ser M-BR 1, por lo que

serán las pérdidas de carga que se produzcan en este tramo las que tendremos en cuenta al dimensionar el grupo de bombeo.

	Tramo	Caudal	Diámetro	Longitud	Velocidad	J (%)	$h_c = J \cdot L$
Rec. 1	P – M	3·Q + 1·Q'	125	1	1.44	1.49	1.49
	M – 7	3·Q	110	110	1.39	1.63	1.79
	7 – 6	2·Q	90	60	1.39	2.08	1.25
	6 – 5	2·Q	90	60	1.39	2.08	1.25
	5 – 4	2·Q	90	60	1.39	2.08	1.25
	4 – 3	1·Q	75	60	1.00	1.42	0.85
	3 – 2	1·Q	75	60	1.00	1.42	0.85
	2 – 1	1·Q	75	60	1.00	1.42	0.85
Rec. 2	M – 8	1·Q'	63	78	1.18	2.39	1.86

Tramo PM + Recorrido 1 → $\Sigma h = 9.58$ mca

Tramo PM + Recorrido 2 → $\Sigma h = 3.35$ mca

$$Q = Q_{\text{ramal zona I}} = 14.04 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q' = Q_{\text{ramal zona II}} = 11.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se ha consultado la tabla de diámetros óptimos para impulsiones en PVC.

$$J (\%) = 0.092 \cdot \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}} \quad (\text{Veronesse – Datei})$$

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

$$1 \cdot Q = 14.04 \text{ m}^3 / \text{h} \rightarrow \phi \text{ óptimo} = \phi 75 \quad (\phi_{\text{int}} = 70.6 \text{ mm})$$

$$J = 0.092 \cdot \frac{\left(\frac{14.04}{3600}\right)^{1.8}}{\left(\frac{70.6}{1000}\right)^{4.8}} = 1.42\%$$

$$v = \frac{4 \cdot \left(\frac{14.04}{3600}\right)}{\pi \cdot (70.6 \cdot 10^{-3})^2} = 1 \text{ m/s}$$

Y análogamente para el resto de caudales.

Las pérdidas de carga continuas calculadas para el recorrido 1 (más desfavorable) deben incrementarse en un 15 – 20 % para incluir las pérdidas de carga accidentales (h_s). Luego $\sum h_T = a \cdot h_c = 1.20 \cdot 9.58 = 11.5$ mca .

✓ Presión a la salida del grupo de bombeo

$$P_s = P_{BR} + \Delta h$$

$$P_s = 29.3 + 11.5 = 40.8 \text{ mca}$$

✓ Grupo de bombeo

$$H_m = H_i + P_s$$

$$H_i = h_i + H_g$$

$$H_g = 30 \text{ m}$$

$$Q = 53.82 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{Prontuario}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi = 100 \text{ mm} \\ J = 4.5 \% \\ v = 1.92 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

$$h_i = a \cdot J \cdot L = 1.15 \cdot \frac{4.5}{100} \cdot 30 = 1.55 \text{ mca}$$

$$H_i = 1.55 + 30 = 31.55 \text{ mca}$$

$$H_m = 31.55 + 40.8 = 72.35 \text{ mca}$$

$$N = \frac{Q \cdot H_m}{270 \cdot \eta} \rightarrow N = \frac{53.82 \cdot 72.35}{270 \cdot 0.70} = 20.60 \text{ c.v.} \approx 25 \text{ c.v.}$$