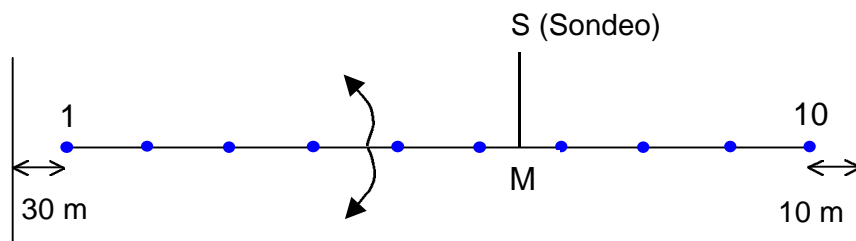


Dado el esquema de la figura, se sabe que cada ramal móvil hace un total de 20 posiciones y que su caudal es de  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ . La primera boca de riego dista 30 m de la linde izquierda, y la décima y última boca de riego se encuentra a 10 m de la linde derecha. Los aspersores están colocados a marco  $12 \times 12 \text{ m}$ .

Diseñar el calendario de riegos y calcular el diámetro de cada tramo de la tubería principal.



### Solución:

$N^{\circ}$  posiciones/día  $\times$   $l = N^{\circ}$  posiciones totales/ramal  $= N^{\circ}$  BR/ramal  $\times$   $N^{\circ}$  posic/boca

Puesto que cada ramal hace un total de 20 posiciones, las posibles soluciones serían las siguientes:

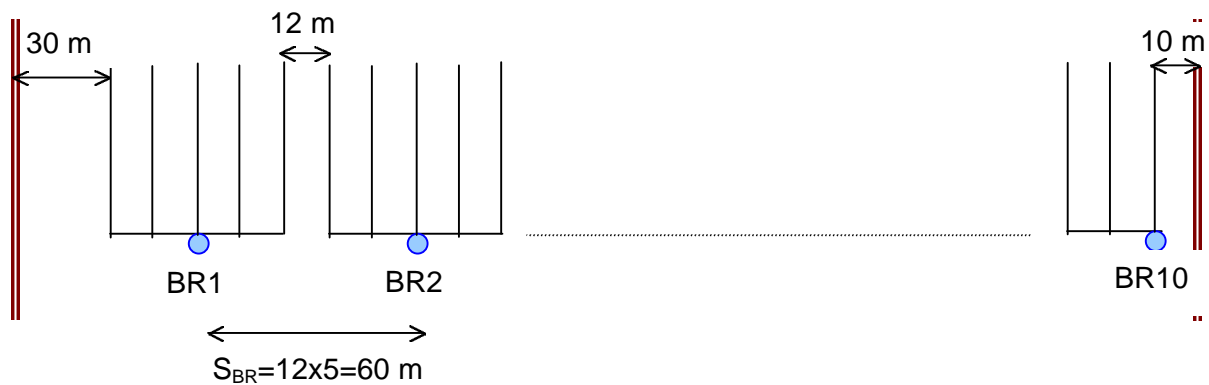
$$\underbrace{N^{\circ} \text{ posiciones/día} \times l}_{\substack{\rightarrow 2 \text{ posic/día} \times 10 \text{ días} \\ 4 \text{ posic/día} \times 5 \text{ días}}} = \underbrace{N^{\circ} \text{ BR/ramal} \times N^{\circ} \text{ posiciones/boca}}_{\substack{5 \text{ BR} \times 4 \text{ posic/boca} \\ 4 \text{ BR} \times 5 \text{ posic/boca} \leftarrow}}$$

Hacer 4 posiciones al día se consideraría una opción válida, pero tiene el inconveniente de precisar mucha mano de obra y ser menor el tiempo de riego, ya que habría que descontar el empleado en realizar los cambios de posición. Por ello optamos por elegir 2 posiciones al día y regar cada 10 días, que aunque a priori es un intervalo amplio, desconocemos el cultivo de que se trata,

por lo que podría tratarse de un riego de apoyo a un cereal de invierno o primavera.

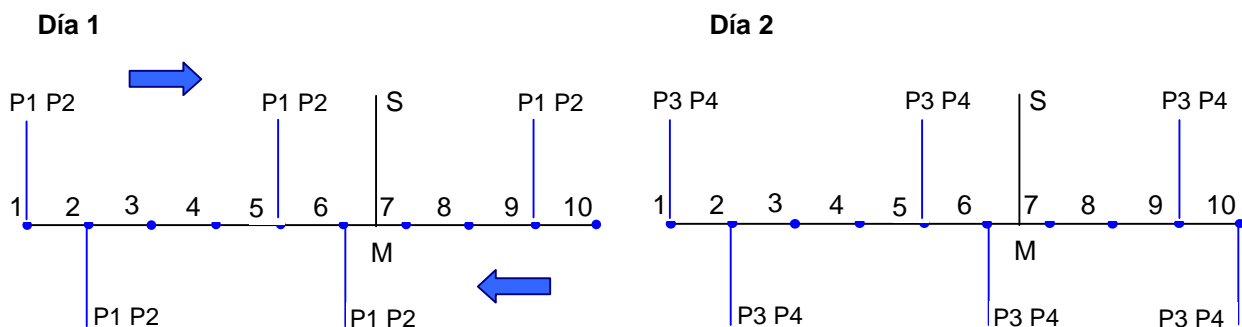
En cuanto a la distribución de ramales y bocas de riego, de las dos opciones válidas posibles es más razonable la segunda, cuatro bocas de riego por ramal y cinco posiciones por cada boca.

Con el diseño elegido, el esquema resultante sería el siguiente:

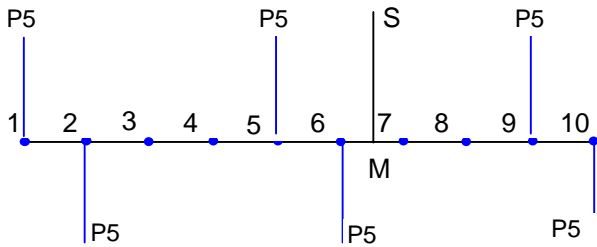


Con esta disposición, la BR1 está situada exactamente a  $\frac{S_{BR}}{2}$  y hace las cinco posturas. La BR10, que está a 10 m de la linde, hará tres posturas.

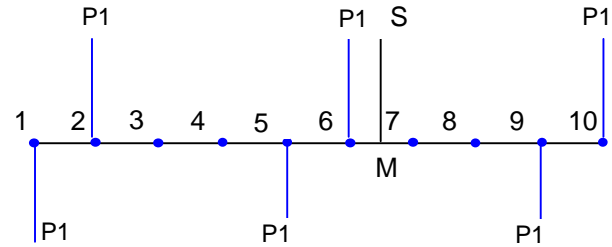
### Calendario de riegos:



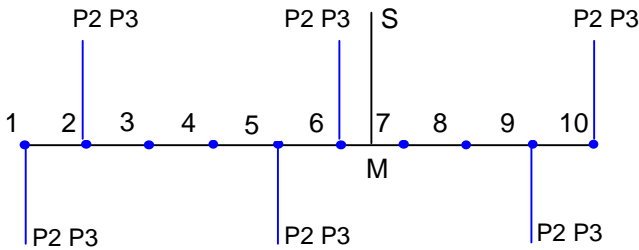
Día 3 (mañana)



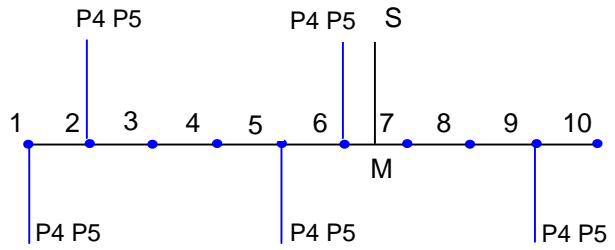
Día 3 (tarde)



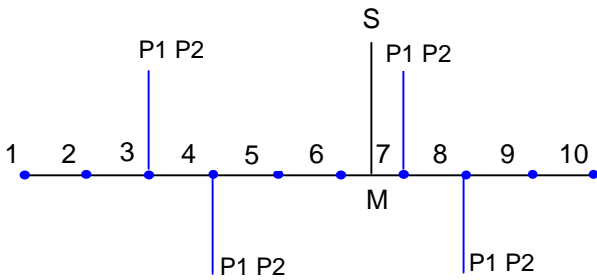
Día 4



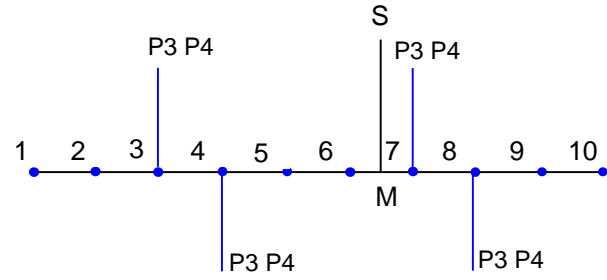
Día 5



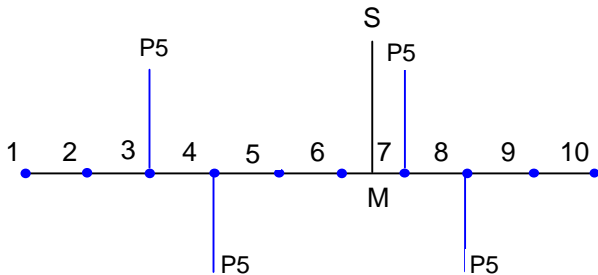
Día 6



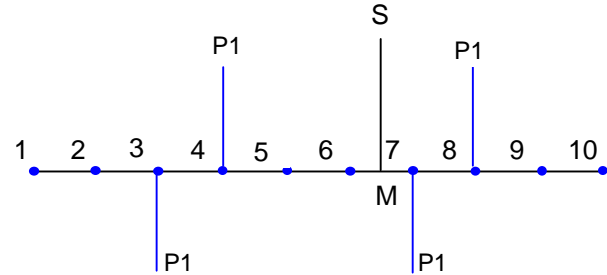
Día 7



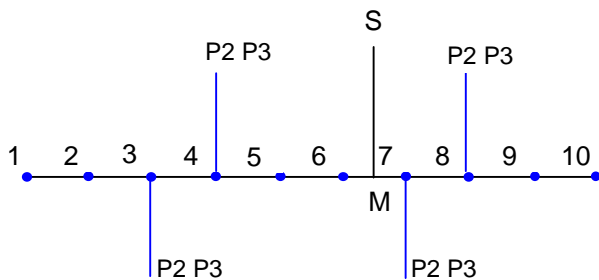
Día 8 (mañana)



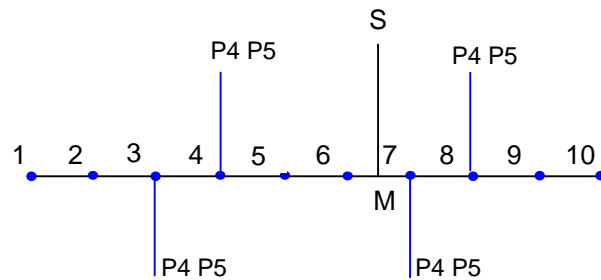
Día 8 (tarde)



Día 9



Día 10



Para la elección del diámetro de cada tramo podemos basarnos en las tablas de diámetro óptimo, comprobando después que las pérdidas de carga y la velocidad del agua son aceptables. Como referencia, se debe mantener  $J$  por debajo del 4%, y la velocidad, de los 2.5 m/s.

En este sistema de riego es normal que la tubería principal sea de PVC de 6 atmósferas, por lo que utilizaremos la fórmula de Veronesse-Datei. La velocidad la obtendremos de la ecuación de continuidad.

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

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

➤  $1 Q = 25 \text{ m}^3/\text{h} = 6.94 \text{ l/s} \rightarrow \phi \text{ óptimo (tablas)} = \phi 90 (\phi_{\text{interior}} = 84.6 \text{ mm})$

$$J = \frac{0.092}{0.0846^{4.8}} \cdot \left( \frac{25}{3600} \right)^{1.8} = 1.69\%$$

$$v = \frac{4 \cdot \frac{25}{3600}}{\pi \cdot 0.0846^2} = 1.24 \text{ m/s}$$

Realizando un segundo tanteo con  $\phi 75$  ( $\phi_{\text{interior}} = 70.6$  mm), se obtiene  $J = 4.02\%$  y  $v = 1.77$  m/s, por lo que se adopta para los tramos que conduzcan 1 Q el diámetro 90 mm.

➤ **2 Q** =  $50 \text{ m}^3/\text{h} = 13.89$  l/s →  $\phi$  óptimo (tablas) =  $\phi 110/125$

Con  $\phi 110$  ( $\phi_{\text{interior}} = 103.6$  mm) se obtiene  $J = 2.22\%$  y  $v = 1.65$  m/s

Con  $\phi 125$  ( $\phi_{\text{interior}} = 117.6$  mm) se obtiene  $J = 1.21\%$  y  $v = 1.28$  m/s

Ambas soluciones se consideran válidas. Optamos por el  $\phi 110$ .

➤ **3 Q** =  $75 \text{ m}^3/\text{h} = 20.83$  l/s →  $\phi$  óptimo =  $\phi 140$  ( $\phi_{\text{interior}} = 131.8$  mm)

Se obtiene  $J = 1.45\%$  y  $v = 1.53$  m/s

Realizando un segundo tanteo con  $\phi 125$  ( $\phi_{\text{interior}} = 117.6$  mm), se obtiene  $J = 2.51\%$  y  $v = 1.92$  m/s. Ambas soluciones se consideran válidas. Optamos por el  $\phi 125$ .

➤ **4 Q** =  $100 \text{ m}^3/\text{h} = 27.78$  l/s →  $\phi$  óptimo =  $\phi 160$  ( $\phi_{\text{interior}} = 150.6$  mm)

Se obtiene  $J = 1.28\%$  y  $v = 1.56$  m/s

Realizando un segundo tanteo con  $\phi 140$  ( $\phi_{\text{interior}} = 131.8$  mm), se obtiene  $J = 2.44\%$  y  $v = 2.04$  m/s. Ambas soluciones se consideran válidas. Optamos por el  $\phi 140$ .

➤ **6 Q** =  $150 \text{ m}^3/\text{h} = 41.67$  l/s →  $\phi$  óptimo =  $\phi 180$  ( $\phi_{\text{interior}} = 169.4$  mm)

Se obtiene  $J = 1.52\%$  y  $v = 1.85$  m/s

Realizando un segundo tanteo con  $\phi 160$  ( $\phi_{\text{interior}} = 150.6$  mm), se obtiene  $J = 2.67\%$  y  $v = 2.34$  m/s, velocidad aceptable aunque un poco elevada. Optamos por el  $\phi 180$ .

**Resumen del diseño adoptado:**

Tramo	Caudal	Diámetro	J(%)	v (m/s)
M-6	4 Q	140	2.44	2.04
6-5	3 Q	125	2.51	1.92
5-4	2 Q	110	2.22	1.65
4-3	2 Q	110	2.22	1.65
3-2	2 Q	110	2.22	1.65
2-1	1 Q	90	1.69	1.24
M-7	2 Q	110	2.22	1.65
7-8	2 Q	110	2.22	1.65
8-9	2 Q	110	2.22	1.65
9-10	1 Q	90	1.69	1.24
P-M	6 Q	180	1.52	1.85