

**ANEJO 4: PARÁMETROS DE RIEGO Y  
DOTACIONES**



*PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DE LAS COMUNIDADES  
DE REGANTES DE GRAÑÉN-FLUMEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)*



## INDICE:

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NECESIDADES MÁXIMAS DE AGUA .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DOSIS MÁXIMA DE RIEGO .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DOSIS ÚTIL DE RIEGO .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>INTERVALO ENTRE RIEGOS.....</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>NÚMERO DE RIEGOS.....</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>DOSIS REAL DE RIEGO .....</b>	<b>5</b>
<b>8</b>	<b>DURACIÓN DEL RIEGO.....</b>	<b>6</b>
<b>9</b>	<b>CAUDAL CARACTERÍSTICO .....</b>	<b>7</b>
<b>10</b>	<b>DOTACIÓN DE LAS AGRUPACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>11</b>	<b>NÚMERO TEÓRICO DE ASPERSORES POR MÓDULO DE RIEGO .....</b>	<b>10</b>
<b>12</b>	<b>PARÁMETROS PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS COBERTURAS.....</b>	<b>11</b>



## **ANEJO 4: PARÁMETROS DE RIEGO Y DOTACIONES.**

### **1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO**

En este anejo se va a determinar los parámetros básicos de riego para el dimensionamiento de la red general de distribución que alimente a los hidrantes que se instalen en las parcelas de la zona a modernizar.

A la hora de calcular el caudal de salida de los hidrantes, se tendrá en cuenta tan solo el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades, con el objetivo de dimensionar el riego de tal forma que se pueda regar sin problemas en el mes más desfavorable de todos, o lo que es lo mismo, en el mes de máximas necesidades hídricas.

### **2 NECESIDADES MÁXIMAS DE AGUA**

Si se tienen en cuenta los resultados obtenidos en el anejo del estudio agronómico, el cultivo más exigente es el maíz y una evapotranspiración potencial de 228 mm en el mes de julio.

### **3 DOSIS MÁXIMA DE RIEGO**

La dosis máxima es el volumen de agua de riego por unidad de superficie y riego que es necesaria para elevar el contenido de humedad del suelo desde el punto de marchitez permanente (PMP) hasta la capacidad de campo (CC). Depende de la más limitante de las profundidades, ya sea la mínima de suelo de la zona que es de 60 cm, ó la profundidad radicular efectiva del maíz la cual se ha estimado en 30 cm. La dosis máxima es la máxima cantidad de agua que se puede aportar a un tipo de suelo de forma que este no quede encharcado y se cubran al máximo las posibilidades de retención de agua.

$$Dm = 10.000 * p * [(CC - PM)/100] * Da$$

Siendo:

- Dm: Dosis máxima de riego (m<sup>3</sup>/ha y riego).
- CC: Capacidad de campo (% en volumen).
- PM: Punto de marchitez (% en volumen).
- Da: Densidad aparente (t/m<sup>3</sup>).
- p: Profundidad radicular o de suelo (m).

$$Dm = 10.000 * 0,3 * ((21 - 8)/100) * 1,4 = 562 \text{ m}^3/\text{ha} = 56 \text{ mm/r}$$

#### 4 DOSIS ÚTIL DE RIEGO

No es recomendable agotar toda la capacidad de agua del suelo antes de realizar un nuevo riego, por eso es necesario aplicar un factor reductor. De esta forma aseguramos el no llegar nunca al punto de marchitez.

Se calcula:

$$Du = a * Dm$$

Dónde:

Du = dosis útil de riego en m<sup>3</sup>/ha y riego.

a = factor reductor que para el riego por aspersión toma el valor de 0,12.

Dm = dosis máxima en m<sup>3</sup>/ha y riego.

$$\text{Entonces } Du = 0,12 * 562 = 67 \text{ m}^3/\text{ha y riego} = 6,7 \text{ mm/r}$$

#### 5 INTERVALO ENTRE RIEGOS

Es el tiempo medido en días que transcurre entre dos riegos consecutivos.

$$T = Du / NHn$$

Dónde:

T = tiempo expresado en días.

Du = dosis útil almacenada en cada riego expresada en mm/riego.

NHn = necesidades hídricas netas diarias del maíz en el mes de julio expresada en mm/día.

Estas necesidades según la tabla 3.7 del anejo 3 son de 217 mm/mes = 7 mm/día.

Entonces:

$$T = 6,7 / 7 = 1 \text{ día.}$$

## 6 NÚMERO DE RIEGOS

Consiste en dividir el número de días del mes de máximas necesidades por el número de días de duración del intervalo entre riegos. Se puede expresar del siguiente modo.

$$n = \text{Mes} / T$$

Entonces:

$$n = 31 / 1 = 31 \text{ riegos.}$$

## 7 DOSIS REAL DE RIEGO

El agua aplicada en el riego no es aprovechada en su totalidad, ya que existen pérdidas por evaporación, percolación y escorrentía. En el caso del riego por aspersión solo hay pérdidas de evaporación y mínimas de percolación, las pérdidas por escorrentía se consideran nulas. Así pues, para compensar dichas pérdidas y dejar disponible la dosis útil en la zona radicular de la planta, es necesario aplicar una dosis de riego superior a la dosis útil, la dosis real de riego.

La relación entre la dosis útil y la real es la eficiencia de aplicación del riego (Ea), por lo tanto la dosis real de riego, que supone el volumen de agua por unidad de

superficie y riego que se aplica desde los emisores sobre la superficie cultivada, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Dr = Du / Ea$$

Dónde:

Du = dosis útil expresada en m<sup>3</sup>/ ha y riego.

Ea = eficiencia de aplicación, según la tabla 3.10 del anejo 3 tomaremos 0,73.

Dr = dosis real en m<sup>3</sup> / ha y riego.

Entonces:

$$Dr = 67 / 0,73 = 92 \text{ m}^3 / \text{ha y riego} = 9,2 \text{ mm/r.}$$

## 8 DURACIÓN DEL RIEGO

Es el tiempo que ha de estar el riego en funcionamiento para aportar al suelo la dosis de riego.

$$tr = Dr / i$$

Dónde:

Dr = dosis real de riego expresada en mm / riego.

i = densidad de aspersion expresada en mm / h.

tr = duración del riego expresada en horas.

Para calcular i se utiliza la siguiente formula.

$$i = qn / Sa$$

Dónde:

qn = caudal nominal del aspersor expresado en l/h.

Sa = superficie que riega cada aspersor expresada en m<sup>2</sup>. (marco T 18x18)

Entonces:

$$i = 1.800 / 324 = 5,5 \text{ mm / h}$$

Luego:

$$tr = 9,2 / 5,5 = 1,66 \text{ horas / riego.}$$

## 9 CAUDAL CARACTERÍSTICO

El caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades expresado en litros por segundo y hectárea para el cultivo más exigente en el mes más crítico se denomina caudal característico.

Se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$qc = NHn / 8,64 * N * Ea$$

Dónde:

NHn = necesidades hídricas netas del cultivo más exigente en el mes crítico en mm/mes.

N = días del mes crítico.

Ea = eficiencia de aplicación.

qc = caudal característico expresado en l / s \* ha.

Entonces:

$$qc = 217 / 8,64 * 31 * 0,73 = 1,11 \text{ l / s * ha.}$$

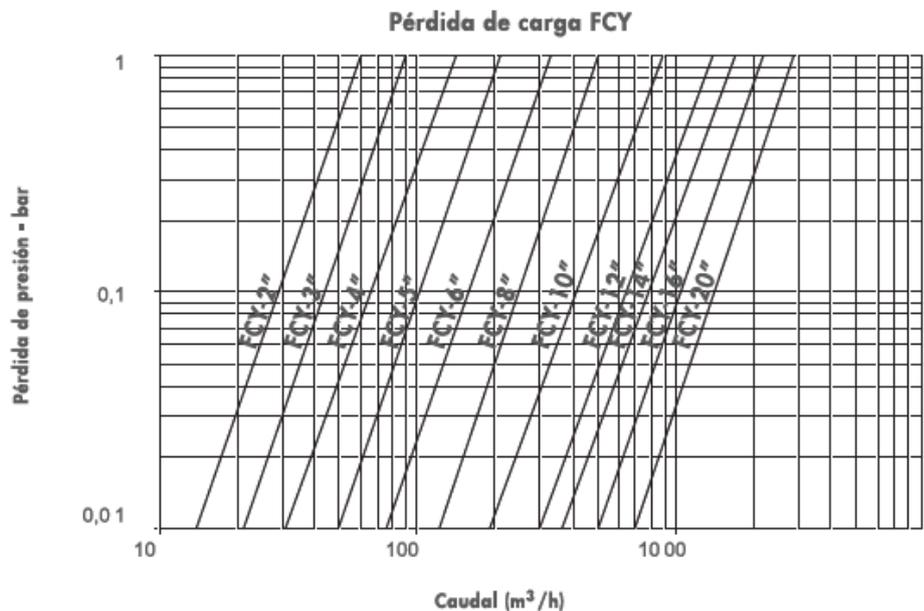
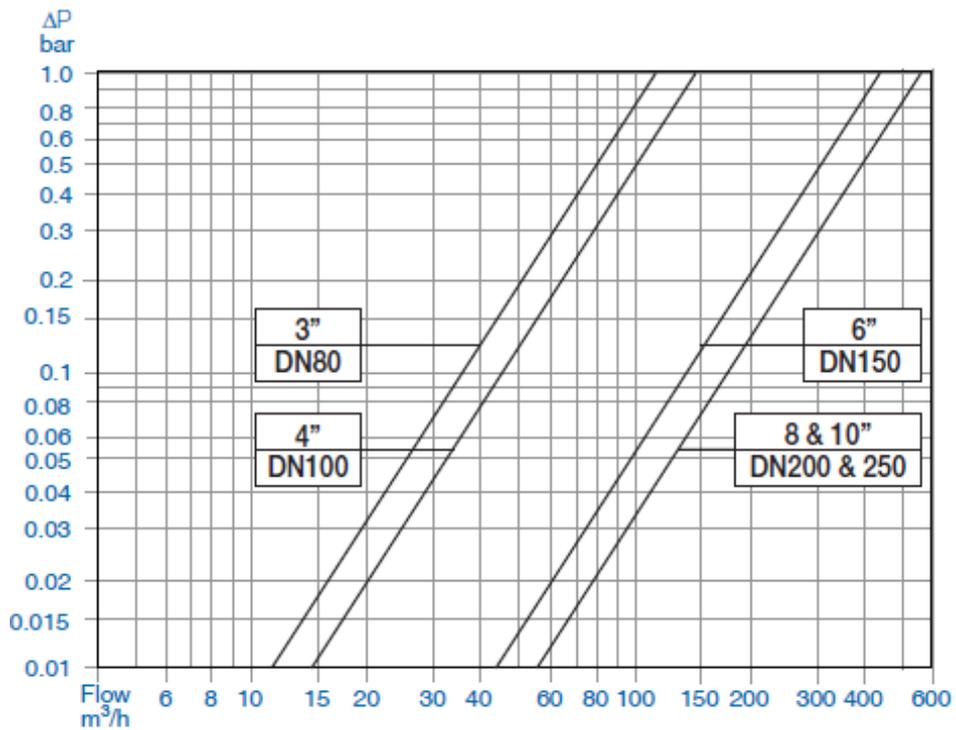
## 10 DOTACIÓN DE LAS AGRUPACIONES

El estudio agronómico determina el caudal ficticio continuo de 0,7 l/s y ha. El sistema de riego será a la demanda. Con objeto de aumentar el confort de la red se disponen hidrantes de 3", 4", 6" y 8", que se corresponden a fincas de superficie igual o inferior a 10, 14, 40 y 52 hectáreas respectivamente. Los caudales asignados y grados de libertad son los que se muestran a continuación.

**Tabla 4.1. Caudales e hidrantes asignados.**

Superficie (ha)	Q (l/s).	Grados de libertad	Q (m <sup>3</sup> /h)	Pérdidas de carga (mca)	Hidrante (pulgadas)
S < 7	11	1,4	40	1,3	3
7 < S < 10	15	1,4	54	2,3	3
10 < S < 12	18	1,4	65	2,0	4
12 < S < 14	21	1,4	76	2,7	4
14 < S < 16	24	1,4	86	0,4	6
16 < S < 18	27	1,4	97	0,5	6
18 < S < 20	30	1,4	108	0,6	6
20 < S < 23	35	1,4	126	0,9	6
23 < S < 26	40	1,4	144	1,0	6
26 < S < 29	44	1,4	158	1,1	6
29 < S < 33	50	1,4	180	1,8	6
33 < S < 40	56	1,3	202	2,1	6
40 < S < 52	S*1,35	1,2	253	2,0	8
52 < S	S*1,25	1,1			especial

El criterio de asignación de hidrantes ha sido que tuvieran una pérdida de carga inferior a los 3 m.



## 11 NÚMERO TEÓRICO DE ASPERSORES POR MÓDULO DE RIEGO

El sistema de riego a instalar en parcela debe poder permitir el funcionamiento individual de un módulo, y una vez acabado este módulo comenzará el siguiente módulo y así sucesivamente.

A la hora de determinar el número máximo de aspersores por unidad de riego, se considerará como unidad de riego el conjunto de todos los aspersores abastecidos por una misma toma de riego. Para establecer dicho número de aspersores por unidad de riego o módulo se calculará de forma que se puedan regar todos los sectores cubriendo todas las necesidades de cada cultivo.

Así pues, para saber el número de aspersores por módulo se establece una división entre los caudales de cada hidrante y el caudal emitido por el aspersor.

El número de módulos y el número de aspersores por módulo es teórico, hace falta tener en cuenta la forma y geometría de la parcela, y también la división de los sectores de riego. En una primera aproximación se han considerado un máximo de 12 módulos por hidrante y los resultados son los siguientes:

**Tabla 4.2.** *Aspersores por módulo.*

Superficie (ha)	Q (l/s).	nº de asp. por módulo	Sup. por módulo (ha)	nº de módulos	horas riego/día	horas cada mod/día
S < 7	11	22	0,6	12	20	1,67
7 < S < 10	15	30	0,8	12	20	1,67
10 < S < 12	18	36	1,0	12	20	1,67
12 < S < 14	21	42	1,2	12	20	1,67
14 < S < 16	24	48	1,3	12	20	1,67
16 < S < 18	27	54	1,5	12	20	1,67
18 < S < 20	30	60	1,7	12	20	1,67
20 < S < 23	35	70	1,9	12	20	1,67
23 < S < 26	40	80	2,2	12	20	1,67
26 < S < 29	44	88	2,4	12	20	1,67
29 < S < 33	50	100	2,8	12	20	1,67
33 < S < 40	56	112	3,3	12	22	1,83
40 < S < 52	S*1,35	140	4,3	12	23	1,92
52 < S	S*1,25					

También se puede saber el número de aspersores por módulo estableciendo una división entre el número de aspersores totales y el número de módulos de riego.

## 12 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS COBERTURAS

Las coberturas totales enterradas que se instalen quedarán definidas, respecto al apartado hidráulico, por los siguientes parámetros:

- Marco de riego 18 x 18 m, en disposición de tresbolillo.
- Presión en boquilla de aspersor: oscilará entre 3 y 4 kg/cm<sup>2</sup>.
- Caudal del aspersor de círculo completo oscila entre 1.800 y 2.000 l/h.
- Caudal de cálculo del aspersor sectorial: oscilará entre 1.400 y 1.500 l/h.
- Pluviometría de la cobertura: oscilará entre 5,5 y 6,0 mm/h.

Para el dimensionado de las tuberías se establecerá el criterio de que la diferencia de presión en boquilla entre el aspersor con más presión y el dotado con menos presión en un sector no debe ser superior al 20% de la media de presión entre ambos aspersores, con lo cual la diferencia de caudales entre ellos es inferior al 10%, lográndose una buena uniformidad de distribución.

El cálculo de las pérdidas de carga en tramos rectos de tubería se realizará mediante la fórmula de Darcy-Weisbach en conjunción con la ecuación de continuidad.

Las pérdidas de carga localizadas por la válvula hidráulica del sector de riego se determinarán en función del caudal y se considerarán en 0,5 mca para el caso de válvula hidráulica de 3" y 0,6 mca para la de 4".

Con carácter general, la velocidad del flujo en las tuberías deberá oscilar entre 1 y 2,5 m/s con el objeto de minimizar las pérdidas de carga y reducir empujes sobre cambios de dirección. Se consideran velocidades inferiores a la mínima citada en el caso de zonas con escasa disponibilidad de presión en cabeza de parcela.

La pérdida de carga asignada al conjunto hidrante se cifra en 3 mca.

De acuerdo con el planteamiento de cálculo de los caudales y presiones de los hidrantes de la red de distribución y el porcentaje de ellos que se pueden abrir

simultáneamente, en definitiva, el tiempo semanal de apertura disponible por hidrante, se asignarán los sectores de riego a cada unidad de diseño abastecida por un hidrante. Ello permitirá aportar las necesidades máximas semanales contempladas para los distintos cultivos establecidos en el presente proyecto de modernización.