ANEJO Nº 7

ESTUDIO AGRONÓMICO Y CÁLCULO DE NECESIDADES

ÍNDICE

1. NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO. CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO...1
1.1.- INTRODUCCIÓN 1
1.2.-DEFINICIÓN DE LA ALTERNATIVA TIPO 1
1.3.- EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA.....2
1.4.- COEFICIENTES DE CULTIVO. NECESIDADES HÍDRICAS 2
1.5.-NECESIDADES DE AGUA DE LA ALTERNATIVA. CAUDALES 3
1.6.- CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO. 3
1.7.- DOTACIÓN EN HIDRANTE Y TAMAÑO DEL MISMO. 4
2.- PARÁMETROS DE RIEGO 5
2.1.- SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO 5

APENDICE 1. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS
APENDICE 2. CÁLCULO DE CONSUMOS Y CAUDALES DE LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS

1. NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO. CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO

1.1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se estudian y definen las necesidades de agua según la alternativa elegida, y sus condiciones de suministro y utilización en base a los valores de ETo obtenidos por el método de Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración de referencia.

Los datos climáticos utilizados son los de la estación agroclimática de Fuentecantos (Soria).

1.2.-DEFINICIÓN DE LA ALTERNATIVA TIPO

Para la elección de la alternativa tipo, se visitó el lugar para estudiar in situ los cultivos actuales en regadío.

Derivada de esta labor y de las restricciones impuestas por la C.H.D en materia de aportes de agua, se establece la siguiente alternativa:

91,9 % de CEREAL DE INVIERNO
5 % de GIRASOL
0,3 % de PATATA
0,3 % de MAÍZ
2,4 % de HORTÍCOLAS
0,1 % de ALFALFA

La representación temporal de la presencia de estos cultivos en la alternativa es la siguiente:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CEREAL INV.												
GIRASOL												
HORTÍCOLAS												
PATATA												
MAÍZ GRANO												
ALFALFA												

1.3.- EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

Tal y como se indicó anteriormente, se opta por utilizar los valores de ETo obtenidos para la estación de Agroclimática Fuentecantos (Soria) por el método de Penman-Monteith. Los datos de partida para el estudio provienen del portal de internet Inforiego (ITACyL), datos proporcionados por el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR).

Los valores no superados en la serie historia de los años 2000 a 2019 son los siguientes:

ETo. ESTACIÓN DE FUENTECANTOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ETo	31,2	43,4	78,5	99,5	132,8	161,9	186,3	164,6	110,6	68,6	38,2	24,7	1.140,2

1.4.- COEFICIENTES DE CULTIVO. NECESIDADES HÍDRICAS

El dato de la evapotranspiración potencial ETo debe ser multiplicado, en cada caso, por un coeficiente de cultivo Kc para obtener las necesidades concretas de cada uno de los cultivos que intervienen en la alternativa (ETc).

Los valores de Kc han sido obtenidos de la monografía nº 24 de la FAO, “Necesidades de agua de los cultivos”.

Se divide el período vegetativo de los cultivos temporales en cuatro fases:

Fase inicial (1), cultivo muy poco o nada desarrollado todavía.

Fase de desarrollo (2), desde el final de la inicial hasta que se llega a una cubierta sombreada efectiva.

Fase media (3), desde que se obtiene la cubierta sombreada hasta el momento de iniciarse la maduración. Ésta es la fase de mayor coeficiente de cultivo.

Fase final (4), desde el final de la anterior hasta que se alcanza la plena maduración o se produce la recolección.

El dato de Kc proporcionado es puntual, y se refiere al momento inicial de la fase en cuestión. Considerando que varía linealmente hasta alcanzar el valor dado para el inicio de la siguiente fase se obtiene el valor medio de Kc cada mes, pudiendo con ello y con el valor de ETo calcular la evapotranspiración mensual del cultivo (ETc).

Se considera una precipitación efectiva (Pef) del 80 %, como aquella que sin llegar a perderse por escorrentía o filtración profunda, permanece a disposición de las raíces de las plantas sin llegar a ahogarlas.

En el Apéndice 1 del presente documento se muestran sendos resúmenes de los cálculos efectuados.

1.5.-NECESIDADES DE AGUA DE LA ALTERNATIVA. CAUDALES

Con los cálculos realizados en los Apéndices 1 y 2 del presente anejo sobre las necesidades del conjunto de la alternativa, teniendo en cuenta los porcentajes de cada cultivo y la superficie total, se puede obtener, conociendo el número de horas de riego al día, el valor del caudal ficticio continuo unitario (l/s ha).

Para el cálculo de este valor se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

Eficiencia global distribución-aplicación:	83%
Tiempo diario de riego en días laborables:	16 horas
Días riego/semana:	6 días

La alternativa completa tiene como máximas necesidades 141,6 mm en el mes de mayo, lo que equivale a un caudal ficticio continuo de 0,53 l/s ha.

Aplicando una eficiencia de aplicación del 83 %, las necesidades hídricas alcanzan el valor de 1.706 m³/ha.

1.6.- CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO.

Considerando la alternativa expuesta, la situación más desfavorable en cuando la dotación de riego se produce en el mes de julio. Será este mes el que usemos para el cálculo del caudal ficticio continuo, que se expone a continuación.

Caudal ficticio continúo:

$$\frac{1416\,{}^{m^3}/_{s}\ \ x\ 1000\ {}^{l}/_{m^3}}{31\ d\ x\ 24\ h\ x\ 3600\ s} = 0{,}53\ {}^{l}/_{s\ ha}$$ (Caudal ficticio continuo en 24 h)

Si consideramos el caudal continuo que supone un día de descanso semanal para los agricultores, es decir regar 6 días a la semana:

$$0{,}53\ x\ \frac{7\ d}{6\ d} = 0{,}618\ {}^{l}/_{s\ ha}$$ (Caudal ficticio ponderado en 6 días de riego)

Además vamos a considerar que la jornada de riego es de 16 horas al día:

$$0{,}618\ x\ \frac{24\ h}{16\ h} = 0{,}93\ {}^{l}/_{s\ ha}$$ (Caudal ficticio ponderado en 16 h y 6 días)

La justificación de una jornada de 16 horas se desprende de:

- Evitar las horas punta de calor, para evitar pérdidas por evaporación
- La necesidad de disponer de dos horas para que el arranque y parada del bombeo se haga efectivo de manera paulatina.

1.7.- DOTACIÓN EN HIDRANTE Y TAMAÑO DEL MISMO.

El caudal asignado a los hidrantes es función de la superficie de la agrupación y del grado de libertad que se quiera dar al agricultor para favorecer cambios de turnos y cambios de posturas.

Para un caudal ficticio continuo de 0,53 l/s x ha y un coeficiente mayorador por disponibilidad de horas y días de riego, los grados de libertad en los hidrantes para las diferentes superficies será:

Intervalo (Smin ≤ S < Smax)		Dotación (l/s)	G.L. (G.L.max > G.L. ≥G.L. min)		Tiempo de riego (h/día)	
Smin	Smax		G.L.max	G.L. min	T min	Tmax
0,4	5,0	18	23,1	4,6	0,7	3,5
5,0	10,0	25	6,4	3,2	2,5	5,1
10,0	20,0	30	3,8	1,92	4,2	8,5
20,0	25,0	35	2,2	1,79	7,3	9,1
25,0	30,0	40	2,1	1,71	7,9	9,5
30,0	35,0	45	1,9	1,65	8,5	9,9

En base a lo anteriormente expuesto cada unidad teórica de riego irá provista de hidrante en función de su superficie de la siguiente manera:

Intervalo (Smin ≤ S < Smax)		Dotación (l/s)	DN Toma riego (")
Smin	Smax		
0,4	5,0	18	3
5,0	10,0	25	4
10,0	20,0	30	6
20,0	25,0	35	6
25,0	30,0	40	6
30,0	35,0	45	6

2.- PARÁMETROS DE RIEGO

2.1.- SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO

Uno de los principales aspectos a definir al proyectar la modernización en regadío de una determinada zona lo constituye el sistema de riego que deberían emplear los regantes.

Para ello es preciso el análisis de una serie de factores condicionantes de la modalidad de aplicación de agua del terreno, estos factores son:

-. Topografía del terreno
-. Climatología
-. Procedencia del agua y disponibilidad de la misma
-. Características del suelo
-. Tipo de cultivos
-. Parcelación del terreno
-. Tradición y costumbres de la zona

La modernización en regadío objeto de este proyecto se lleva a cabo por el sistema de aspersión, cada agricultor dispondrá de una boca de riego, con presión y caudal suficientes para poder regar conectando su propio material móvil a la toma existente en su finca.

La elección del sistema de riego por aspersión para la zona a modernizar está justificada por las siguientes razones:

a) No son precisas las costosas obras de nivelación y desagües que exigiría el riego por gravedad.

b) Consideraciones de riego. La posibilidad de suministrar al terreno la dosis precisa adaptada a las necesidades del cultivo existente, unido a una mayor eficiencia de la aplicación del agua en relación con el riego a pie, permite la aspersión de importantes ahorros de agua.

c) Economía de la mano de obra. Una vez distribuidos los ramales de riego sobre el terreno y efectuada la conexión al hidrante, el funcionamiento de la instalación permite a los operarios la dedicación a otras labores, sin más que una discreta vigilancia por si se produjera alguna fuga de material móvil, obturación de algún aspersor etc.

d) Tradición del riego en la zona. A pesar de que se trata de una zona con una agricultura basada en general en el riego por gravedad, si existen algunas parcelas regadas actualmente por aspersión, conociendo los agricultores el manejo del riego por aspersión y la sencillez de esta práctica de riego.

e) Ausencia de factores contraindicadores contra la aspersión. Tradicionalmente se han considerado enemigos de la aspersión a la frecuencia de vientos con velocidades elevadas en la zona de riego, insolaciones intensas acompañadas de aire seco, aguas de riego con alto contenido en limos que desgastan los aspersores, aguas demasiado salinas que producen quemaduras en las hojas etc. Fenómenos todos ellos que no se registran en la zona objeto de modernización de riego.

APENDICE 1. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS

CÁLCULO DE LA ETc

			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
	ET0		31,2	43,4	78,5	99,5	132,8	161,9	186,3	164,6	110,6	68,6	38,2	24,7	1.140,2
Patata	kc1	0,50					20								20
	kc2	0,70					6	29							35
	kc3	1,15						1	31	18					50
	kc4	0,95								13	17				30
	ETC						60,8	115,8	214,3	175,5	59,5				**625,9**

			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
	ET0		31,2	43,4	78,5	99,5	132,8	161,9	186,3	164,6	110,6	68,6	38,2	24,7	1.140,2
Girasol	kc1	0,35				15	10								25
	kc2	0,60					21	14							35
	kc3	1,15						16	29						45
	kc4	0,75							2	23					25
	ETC					17,4	69,0	144,6	209,4	91,6					**532,1**

			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
	ET0		31,2	43,4	78,5	99,5	132,8	161,9	186,3	164,6	110,6	68,6	38,2	24,7	1.140,2
Cereal CL	kc1	0,40											30		30
	kc2	0,64	31	28	31	19								31	140
	kc3	1,15				11	29								40
	kc4	0,70					2	28							30
	ETC		19,9	27,8	50,3	82,3	148,9	105,8					15,3	15,8	**466,0**

			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
	ET0		31,2	43,4	78,5	99,5	132,8	161,9	186,3	164,6	110,6	68,6	38,2	24,7	1.140,2

Alfalfa	kc	0,40	31											
		0,40		28										
		0,50			31									
		0,75				30								
		0,90					31							
		0,92						30						
		0,97							31					
		0,93								31				
		0,90									30			
		0,80										31		
		0,50											30	
		0,40												31
	ETC		12,5	17,4	39,3	74,6	119,5	149,0	180,7	153,1	99,5	54,9	19,1	9,9	**929,3**

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
	ET0	31,2	43,4	78,5	99,5	132,8	161,9	186,3	164,6	110,6	68,6	38,2	24,7	1.140,2
Maíz	kc1	0,30				21	9							30
	kc2	0,59					21	19						40
	kc3	1,20						12	31	7				50
	kc4	0,90								23	7			30
	ETC					27,0	81,4	153,9	197,5	107,2	13,9			**581,0**

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
	ET0	31,2	43,4	78,5	99,5	132,8	161,9	186,3	164,6	110,6	68,6	38,2	24,7	1.140,2
Remo	kc1	0,40			30	10								40

	kc2	0,69					21	19						40
	kc3	1,10						11	31	31	27			100
	kc4	1,00									3	27		30
	ETC					39,8	79,2	136,1	204,9	181,1	120,5	59,7		**821,3**

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
	ET0	31,2	43,4	78,5	99,5	132,8	161,9	186,3	164,6	110,6	68,6	38,2	24,7	1.140,2
Hortícolas	kc1	0,70				16	4							20
	kc2	0,81					27	13						40
	kc3	1,05						17	31	2				50
	kc4	0,83								12				12
	ETC					37,1	105,7	153,2	195,6	63,7				**555,3**

BALANCE HÍDRICO DE LOS CULTIVOS

Patata	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CONSUMOS					60,8	115,8	214,3	175,5	59,5				625,9
P.EFECTIVA	11,0	10,2	14,6	25,4	25,2	14,4	4,4	4,6	10,6	24,0	22,4	10,1	
NEC DE RIEGO					35,6	101,4	209,9	170,9	48,9				
DOSIS ASPERSIÓN					42,8	121,7	251,9	205,2	58,7				**680,3**

Girasol	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CONSUMOS				17,4	69,0	144,6	209,4	91,6					532,1
P.EFECTIVA	11,0	10,2	14,6	25,4	25,2	14,4	4,4	4,6	10,6	24,0	22,4	10,1	
NEC DE RIEGO					43,8	130,2	205,0	87,0					
DOSIS ASPERSIÓN					52,6	156,4	246,2	104,5					**559,6**

Cereal CL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CONSUMOS	19,9	27,8	50,3	82,3	148,9	105,8					15,3	15,8	466,0
P.EFECTIVA	11,0	10,2	14,6	25,4	25,2	14,4	4,4	4,6	10,6	24,0	22,4	10,1	
NEC DE RIEGO	8,9	17,6	35,7	56,9	123,7	91,4						5,7	
DOSIS ASPERSIÓN	10,7	21,2	42,8	68,3	148,5	109,7						6,9	**408,0**

Alfalfa	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CONSUMOS	12,5	17,4	39,3	74,6	119,5	149,0	180,7	153,1	99,5	54,9	19,1	9,9	929,3
P.EFECTIVA	11,0	10,2	14,6	25,4	25,2	14,4	4,4	4,6	10,6	24,0	22,4	10,1	
NEC DE RIEGO	1,5	7,2	24,7	49,2	94,3	134,6	176,3	148,5	88,9	30,9			
DOSIS ASPERSIÓN	1,8	8,7	29,6	59,1	113,2	161,5	211,7	178,3	106,7	37,1			**907,6**

Maíz	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CONSUMOS					27,0	81,4	153,9	197,5	107,2	13,9			581,0
P.EFECTIVA	11,0	10,2	14,6	25,4	25,2	14,4	4,4	4,6	10,6	24,0	22,4	10,1	
NEC DE RIEGO					1,8	67,0	149,5	193,0	96,6				
DOSIS ASPERSIÓN					2,2	80,5	179,5	231,7	116,0				**609,8**

Remolacha	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CONSUMOS				39,8	79,2	136,1	204,9	181,1	120,5	59,7			821,3
P.EFECTIVA	11,0	10,2	14,6	25,4	25,2	14,4	4,4	4,6	10,6	24,0	22,4	10,1	
NEC DE RIEGO				14,4	54,0	121,7	200,5	176,5	109,9	35,7			
DOSIS ASPERSIÓN				17,3	64,9	146,0	240,7	211,9	131,9	42,9			**855,7**

Hortícolas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CONSUMOS				37,1	105,7	153,2	195,6	63,7					555,3
P.EFECTIVA	11,0	10,2	14,6	25,4	25,2	14,4	4,4	4,6	10,6	24,0	22,4	10,1	
NEC DE RIEGO				11,7	80,5	138,8	191,2	59,2					
DOSIS ASPERSIÓN				14,1	96,6	166,6	229,6	71,0					**577,9**

APENDICE 2. CÁLCULO DE CONSUMOS Y CAUDALES DE LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS

NECESIDADES HÍDRICAS DE LA ALTERNATIVA

		%	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CÁLCULOS HIDRÁULICOS	**Patata**	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	42,8	121,7	251,9	205,2	58,7	0,0	0,0	0,0	680,3
	Girasol	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,6	156,4	246,2	104,5	0,0	0,0	0,0	0,0	559,6
	Cereal CL	91,9	10,7	21,2	42,8	68,3	148,5	109,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	408,0
	Alfalfa	0,1	1,8	8,7	29,6	59,1	113,2	161,5	211,7	178,3	106,7	37,1	0,0	0,0	907,6
	Maíz	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	80,5	179,5	231,7	116,0	0,0	0,0	0,0	609,8
	Remolacha	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	64,9	146,0	240,7	211,9	131,9	42,9	0,0	0,0	855,7
	Hortícolas	2,4	0,0	0,0	0,0	14,1	96,6	166,6	229,6	71,0	0,0	0,0	0,0	0,0	577,9
	Rotación	100,0	9,9	19,5	39,4	63,1	141,6	113,4	19,3	8,4	0,6	0,0	0,0	6,3	**421**

Mes Máx: 141,6 mm

CAUDAL FICTICIO CONTINUO

	ALTERNATIVA TIPO	Anual (m^3/ha)	Max. mes (m^3/ha)	**Caudal ficticio continuo (l/s.ha)**
CON PRECIPITACIÓN SUPERADA EL 80% DE LOS CASOS	I	4.216	1.416	**0,53**