

Anejo 02.- ESTUDIO AGRONÓMICO

ÍNDICE

1 OBJETO DEL ANEJO	4
2 CLIMATOLOGÍA.....	4
2.1 Observatorios meteorológicos	4
2.2 Datos climáticos.....	4
3 DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS	5
3.1 Cultivos de la zona y alternativa	5
3.2 Cálculo de la evapotranspiración de referencia	6
3.3 Coeficiente de cultivo (Kc)	7
3.4 Cálculo de la evapotranspiración del cultivo	13
3.5 Cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos y dosis de riego	15
4 CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO (Q_{FC}).....	28
5 DOTACIÓN DE RIEGO	29

Índice de tablas

Tabla 1.- Datos climáticos observatorio de Mansilla Mayor.	5
Tabla 2.- Datos climáticos observatorio de Cubillas de los Oteros.	5
Tabla 3. – Datos climáticos observatorio de Santas Martas	5
Tabla 4.- Superficie de cultivos declarada en PAC 2017.	5
Tabla 5.- Alternativa futura de cultivos en la zona.	6
Tabla 6.- Datos ETo del observatorio de La Virgen del Camino.....	6
Tabla 7.- Datos ETo del observatorio de Cubillas de los Oteros.....	6
Tabla 8.- Evapotranspiración de referencia obtenida en la zona de estudio.....	7
Tabla 9.- Valores de coeficiente de cultivo (Kc).	8
Tabla 10.- Valores de Kc por mes y cultivo.	13
Tabla 11.- Cálculo de la ETc de cada cultivo en la alternativa futura.	15
Tabla 12.- Cálculo de la precipitación efectiva (Pe) mensual.	15
Tabla 13.- Dosis de riego y necesidades del cultivo del maíz.	17
Tabla 14.- Dosis de riego y necesidades del cultivo la alfalfa.	18
Tabla 15.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de cereal de invierno.	19
Tabla 16.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de remolacha.....	20
Tabla 17.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de pradera.	21
Tabla 18.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de girasol.	22

ANEJO 02.- ESTUDIO AGRONÓMICO

Tabla 19.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de hortalizas.	23
Tabla 20.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de patata.	24
Tabla 21.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de judía seca.	25
Tabla 22.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de la colza.	26
Tabla 23.- Resumen de la dosis de riego y necesidades de la alternativa de cultivos.	27
Tabla 24.- Necesidades hídricas de los cultivos en el mes de julio.	28

Índice de gráficos

Gráfico 1.- Curva de crecimiento del maíz.	8
Gráfico 2.- Curva de crecimiento de la alfalfa.	9
Gráfico 3.- Curva de crecimiento del cereal de invierno.	9
Gráfico 4.- Curva de crecimiento de la remolacha azucarera.	10
Gráfico 5.- Curva de crecimiento del pradera.	10
Gráfico 6.- Curva de crecimiento del girasol.	11
Gráfico 7.- Curva de crecimiento de hortalizas.	11
Gráfico 8.- Curva de crecimiento de la patata tardía.	12
Gráfico 9.- Curva de crecimiento de la judía grano.	12
Gráfico 10.- Curva de crecimiento de la colza.	13

1 OBJETO DEL ANEJO

En este documento se ha calculado las necesidades hídricas de los cultivos de la zona para determinar las necesidades de agua de la red de riego.

Los cultivos considerados en la alternativa futura han sido proporcionados por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León en base al estudio de la evolución de los cultivos de los últimos años y la posible previsión futura.

Los datos climatológicos utilizados son los de las estaciones que se citan en el apartado 2.1. A partir de esos datos se ha obtenido la ETo mediante el método de Penman-Monteith-FAO. Los coeficientes de cultivo (Kc) aplicados son los proporcionados por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

2 CLIMATOLOGÍA

2.1 Observatorios meteorológicos

Para recabar los datos climáticos se han seleccionado aquellos observatorios más cercanos a la zona de estudio. Los tres primeros pertenecen a la red INFORIEGO del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León y el último a la red de estaciones de AEMET (Agencia Estatal de Meteorología):

- Estación meteorológica de Mansilla Mayor-LE02, observatorio con datos referentes a precipitación, radiación neta, viento, temperaturas y humedad relativa.
Altitud: 791 msnm. Coordenadas: 42°30'43,2" -5°26'46"
- Estación meteorológica de Cubillas de los Oteros-LE03, observatorio con datos referentes a precipitación, radiación neta, viento, temperaturas y humedad relativa.
Altitud: 777 msnm. Coordenadas: 42°22'40,8" -5°30'39,6"
- Estación meteorológica de Santas Martas-LE09, observatorio con datos referentes a precipitación, radiación neta, viento, temperaturas y humedad relativa.
Altitud: 885 msnm. Coordenadas: 42°27'10,8" -5°20'42"
- Estación meteorológica de La Virgen del Camino, observatorio con datos referentes a radiación neta, viento, albedo, presión de saturación de vapor y presión de vapor del aire.
Altitud: 916 msnm. Coordenadas: 42°35'20" -5°38'57,99"

Para el tratamiento de los datos climatológicos se han seguido los criterios estipulados por el Reglamento Técnico de la Organización Meteorológica Mundial. Por ello se ha eliminado el año completo si faltaban datos de alguno de los meses, y para el caso de las medias aritméticas se ha eliminado únicamente el mes correspondiente si éste no era significativo.

En los datos proporcionados se ha eliminado el día completo si faltaba alguno de los datos referentes a éste, realizándose después la media aritmética correspondiente.

2.2 Datos climáticos

Observatorio de Mansilla Mayor

	Ene	Feb	Maz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Tmed (°C)	2,65	4,49	6,75	9,79	13,78	17,61	20,21	18,76	15,31	11,05	6,52	4,20	10,93
HR (%)	90,08	83,66	75,99	76,19	71,20	67,41	63,73	66,75	71,82	79,12	88,15	92,82	77,24
V _m (m/s)	1,40	1,86	2,24	1,90	1,66	1,53	1,21	1,11	1,09	1,16	1,41	1,35	1,49
Rn	1,66	3,68	6,85	9,69	12,83	14,46	14,91	12,45	8,63	4,52	2,00	1,25	7,74

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA MARGEN
IZQUIERDA DEL PORMA, SECTORES II Y III (LEÓN)

ANEJO 02.- ESTUDIO AGRONÓMICO

(MJ/m ² d)													
P (mm)	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23

Tabla 1.- Datos climáticos observatorio de Mansilla Mayor.

Observatorio de Cubillas de los Oteros

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Tmed(°C)	2,66	4,79	7,24	10,24	14,55	18,40	20,71	19,21	15,87	11,49	6,78	4,21	11,34
HR (%)	86,58	78,41	69,37	70,29	64,51	62,59	63,56	66,96	70,36	76,05	85,00	89,16	73,57
Vm (m/s)	1,53	2,15	2,60	2,21	2,06	1,69	1,03	0,88	0,89	1,02	1,27	1,33	1,56
Rn (MJ/m ² d)	1,66	3,68	6,86	9,69	12,94	14,54	14,88	12,40	8,64	4,54	2,02	1,29	7,76
P (mm)	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99

Tabla 2.- Datos climáticos observatorio de Cubillas de los Oteros.

Observatorio de Santas Martas

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Tmed (°C)	3,00	4,68	6,82	9,68	13,85	18,06	21,37	20,41	16,80	12,06	6,92	4,56	11,52
HR (%)	89,13	83,50	76,21	76,04	67,61	60,93	53,50	53,73	60,27	72,16	86,54	91,42	72,59
Vm (m/s)	2,47	2,96	3,43	2,95	2,47	2,21	2,27	2,42	2,36	2,36	2,51	2,26	2,56
Rn (MJ/m ² d)	1,64	3,80	7,05	10,04	13,34	14,57	14,69	12,34	8,73	4,63	2,03	1,23	7,84
P (mm)	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99

Tabla 3. – Datos climáticos observatorio de Santas Martas

Donde:

- *Tmed* = Temperatura media del mes
- *P* = Precipitación media mensual
- *HR* = Humedad relativa
- *Vm* = Velocidad media del viento
- *Rn* = Radiación neta mensual

3 DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS

3.1 Cultivos de la zona y alternativa

Según los datos proporcionados por la Sección de Ayudas Agrícolas del Servicio Territorial de Agricultura y Ganadería de León, la media de superficie de cultivos existentes en la zona son los siguientes para el año 2017:

Cultivo	% superficie
Maíz	38
Trigo blando	32
Girasol	11
Barbecho	9
Alfalfa	4
Otros cultivos	6

Tabla 4.- Superficie de cultivos declarada en PAC 2017.

Los cultivos a considerar y su porcentaje en la alternativa futura han sido proporcionados por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León en base al estudio de la evolución de los cultivos de los últimos años y la posible previsión futura. La alternativa futura proporcionada es la siguiente:

ANEJO 02.- ESTUDIO AGRONÓMICO

Cultivo	Maíz	Alfalfa	Cereal de invierno	Remolacha azucarera	Praderas	Girasol	Hortícolas	Patata	Judía seca	Colza
%	65	10	9	5	3	2	2	2	1	1

Tabla 5.- Alternativa futura de cultivos en la zona.

3.2 Cálculo de la evapotranspiración de referencia

Se ha procedido al cálculo de la ETo por el método de Penman-Monteith-FAO, aplicando la siguiente expresión:

$$ET_o = \frac{\Delta \times R_n + 0,499(e_s - e_a) \times U_2}{2,45(\Delta + 0,06734(1 + 0,332 \times U_2))}$$

Donde:

- Δ = Pendiente de la curva de presión de vapor en saturación
- R_n = Radiación neta
- e_s = Presión de vapor en saturación
- e_a = Presión de vapor del aire
- U_2 = Velocidad del viento

Los resultados obtenidos para las estaciones meteorológicas de La Virgen del Camino y de Cubillas de los Oteros son los expuestos en las siguientes tablas:

Observatorio de La Virgen del Camino

	Ene	Feb	Maz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
n/N	0,43	0,49	0,54	0,54	0,54	0,66	0,74	0,73	0,62	0,48	0,46	0,40	
Rb	3,20	3,57	3,95	3,96	3,94	4,61	5,07	4,95	4,24	3,42	3,30	2,96	
Albedo	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
e_s	0,78	0,87	1,03	1,13	1,42	1,92	2,29	2,26	1,88	1,36	1,00	0,83	
e_a	0,64	0,66	0,69	0,73	0,89	1,11	1,22	1,25	1,18	1,02	0,80	0,69	
Δ	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,12	0,14	0,14	0,12	0,09	0,07	0,06	
U_2	4,21	4,94	5,03	5,38	5,02	4,22	4,29	4,12	3,97	4,98	4,79	4,74	
Rn	1,62	5,06	6,98	9,49	12,41	15,45	14,97	11,04	8,52	4,37	2,45	1,37	
ETo (mm/día)	0,73	1,41	2,19	2,78	3,73	5,16	5,88	4,96	3,57	1,87	1,07	0,71	34,5
ETo (mm/mes)	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,74	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.053,97

Tabla 6.- Datos ETo del observatorio de La Virgen del Camino.

Observatorio de Cubillas de los Oteros

	Ene	Feb	Maz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
e_s	1,07	1,06	1,50	1,83	1,81	2,07	2,93	2,77	2,35	1,60	0,99	0,85	
e_a	0,82	0,67	0,81	0,98	0,98	1,14	1,23	1,30	1,11	1,06	0,74	0,66	
Δ	0,07	0,07	0,10	0,12	0,12	0,18	0,18	0,17	0,15	0,10	0,07	0,06	
U_2	2,20	2,38	3,10	3,67	3,01	2,39	1,77	1,86	1,71	2,41	1,92	2,17	
Rn	1,65	3,64	6,55	10,39	13,05	14,35	14,76	12,06	8,58	4,37	1,95	0,98	
ETo (mm/día)	0,85	1,54	2,97	4,25	4,87	6,88	5,92	5	3,75	2	0,85	0,61	39,49
ETo (mm/mes)	26,26	44,63	91,94	127,62	139,76	150,25	183,49	155,1	112,44	62,1	25,4	18,97	1.205,16

Tabla 7.- Datos ETo del observatorio de Cubillas de los Oteros.

De esta manera la evapotranspiración de referencia obtenida para la zona es la siguiente:

	Ene	Feb	Maz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ETo Virgen	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.053,97
ETo Cubillas	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.205,17
ETo media	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.129,57

Tabla 8.- Evapotranspiración de referencia obtenida en la zona de estudio.

3.3 Coeficiente de cultivo (Kc)

El coeficiente de cultivo (Kc) introduce los efectos propios del cultivo sobre la ET, para ello considera el área foliar, la altura de vegetación, el porcentaje de suelo cubierto, etc.

Los Kc considerados son los publicados por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León en su web “INFORIEGO” y que se exponen a continuación:

CULTIVO	FASE	DIAS	Kc
MAIZ GRANO	INICIAL	0-30*	0,3
	DESARROLLO I	30-50	0,53
	DESARROLLO II	50-70	0,98
	MEDIO	70-120	1,2
	FINAL	120-150	0,6
ALFALFA	INICIAL	0-5**	0,40
	DESARROLLO	6-15	0,90
	MEDIO	16-25	1,20
	FINAL	26-30	1,15
CEREAL DE INVIERNO	INICIAL	0-30*	0,40
	DESARROLLO I	30-100	0,59
	DESARROLLO II	100-170	0,96
	MEDIO	170-210	1,15
	FINAL	210-240	0,25
REMOLACHA AZUCARERA	MENOS DE 4 HOJAS	0-40*	0,40
	DE 4 A 9 HOJAS	40-50	0,50
	DE 10 A 14 HOJAS	50-60	0,70
	DE 15 HOJAS A CUBIERTA	60-80	1,00
	CUBIERTA	80-180	1,10
PRADERA	FINAL	180-210	0,90
	INICIAL CORTE 1	0-5	0,95
	DESARROLLO I CORTE 1	15-25	0,98
	DESARROLLO II CORTE 1	15-25	1,03
	MEDIO CORTE 1	25-35	1,05
GIRASOL	INICIAL CORTE 2	35-40	0,95
	INICIAL	0-25*	0,35
	DESARROLLO I	25-42	0,54
	DESARROLLO II	42-60	0,95
	MEDIO	60-105	1,15
HORTICOLA	FINAL	105-130	0,35
	INICIAL	0-20*	0,70
	DESARROLLO I	20-40	0,79
	DESARROLLO II	40-60	0,96
	MEDIO	60-110	1,05
	FINAL	110-122	0,95

ANEJO 02.- ESTUDIO AGRONÓMICO

CULTIVO	FASE	DIAS	Kc
PATATA TARDÍA	INICIAL	0-20*	0,50
	DESARROLLO I	20-45	0,66
	DESARROLLO II	45-70	0,99
	MEDIO	70-150	1,15
	FINAL	150-170	0,75
JUDIA SECA	INICIAL	0-20*	0,35
	DESARROLLO I	20-35	0,56
	DESARROLLO II	35-50	0,99
	MEDIO	50-100	1,20
	FINAL	100-123	0,70
COLZA	INICIAL	0-60	0,40
	DESARROLLO	60-150	0,70
	REPRODUCCIÓN	150-180	0,90
	MADUREZ	180-240	1,00
	FINAL	240-270	0,86

(*) Desde la siembra

(**) Desde el último corte

(***) Desde siembra o poda

Tabla 9.- Valores de coeficiente de cultivo (Kc).

Con estos coeficientes y la duración de las fases de desarrollo del cultivo se trazan las curvas de crecimiento de los cultivos.

Maíz

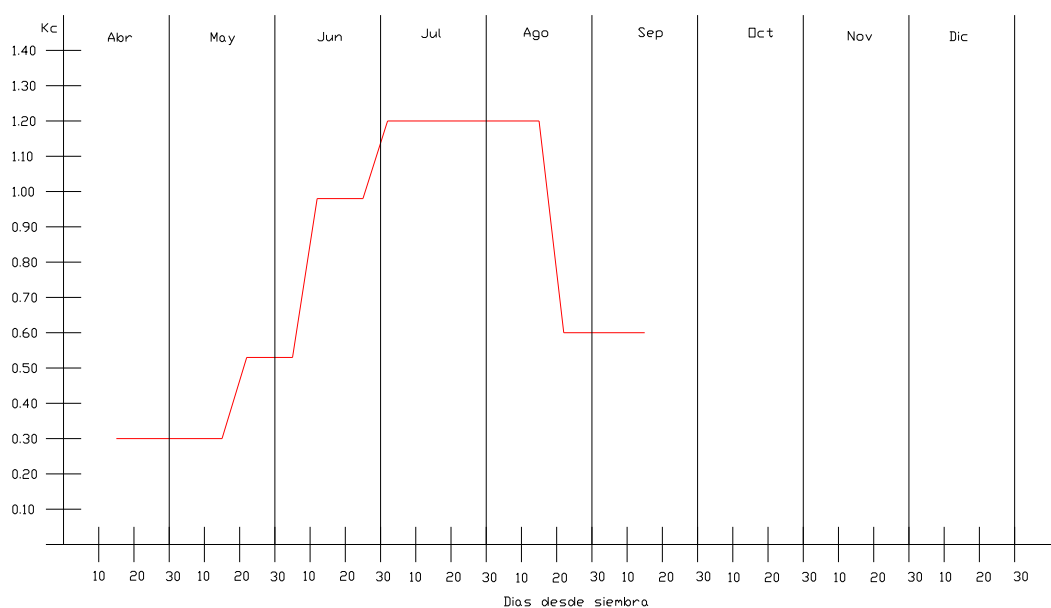


Gráfico 1.- Curva de crecimiento del maíz.

Alfalfa

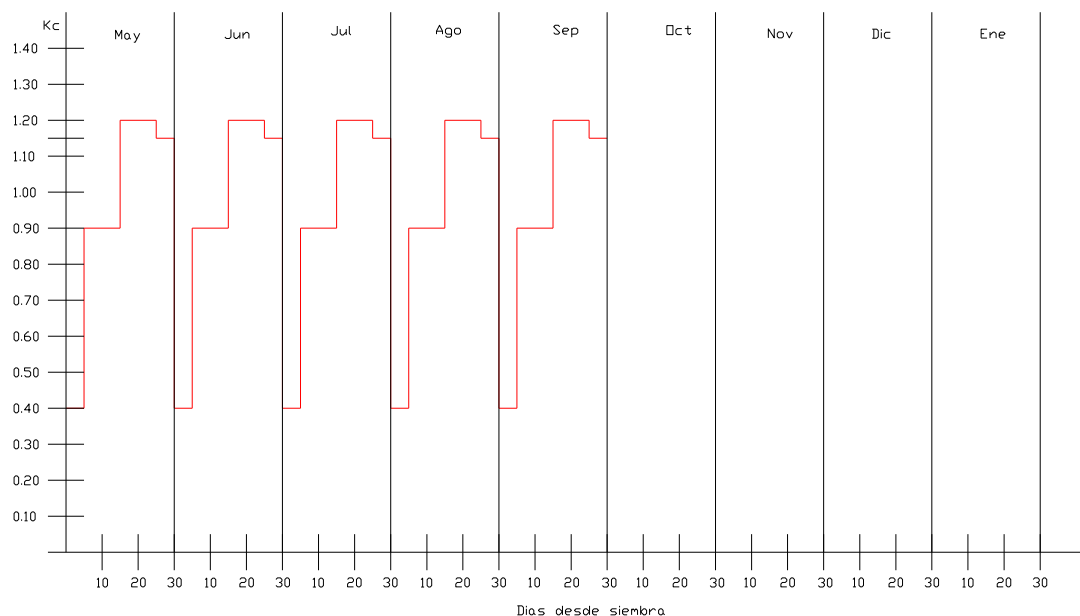


Gráfico 2.- Curva de crecimiento de la alfalfa.

Cereal de invierno

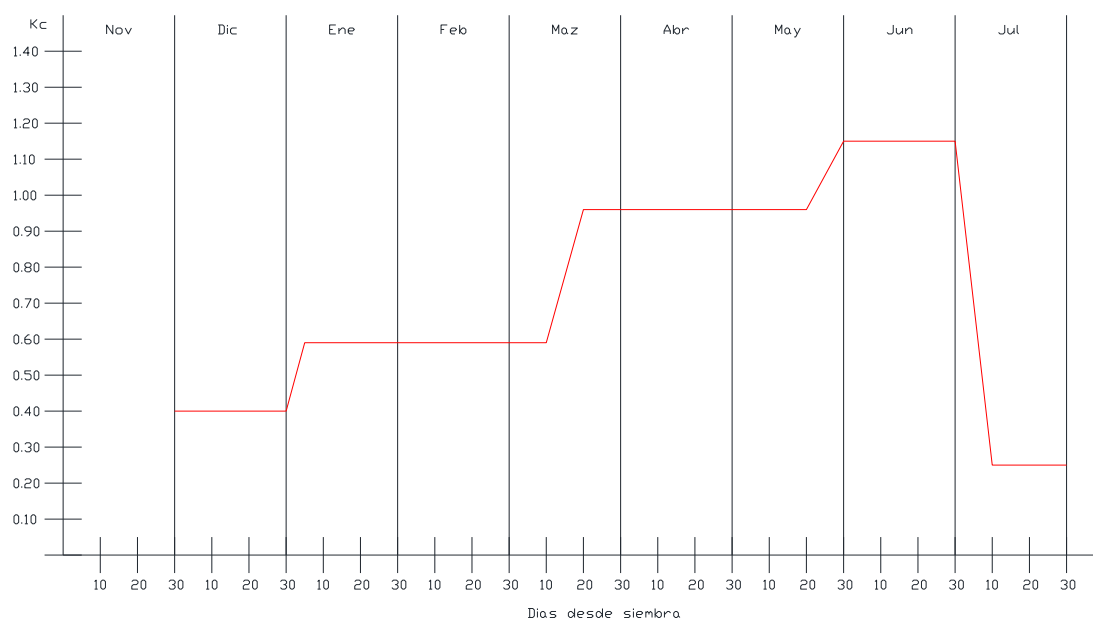
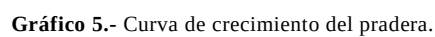


Gráfico 3.- Curva de crecimiento del cereal de invierno.

The graph illustrates the relationship between the number of seeds per plant (Kc) and the time of sowing (Días de siembra). The y-axis represents Kc, ranging from 0.10 to 1.40. The x-axis represents the months from March to November, with vertical grid lines every 10 days. The red line shows a steady increase from March to June, followed by a decline in September and October.

Month	Day (Días de siembra)	Kc
Mar	10	0.40
Mar	20	0.40
Mar	30	0.40
Abr	10	0.40
Abr	20	0.40
Abr	30	0.50
May	10	0.70
May	20	1.00
May	30	1.00
Jun	10	1.10
Jun	20	1.10
Jun	30	1.10
Jul	10	1.10
Jul	20	1.10
Jul	30	1.10
Ago	10	1.10
Ago	20	1.10
Ago	30	1.10
Sep	10	1.10
Sep	20	0.90
Sep	30	0.90
Oct	10	0.90
Oct	20	0.90
Oct	30	0.90
Nov	10	0.90
Nov	20	0.90
Nov	30	0.90

Pradera



Girasol

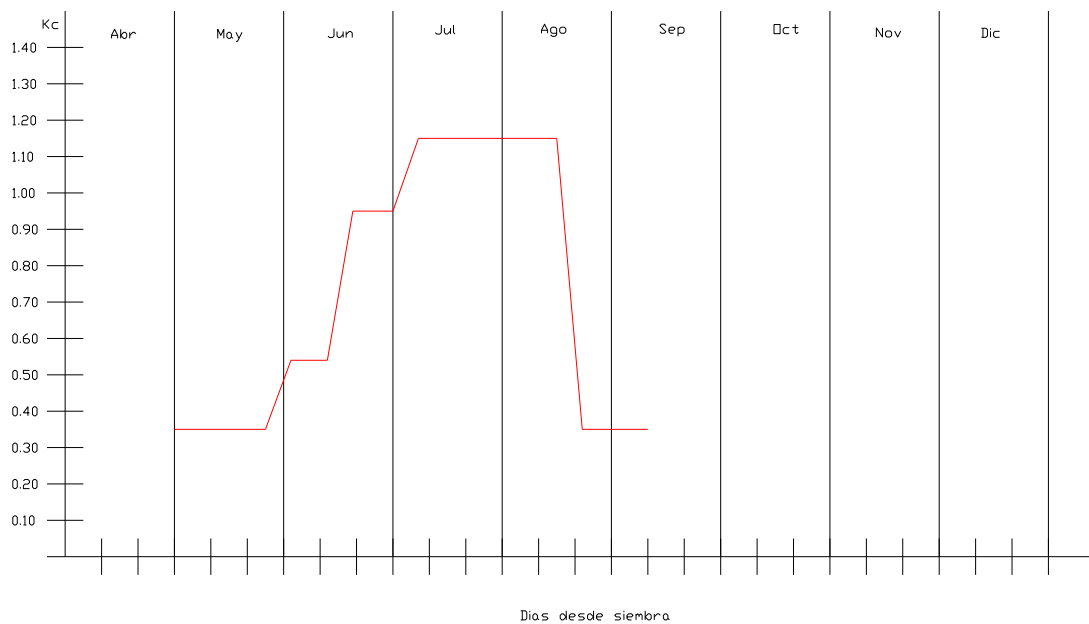


Gráfico 6.- Curva de crecimiento del girasol.

Hortícolas

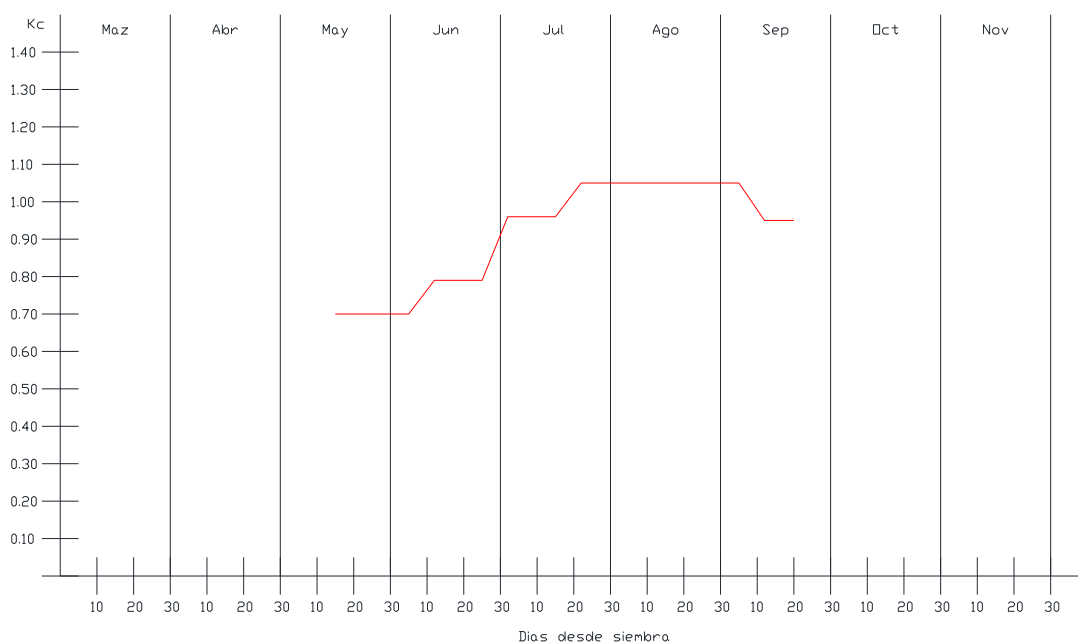


Gráfico 7.- Curva de crecimiento de hortícolas.

Patata tardía

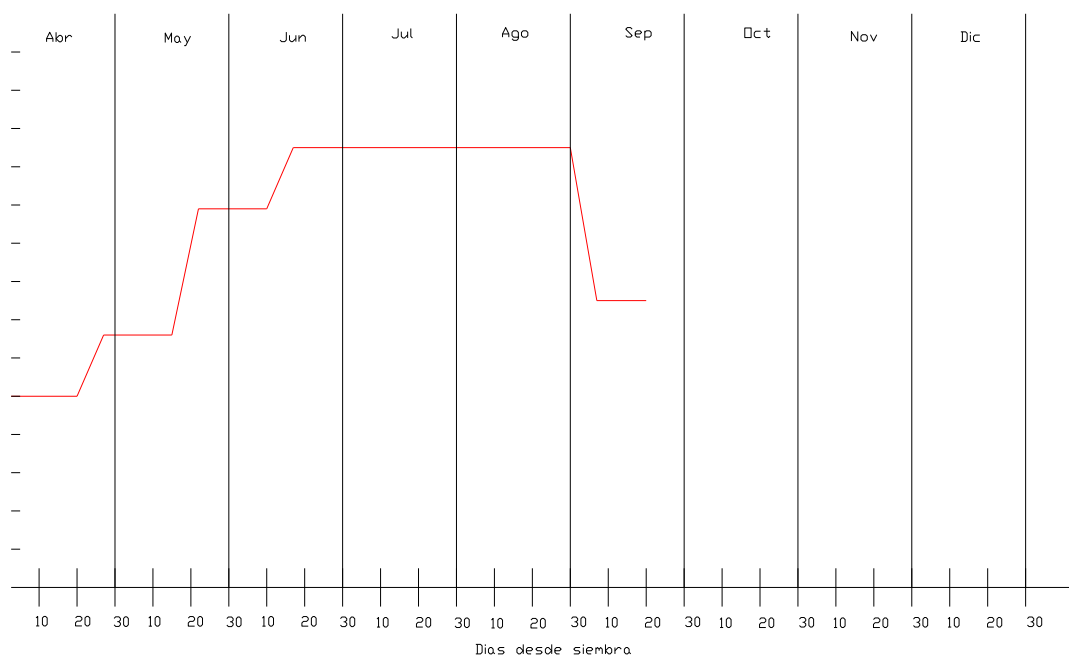


Gráfico 8.- Curva de crecimiento de la patata tardía.

Judía grano

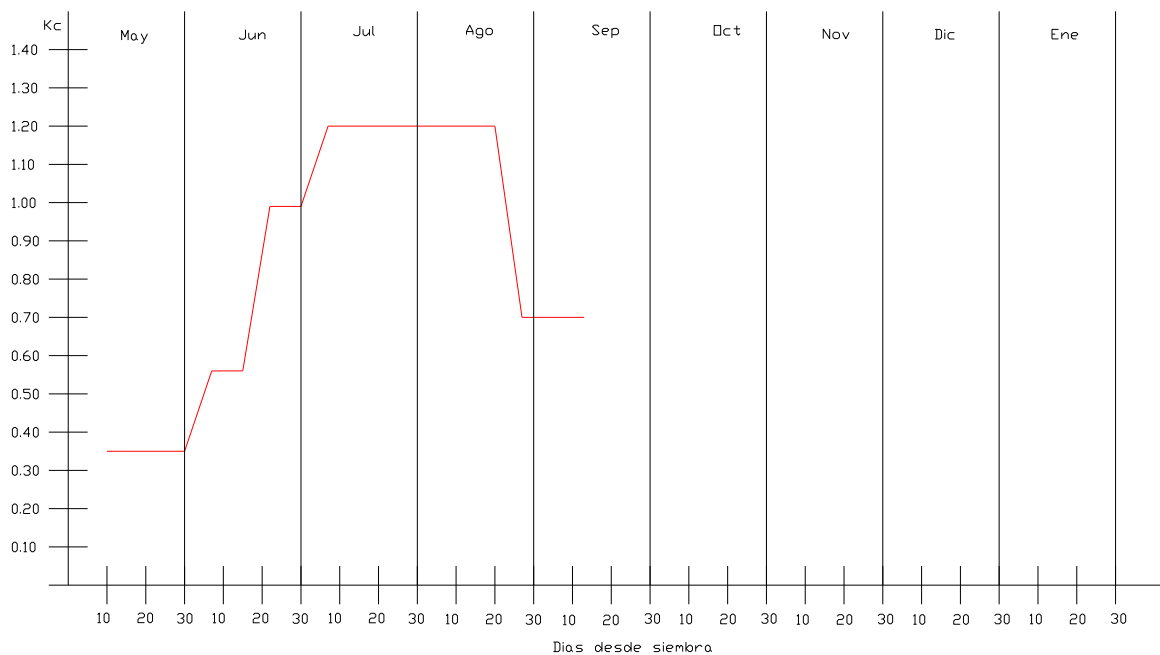


Gráfico 9.- Curva de crecimiento de la judía grano.

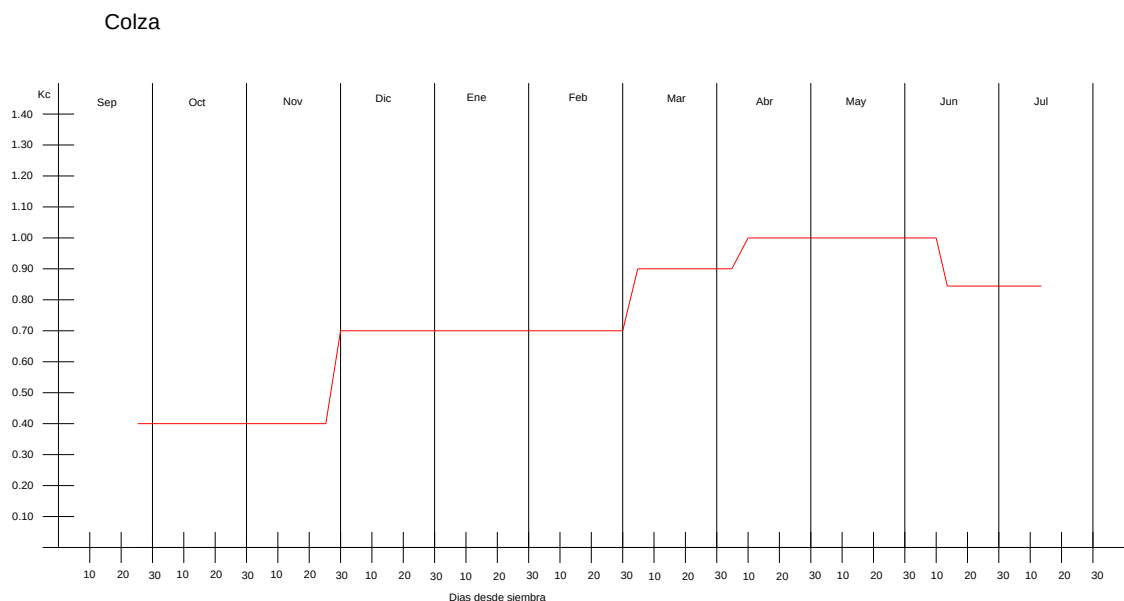


Gráfico 10.- Curva de crecimiento de la colza.

A partir de las curvas anteriores se obtienen los K_c de los cultivos para cada mes:

	Ene	Feb	Maz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz grano				0,30	0,39	0,86	1,20	0,97	0,60			
Alfalfa					0,96	0,96	0,96	0,96	0,96			
Cereal invierno	0,59	0,75	0,96	0,99	1,15	0,41						0,59
Remolacha azuc.			0,40	0,45	0,78	1,07	1,10	1,10	1,02	0,90		
Pradera					0,70	0,79	1,00	1,05	0,95			
Girasol					0,36	0,74	1,13	0,84	0,35			
Hortícolas					0,70	0,79	1,00	1,05	0,95			
Patata tardía				0,53	0,79	1,08	1,15	1,15	0,82			
Judía seca					0,35	0,70	1,17	1,09	0,70			
Colza	0,70	0,70	0,90	1,00	1,00	0,86				0,40	0,40	0,70

Tabla 10.- Valores de K_c por mes y cultivo.

3.4 Cálculo de la evapotranspiración del cultivo

La evapotranspiración del cultivo (ET_c) es el resultado de modificar la ET_o en función de la K_c .

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Cultivo de Maíz grano												
1	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET_o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K_c				0,30	0,39	0,86	1,20	0,97	0,60			
ET_c				28,1	50,83	147,2	212,5	146,9	62,21			

ANEJO 02.- ESTUDIO AGRONÓMICO

Cultivo de Alfalfa

2	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c					0,96	0,96	0,96	0,96	0,96			
ET _c					125,12	164,27	169,97	145,36	99,54			

Cultivo de Cereal de invierno

3	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c	0,59	0,75	0,96	0,99	1,15	0,41					0,40	0,59
ET _c	12,30	28,88	67,62	92,59	149,88	70,16					11,39	12,03

Cultivo de Remolacha

4	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c			0,40	0,45	0,78	1,07	1,10	1,10	1,02	0,90		
ET _c			28,18	42,09	101,66	183,09	194,76	166,56	105,76	50,14		

Cultivo de Pradera

5	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c					1,03	1,03	1,03	1,03	1,03			
ET _c					134,24	176,24	182,36	155,96	106,80			

Cultivo de Girasol

6	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c					0,36	0,74	1,13	0,84	0,35			
ET _c					46,92	126,62	200,07	127,19	36,29			

Cultivo de Horticolas

7	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c					0,70	0,79	1,00	1,05	0,95			
ET _c					91,23	135,18	177,05	158,99	98,51			

Cultivo de Patata

8	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c				0,53	0,79	1,08	1,15	1,15	0,82			
ET _c				49,57	102,96	184,80	203,61	174,13	85,03			

Cultivo de Alubia

9	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c					0,35	0,70	1,17	1,09	0,70			
ET _c					45,62	119,78	207,15	165,05	72,58			

Cultivo de Colza

10	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET _o	20,85	38,50	70,44	93,53	130,33	171,11	177,05	151,42	103,69	55,71	28,47	20,39
K _c	0,70	0,70	0,90	1,00	1,00	0,86				0,40	0,40	0,70
ET _c	14,60	26,95	63,40	93,53	130,33	147,15				22,28	11,39	14,27

*Datos en mm.

Tabla 11.- Cálculo de la ET_c de cada cultivo en la alternativa futura.

3.5 Cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos y dosis de riego

Para el balance hídrico se han utilizado los datos de ET_c anteriores y la media de las precipitaciones medias mensuales de los observatorios de Cubillas de los Oteros, Mansilla Mayor y Santas Martas, por ser los más próximos, ya que las precipitaciones son un dato con mucha variabilidad en el espacio.

Para ello se ha calculado la precipitación efectiva o útil (P_e) que es la precipitación no perdida por escorrentía o percolación, es decir, la cantidad de precipitación que queda retenida por el suelo.

Para su cálculo se ha empleado el método del *Bureau of Reclamation* de Estados Unidos.

Por ello se ha calculado la P_e para una P < 250 mm como:

$$P_e = \frac{125 - 0,2P}{125} \cdot P$$

	Ene	Feb	Maz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P Cubillas (mm)	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
P Mansilla (mm)	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
P Santas Martas (mm)	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
P _e Cubillas (mm)	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
P _e Mansilla (mm)	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
P _e Santas Martas (mm)	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
P _e media (mm)	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81

Tabla 12.- Cálculo de la precipitación efectiva (P_e) mensual.

Las necesidades hídricas netas (NH_n) se han obtenido por la diferencia entre la ET del cultivo considerado y el agua aportado por la lluvia (P_e) o extraída por el suelo (CAS).

$$NH_n = ET - P_e - (-\Delta CAS)$$

Se ha considerado una eficiencia de uso de agua del 95%.

Eficiencia global, de uso o de proyecto:

$$EU = V_u/V_b$$

- V_u = Volumen de agua utilizable, necesitado por el cultivo para satisfacer sus necesidades de evapotranspiración
- V_b = Volumen de agua derivado o bombeado de la fuente del recurso

Las necesidades hídricas de los cultivos, así como de la dosis de riego quedan reflejadas en las tablas siguientes (datos expresados en mm):

Maíz grano

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc				0,30	0,39	0,86	1,20	0,97	0,60				
ETc				31,63	49,80	131,15	219,49	149,45	65,90				
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	36,54	27,76	21,68	12,93						44,92	33,80	46,59	
NEC DE RIEGO					6,61	106,39	206,72	138,75	52,36				510,84

Tabla 13.- Dosis de riego y necesidades del cultivo del maíz.

Alfalfa

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	150,95	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	133,33	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc					0,96	0,96	0,96	0,96	0,96				
ETc					128,00	146,40	175,59	147,91	105,44				
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	36,54	27,76	21,68	44,57						44,92	33,80	46,59	
NEC DE RIEGO					84,81	121,64	162,82	137,21	91,90				592,98

Tabla 14.- Dosis de riego y necesidades del cultivo la alfalfa.

Cereal de invierno

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc	0,59	0,75	0,96	0,99	1,15	0,41	0,00					0,59	
ETc	14,38	32,07	76,65	104,39	146,86	62,53	0,00					12,11	
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	22,15						12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	34,48	
NEC DE RIEGO		4,31	54,96	59,82	103,67	37,76							260,53

Tabla 15.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de cereal de invierno.

Remolacha azucarera

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc			0,40	0,45	0,78	1,07	1,10	1,10	1,02	0,90			
ETc			31,94	47,45	99,61	163,18	201,20	169,48	112,03	54,07			
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	36,54	27,76									33,80	46,59	
NEC DE RIEGO			10,25	2,88	56,42	138,41	188,43	158,78	98,49				653,67

Tabla 16.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de remolacha.

Pradera

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc					0,70	0,79	1,00	1,05	0,95				
ETc			0,00	0,00	89,39	120,48	182,91	161,78	104,34	0,00			
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	36,54	27,76	21,68	44,57						44,92	33,80	46,59	
NEC DE RIEGO					46,20	95,71	170,14	151,08	90,80				553,93

Tabla 17.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de pradera.

Girasol

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc					0,36	0,74	1,13	0,84	0,35				
ETc					45,97	112,85	206,68	129,42	38,44				
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	36,54	27,76	21,68	44,57						44,92	33,80	46,59	
NEC DE RIEGO					2,78	88,09	193,92	118,72	24,90				428,41

Tabla 18.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de girasol.

Hortícolas

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc					0,70	0,79	1,00	1,05	0,95				
ETc					89,39	120,48	182,91	161,78	104,34				
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	36,54	27,76	21,68	44,57						44,92	33,80	46,59	
NEC DE RIEGO					46,20	95,71	170,14	151,08	90,80				553,93

Tabla 19.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de hortalizas.

Patata tardía

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc				0,53	0,79	1,08	1,15	1,15	0,82				
ETc				55,88	100,88	164,70	210,34	177,19	90,06				
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	36,54	27,76	21,68							44,92	33,80	46,59	
NEC DE RIEGO				11,32	57,69	139,94	197,58	166,48	76,53				649,53

Tabla 20.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de patata.

Judía seca

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc					0,35	0,70	1,17	1,09	0,70				
ETc					44,70	106,75	214,00	167,94	76,88				
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	36,54	27,76	21,68	44,57						44,92	33,80	46,59	
NEC DE RIEGO					1,51	81,99	201,23	157,24	63,34				505,31

Tabla 21.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de judía seca.

Colza

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
ET0: Virgen del C.	22,49	40,89	67,74	83,26	115,71	154,75	182,32	153,05	107,23	58,06	32,02	22,07	1.039,59
ET0: Cubillas de los O.	26,26	44,63	91,94	127,62	139,69	150,25	183,49	155,10	112,44	62,10	25,40	18,97	1.137,89
Media ET0	24,38	42,76	79,84	105,44	127,70	152,50	182,91	154,08	109,84	60,08	28,71	20,52	1.088,74
Kc	0,70	0,70	0,90	1,00	1,00	0,86				0,40	0,40	0,70	
ETc	17,06	29,93	71,86	105,44	127,70	131,15				24,03	11,48	14,36	
Precip. Cubillas de los O.	37,02	29,88	19,00	45,72	45,95	28,81	9,43	11,49	10,50	41,59	33,44	48,14	360,99
Precip. Mansilla Mayor	39,67	26,12	22,84	41,62	48,16	21,21	15,03	10,73	12,85	53,42	44,53	55,04	391,23
Precip. Santas Martas	40,21	31,36	25,68	57,82	45,92	27,52	14,68	10,46	18,24	51,30	29,82	48,97	401,99
Precip efect. Cubillas	34,83	28,45	18,42	42,37	42,57	27,49	9,29	11,28	10,33	38,82	31,65	44,43	339,94
Precip efect. Mansilla	37,15	25,03	22,01	38,85	44,45	20,49	14,67	10,54	12,59	48,86	41,36	50,19	366,19
Precip efect. Santas Mar.	37,63	29,78	24,62	52,47	42,54	26,31	14,34	10,28	17,70	47,09	28,40	45,14	376,31
Precip efect. Media	36,54	27,76	21,68	44,57	43,19	24,76	12,77	10,70	13,54	44,92	33,80	46,59	360,81
RESERVA	19,47						12,77	10,70	13,54	20,89	22,32	32,22	
NEC DE RIEGO		2,18	50,17	60,87	84,51	106,39							304,12

Tabla 22.- Dosis de riego y necesidades del cultivo de la colza.

Resumen de consumos

CULTIVOS / MESES	%	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
Maíz grano	65					6,61	106,39	206,72	138,75	52,36				510,84
Alfalfa	10					79,40	121,64	162,82	137,21	91,90				592,98
Cereal invierno	9		4,31	54,96	59,82	103,67	37,76							260,53
Remolacha azucarera	5			10,25	2,88	56,42	138,41	188,43	158,78	98,49				653,67
Pradera	3					46,20	95,71	170,14	151,08	90,80				553,93
Girasol	2					2,78	88,09	193,92	118,72	24,90				428,41
Hortícolas	2					46,20	95,71	170,14	151,08	90,80				553,93
Patata tardía	2				11,32	57,69	139,94	197,58	166,48	76,53				649,53
Judía seca	1					1,51	81,99	201,23	157,24	63,34				505,31
Colza	1		2,18	50,17	60,87	84,51	106,39							304,12
Necesidades Alternativa	100			5,96	6,36	28,77	102,86	178,42	126,68	55,35				504,41
Dosis de riego (Efic. 0,95)				6,27	6,70	30,28	108,28	187,81	133,35	58,27				530,96

Tabla 23.- Resumen de la dosis de riego y necesidades de la alternativa de cultivos. (datos expresados en mm)

4 CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO (q_{fc})

Para el cálculo del caudal ficticio continuo (q_{fc}) se parte de las necesidades de riego en el mes de máximo consumo, que corresponde en esta zona al mes de julio.

Según los datos de la tabla n.º 23:

CULTIVO	Necesidades hídricas en julio (mm)	% Alternativa
Maíz grano	206,72	65
Alfalfa	162,82	10
Cereal invierno	-	9
Remolacha azucarera	188,43	5
Pradera	170,14	3
Girasol	193,92	2
Hortícolas	170,14	2
Patata tardía	197,58	2
Judía seca	201,23	1
Colza	-	1
Necesidades totales	178,42	
Necesidades agua de riego (Efic. 0,95)	187,81	

Tabla 24.- Necesidades hídricas de los cultivos en el mes de julio.

En base al actual sistema de periodos horarios de las tarifas eléctricas, y a otros factores de uso de las redes de riego que aparecen durante la explotación, se hace necesario incrementar los caudales de la red y dosis de riego, únicamente para cálculos hidráulicos y eléctricos de las redes derivados de los mismos.

Este coeficiente de seguridad, estimado en base a la gestión de la explotación de las redes de riego que cuenta la Comunidad de Regantes, se basa en los siguientes factores:

- Averías en las instalaciones. Las posibles averías en las instalaciones son imponderables que suceden durante la campaña de riego y hacen que se produzcan paradas en los riegos programados o en ejecución que después son necesario recuperarlos a costa de mayor caudal en la red. Para este factor se considera un coeficiente de mayoración de un 5,00%.
- Mantenimiento de las instalaciones. Si bien los mantenimientos de las instalaciones se intentan programar en horas sin riegos, existen algunos de ellos que requieren de cortes de riegos programados o en ejecución con las consecuencias expresadas anteriormente. Para este factor se considera un coeficiente de mayoración de un 2,50%.
- Cortes eléctricos. Debido principalmente a tormentas eléctricas durante los meses de verano, y en menor medida a causas de las propias instalaciones, se producen cortes en el suministro que obligan a cancelar riegos en ejecución, que posteriormente hay que recuperar a costa de mayor caudal. Para este factor se considera un coeficiente de mayoración de un 1,00%.

- Viento. En la zona de proyecto suelen darse días o bien horas concretas con mucho viento, que obliga a bastantes agricultores a cancelar los riegos programados o en ejecución con las consecuencias expresadas anteriormente. Para este factor se considera un coeficiente de mayoración de un 0,25%.
- Fertirrigación. La Comunidad de Regantes ha manifestado su intención de utilizar la fertirrigación a nivel de estación de bombeo para sus comuneros en este proyecto en un futuro. El uso de esta forma de fertilización aplicado al riego, obliga a separar los riegos de las parcelas con fertirrigación de las parcelas que no lo usan, con el consiguiente aumento de caudal en las horas en las que la mayoría de los usuarios requiera una de las dos variantes. Para este factor se considera un coeficiente de mayoración de un 10,00% debido al alto grado de repercusión que tiene.

Teniendo en cuenta todos los factores descritos anteriormente, el coeficiente global de mayoración (CS), utilizado **únicamente para cálculos hidráulicos y eléctricos de las redes** derivados de los mismos es de 18,75%.

MESES	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Total
Dosis mayorada para cálculos hidráulicos y eléctricos de las redes	7,61	7,95	35,96	128,58	223,03	158,35	69,19	630,67

El caudal ficticio continuo se expresa como:

$$q_{fc} = \frac{NAR \times CS \times 10.000}{24 \times 3600 \times 31}$$

Para la alternativa propuesta: **q_{fc} = 0,83 l/s·ha**

5 DOTACIÓN DE RIEGO

Se ha considerado una jornada efectiva de riego de 6 días a la semana y 18 horas al día.

Por lo tanto, la dotación es de:

$$Dotación = \frac{q_{fc} \times 24 \times 7}{18 \times 6}$$

Para la alternativa propuesta: **Dotación = 1,30 l/s·ha**