ANEJO Nº3

ESTUDIO AGRONÓMICO

INDICE DEL ANEJO Nº3

ESTUDIO AGRONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN 4

2. CLIMATOLOGÍA 4

2.1. TEMPERATURA 5

2.2. HUMEDAD 5

2.3. PRECIPITACIÓN 5

2.4. VIENTO 5

2.5. INSOLACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN 6

2.6. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO 6

3. SISTEMA PRODUCTIVO ACTUAL 7

3.1. SUPERFICIES Y CULTIVOS DECLARADOS EN LA PAC EN EL T.M. DE MONZÓN 7

3.2. SUPERFICIES Y CALIFICACIONES CATASTRALES EN LA C.R. LA ALEGRÍA 9

3.3. SISTEMA DE RIEGO ACTUAL 9

3.4. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE CULTIVOS EN LA CR LA ALEGRÍA 10

3.5. CONSUMO ACTUAL 10

4. SISTEMA PRODUCTIVO TRAS LA MODERNIZACIÓN 12

4.1. SISTEMAS DE RIEGO PREVISTOS 12

4.2. ALTERNATIVA DE CULTIVOS 12

5. CALCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS 13

5.1. METODOLOGÍA 13

5.2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL 15

5.3. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA 18

5.4. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS NETAS 19

5.5. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO BRUTAS 19

6. CUADRO RESUMEN DE NECESIDADES HÍDRICAS 21

7. RESUMEN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO DE LA ZONA 22

8. HIDROLOGÍA 23

8.1. ORIGEN DEL AGUA 23

8.2. MASAS DE AGUA AFECTADAS 25

8.2.1. MASAS DE AGUA SUPERFICIALES 25

8.2.2. MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS 27

9. RED DE CONTROL DE FLUJOS DE RETORNO 30

9.1. SISTEMA DE DRENAJE Y DESAGÜE DE LA COMUNIDAD 30

9.2. PUNTOS DE CONTROL DE FLUJOS DE AGUA SUPERFICIAL 31

9.3. PROGRAMA DE MUESTREO 33

10. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA 34

10.1. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LOS TRABAJOS 34

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se pretende realizar un estudio agronómico completo de la alternativa de cultivos considerada.

Los aprovechamientos que se plantean consolidar en la actual zona regable que se pretende modernizar, cuya superficie catastral de cultivo asciende a 762,3666 ha, serán aquellos que ayuden a potenciar el desarrollo de la zona de acuerdo con la orientación de su economía actual, así como a las restricciones derivadas de su medio físico, climatología, edafología y demás características inherentes a la zona.

En primer lugar, se calcularán las necesidades hídricas de la alternativa de cultivos planteada, indicando para ello las necesidades mensuales en m^3/Ha, volumen anual consumido y caudal ficticio continúo expresado en l/sg y ha.

2. CLIMATOLOGÍA

El clima de Monzón está caracterizado por la aridez que viene producida no solo por la baja cantidad de precipitación anual sino también por la elevada evapotranspiración potencial que produce un elevado déficit hídrico. Además, la baja influencia del océano Atlántico y del mar Mediterráneo provoca una fuerte amplitud térmica anual, con temperaturas elevadas en verano que pueden desestabilizar las masas de aire por su base produciendo precipitación de tipo convectivo, en ocasiones de fuerte intensidad, alcanzando así el máximo pluviométrico estacional. El invierno ve menguada su precipitación debido al establecimiento de anticiclones fríos que a menudo generan nieblas persistentes en las tierras bajas del Cinca (Sanz Ledesma, 2007).

A continuación, se analizan los parámetros climáticos más destacables, conforme a la información disponible en la red del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y en el Atlas Climático de Aragón. En el primer caso los datos proceden de la estación de San Esteban de Litera, situada a 7 Km al este de la zona de riego, y, en el segundo, del punto de coordenadas UTM ETRS89 31T 271106 / 4641598 y 335 m de altitud, correspondiente al centroide del área de riego.

2.1. TEMPERATURA

La zona presenta un clima mediterráneo templado con carácter continental con una oscilación térmica entre el mes más frío y el más cálido, enero y julio respectivamente, de 20,15 ºC. La temperatura media anual es de 14,1 ºC.

Se registran 37,9 días de helada al año.

2.2. HUMEDAD

La humedad relativa presenta una media mensual en la zona de 70,6%, con el máximo mensual en diciembre (88,6%) y el mínimo en julio (58,6%).

2.3. PRECIPITACIÓN

Las precipitaciones son moderadas e irregulares a lo largo del año, con una diferencia significativa entre el mes más seco, agosto (13,34 mm), y el más lluvioso, abril (62,53 mm). Pese a esta irregularidad (a menudo con fenómenos tormentosos), las lluvias tienen lugar fundamentalmente en primavera y otoño.

La precipitación anual es de 432,71 mm/año, el número de días de lluvia anuales de 45,43 y la precipitación máxima registrada en 24 horas de 89,86 mm.

2.4. VIENTO

El viento dominante es el cierzo, viento seco que sopla procedente del WNW, paralelo al eje del río Ebro, con rachas que pueden superar los 100 km/h y que tiene mayor incidencia durante los meses de febrero a junio. Se aprecian otros vientos de componente este, pero su incidencia es mucho menor.

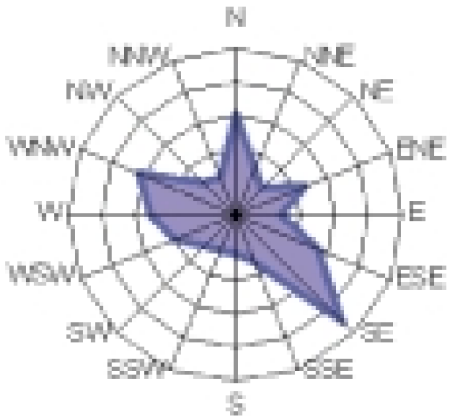


Figura 13. Rosa de los vientos de Monzón (Sanz Ledesma, 2007).

En promedio mensual, el viento en Monzón alcanza los 5,4 km/h, siendo marzo el mes más ventoso, con una media de 7,2 km/h y una media mensual de los máximos registrados de 50,5 km/h.

El viento contribuye a disipar las nubes lo que influye en la insolación, así como en la humedad relativa, lo que implica un ascenso en la evapotranspiración.

2.5. INSOLACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN

Los valores de radiación más altos se registran en julio, con 26,67 MJ/m^2 de media, y los mínimos en diciembre con 5,22 MJ/m^2. La media anual de radiación es de 17,32 MJ/m^2.

Este parámetro está íntimamente relacionado con la evapotranspiración.

Los valores de evapotranspiración más altos se registran en julio, con 181,66 mm de media, y los mínimos en diciembre con 19,75 mm. La evapotranspiración anual es de 1.113,31 mm.

2.6. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO

En la gráfica siguiente se representan los datos resumidos en los apartados anteriores, con las precipitaciones a doble escala que las temperaturas, lo cual permite representar la existencia del periodo de sequía, conforme al índice de aridez de Gaussen, que abarca los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

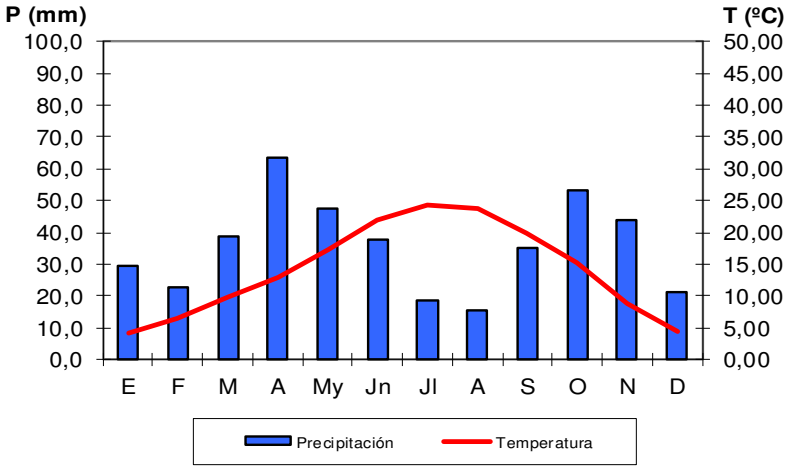


Figura 14. Diagrama ombrotérnico de la zona de estudio.

3. SISTEMA PRODUCTIVO ACTUAL

3.1. SUPERFICIES Y CULTIVOS DECLARADOS EN LA PAC EN EL T.M. DE MONZÓN

Con la finalidad de poder realizar una estimación más realista de la alternativa de cultivos futura que podrá desarrollarse en la presente comunidad de regantes se ha realizado un estudio y análisis de la situación actual que permita identificar cual es la distribución actual de cultivos y cuáles de ellos son los predominantes.

La superficie de riego de la Comunidad de regantes de La Alegría se encuentra íntegramente en el término municipal de Monzón representando en torno a un 8% de la superficie total de regadío de este municipio.

Para la determinación de los cultivos que actualmente se están produciendo en esta zona hemos recurrido a la documentación que publica el Gobierno de Aragón a través del servicio de estadística del Departamento de Agricultura y en el que se informa de las superficies de todos y cada uno de los cultivos declarados en la PAC durante todo el periodo en el que existen registros desglosados por municipio y diferenciando además si se trata de superficies de regadío o secano.

Tomando de esta forma la relación de cultivos declarados en la PAC de las últimas 3 campañas agrícolas y teniendo en cuenta únicamente la superficie de regadío obtenemos la siguiente distribución actual de cultivos:

	SUPERFICIES DECLARADAS EN LA PAC (HA)				
	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020	MEDIA ANUAL	PORCENTAJE SOBRE TOTAL
CEBADA	3.850	3.141	3.409	3.467	34,1%
ALFALFA	1.355	2.313	1.974	1.881	18,5%
MAÍZ	1.739	1.789	1.646	1.724	16,9%
TRIGO BLANDO	723	471	538	577	5,7%
GUISANTES	389	498	212	366	3,6%
RAYGRAS PERENNE	330	199	228	252	2,5%
BARBECHO SIN PRODUCCIÓN	234	301	214	250	2,5%
BARBECHO TRADICIONAL	231	241	257	243	2,4%
ARROZ	182	183	193	186	1,8%
ALMENDROS	172	173	181	176	1,7%
MELOCOTONEROS	152	158	158	156	1,5%
FESTUCA	100	71	156	109	1,1%
PUERROS	0	86	175	87	0,9%

	SUPERFICIES DECLARADAS EN LA PAC (HA)				
	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020	MEDIA ANUAL	PORCENTAJE SOBRE TOTAL
CULTIVOS MIXTOS DE PRATENSES	68	60	60	62	0,6%
PERALES	46	58	82	62	0,6%
COLZA	58	58	58	58	0,6%
AVENA	70	51	42	54	0,5%
MEZCLA VEZA - AVENA	11	82	63	52	0,5%
TRITICALE	36	45	67	50	0,5%
NECTARINOS	44	44	50	46	0,5%
VEZA	39	38	38	38	0,4%
OLIVAR	35	37	36	36	0,4%
NABO	45	15	27	29	0,3%
PARAGUAYO	40	9	21	23	0,2%
TRIGO DURO	21	18	18	19	0,2%
MANZANOS	26	5	20	17	0,2%
PASTOS PERMANENTES	0	49	0	16	0,2%
MEZCLA VEZA-CEBADA	16	16	15	16	0,2%
PLATERINA	1	19	19	13	0,1%
GIRASOL	12	12	10	11	0,1%
MEZCLA VEZA-TRIGO	13	13	7	11	0,1%
SORGO	7	16	5	10	0,1%

El sistema de cultivo principal en la zona regable del término municipal de Monzón se basa en la producción de cultivos herbáceos extensivos, que representan el 93,5% de la superficie de regadío, mientras que la producción de cultivos leñosos es del 5,4% y los cultivos hortícolas del 1,2%, si bien la producción de hortícolas que se declara en la PAC se corresponde realmente con parcelas de cultivo en régimen extensivo.

Dentro de los **cultivos herbáceos extensivos,** prácticamente la mitad de la superficie regable, el 49,9%, se dedica a la producción de **cultivos de invierno**, de menor demanda hídrica, entre los que destacan los **cereales de invierno** con la **cebada** como cultivo predominante representando casi el 68% de los cultivos de invierno y en menor medida el **trigo** con un 11%.

Los **cultivos extensivos de verano** cuentan con el 38% de la superficie regable destacando los cultivos de **la alfalfa y el maíz** con superficies muy similares y que representan entre ambos el 93% de todos los cultivos de verano.

Dentro de los **cultivos leñosos** destacan los cultivos del **almendro y del melocotonero**, que representan más del 60% de los cultivos leñosos implantados.

Por lo que respecta a la superficie destinada a **cultivos hortícolas** ya hemos aclarado que no se trata de pequeños huertos sino de parcelas extensivas destinadas temporalmente a la producción fundamentalmente de puerros, judía, cebolla, calabaza, alcachofa o coliflor.

En cuanto a la superficie destinada a **barbechos** observamos que se mantienen unos valores anuales próximos al 5%, probablemente a consecuencia del cumplimiento de las medidas agroambientales contempladas en la PAC.

3.2. SUPERFICIES Y CALIFICACIONES CATASTRALES EN LA C.R. LA ALEGRÍA

Para determinar la distribución actual de los aprovechamientos catastrales de la superficie a modernizar se ha recurrido a la información catastral del conjunto de parcelas que integran la superficie de la comunidad de regantes obteniéndose que el 92% de la superficie es de cultivo de extensivos en regadío (Calificación CR-), un 6,8% se destina a leñosos y un 1,2% tiene una calificación de huerta de regadío, integrada fundamentalmente por un importante número de pequeñas parcelas dedicadas a huertos familiares.

Dentro de los cultivos leñosos el 49,3% se corresponde a frutales, un 27,4% olivar y un 20,5% almendro.

3.3. SISTEMA DE RIEGO ACTUAL

En la mayor parte de la superficie de la comunidad de regantes se practica el riego a manta o por inundación, si bien existe un número significativo de fincas que ya han amueblado sus explotaciones de manera individual, fundamentalmente mediante sistemas de riegos por aspersión y alguna parcela mediante riego por goteo, acogiéndose a ayudas autonómicas para modernización de explotaciones agrarias.

Se ha realizado un censo a través de la realización de encuestas particulares con la finalidad de identificar todas las explotaciones amuebladas y las características de dichas instalaciones con el objeto garantizar un suministro de agua ajustado al que tienen instalado en sus explotaciones y poder dimensionar correctamente todas las infraestructuras de riego proyectadas, es decir, dotaciones, tamaño de hidrantes y dimensionado de tuberías.

La superficie amueblada censada asciende a unas 265 ha, lo que representa el 35% de la superficie de cultivo de regadío a modernizar.

3.4. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE CULTIVOS EN LA CR LA ALEGRÍA

Conocida la estrategia productiva general de la superficie regable del T.M. de Monzón se ha realizado un reconocimiento in situ de las parcelas de cultivo pertenecientes a la Comunidad de Regantes Nuestra Señora de La Alegría, observándose una distribución de cultivos similar a la general del término municipal. Se observa una significativa diferenciación entre las parcelas amuebladas destinadas fundamentalmente a cultivos de verano principalmente alfalfa y maíz de las que cuentan con riego tradicional a manta donde predomina la producción de cereales de invierno, principalmente cebada. También se observa una importante superficie de barbecho e incluso de fincas abandonadas concentradas prácticamente en su totalidad en la zona de regadío a manta.

A partir de esta radiografía general del sistema productivo actual en la comunidad de regantes se ha realizado la siguiente distribución de cultivos diferenciando entre las superficies de riego a manta y las fincas amuebladas y obteniendo de esta forma la distribución general de cultivos:

	% en la alterativa de cultivos futura	% en la alterativa de cultivos actual	En riego por goteo	En riego por aspersión	En riego a manta
Alfalfa	**40,00%**	**20,00%**	**0,00%**	**15,00%**	**5,00%**
Maíz	**20,00%**	**12,50%**	**0,00%**	**10,00%**	**2,50%**
Maíz + Cebada	**18,00%**	**0,00%**	**0,00%**	**0,00%**	**0,00%**
Cebada	**7,00%**	**37,50%**	**0,00%**	**2,50%**	**35,00%**
Trigo	**5,00%**	**5,00%**	**0,00%**	**0,00%**	**5,00%**
Melocotón	**5,00%**	**5,00%**	**5,00%**	**0,00%**	**0,00%**
Tomate	**5,00%**	**5,00%**	**0,00%**	**0,00%**	**5,00%**
Barbecho	**0,00%**	**15,00%**	**0,00%**	**2,50%**	**12,50%**
Total	**100,00%**	**100,00%**	**5,00%**	**30,00%**	**65,00%**

3.5. CONSUMO ACTUAL

De acuerdo con la información facilitada por la secretaría de la comunidad de regantes los consumos de agua por campaña oscilan entre los 4.000 y los 5.000 m3, dependiendo de la climatología particular de cada año y de los cultivos implantados.

En la siguiente tabla determinamos los consumos teóricos calculados a partir de los porcentajes de distribución de cultivos actual y de las necesidades netas calculadas en el presente anejo, considerando además unas eficiencias generales de aplicación del 60% en riego a manta, 75% en riego por aspersión y de un 90% en riego por goteo.

	Necesidades hídricas Netas calculadas	Consumo en riego por goteo	En riego por aspersión	En riego a manta	TOTAL
	(m3/ha)	EA: 0,9	EA: 0,75	EA: 0,6	(m3/ha)
Alfalfa	6.916,10	0,00	1.383,22	576,34	1.959,56
Maíz	5.267,30	0,00	702,31	219,47	921,78
Cebada	1.868,30	0,00	62,28	1.089,84	1.152,12
Trigo	2.551,70	0,00	0,00	212,64	212,64
Melocotón	5.140,10	285,56	0,00	0,00	285,56
Tomate	4.966,50	0,00	0,00	413,88	413,88
Barbecho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total		**285,56**	**2.147,80**	**2.512,17**	**4.945,54**

De esta forma obtenemos que el consumo medio anual sería de unos 4.945 m^3/ha. Hay que advertir que los datos facilitados por la comunidad se han determinado para la superficie censada que es de en torno a un 95% de la superficie realmente cultivada, por lo que si aplicamos este porcentaje al consumo actual calculado obtenemos un **consumo real de en torno a 4.697 m3/ha.**

4. SISTEMA PRODUCTIVO TRAS LA MODERNIZACIÓN

4.1. SISTEMAS DE RIEGO PREVISTOS

Está previsto que en la mayor parte de la superficie a modernizar se realice un amueblamiento de las parcelas mediante la instalación de sistemas de riegos por aspersión, básicamente mediante cobertura total enterrada, si bien y a pesar de tan solo representar un 8% de la superficie total debemos tener en cuenta en el diseño del proyecto que en las fincas de leñosos y huerta el sistema de riego a contemplar será el de riego por goteo.

4.2. ALTERNATIVA DE CULTIVOS

Partiendo de la estrategia productiva actual y tras haber realizado las oportunas consultas a la comunidad de regantes y a los beneficiarios de la modernización acerca de las preferencias y previsiones de cultivo tras la modernización se observa que si bien se mantienen los actuales cultivos se percibe un incremento notable de la superficie dedicada al cultivo de la alfalfa y maíz en detrimento de los cereales de invierno, principalmente de cebada.

En base a toda la documentación e información recopilada se adopta, como alternativa que mejor se ajusta a la situación futura de la superficie modernizada la siguiente:

	% en la alternativa de cultivos
Alfalfa	**40,00%**
Maíz	**20,00%**
Maíz + Cebada	**18,00%**
Cebada	**7,00%**
Trigo	**5,00%**
Melocotón	**5,00%**
Tomate	**5,00%**
Total	**100,00%**

La alternativa de cultivos propuesta se ajusta a la dotación máxima otorgada por el Canal de Aragón y Cataluña de 0,60 l/segundo y hectárea, según se justifica en los sucesivos puntos del presente anejo.

5. CALCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS

5.1. METODOLOGÍA

Para la estimación de las necesidades hídricas de los cultivos, se ha seguido la metodología desarrollada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en su monografía nº 56 “Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos” y la “Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la cuenca del Ebro” resultado del convenio de colaboración entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en el año 2004.

Los valores utilizados en el PH de la Cuenca del Ebro se refieren a la probabilidad de ocurrencia de la ETc y las NHn en un percentil del 80%. Se han tomado los valores de Kc reflejados en el PH para la Comarca Agraria nº 56 de Monzón, donde se localiza la zona de estudio.

Así mismo se considera que el tipo de riego será mixto, predominando el riego por **ASPERSIÓN** pero que cuenta con una mínima superficie de riego por **GOTEO** que habrá que tener en cuenta en el dimensionado. Con ello se pretende establecer en la zona una agricultura moderna y competitiva, maximizando el recurso hidráulico endógeno, especialmente en los meses en los que la demanda es mayor y la oferta de agua menor.

Según este procedimiento, el proceso a seguir para el cálculo de las necesidades de agua de riego de los cultivos es el siguiente:

1. Utilización de los datos de evapotranspiración de referencia (ETo) calculados por el método FAO-56-Penman-Monteith de la estación agroclimática de SAN ESTEBAN DE LITERA (Huesca).
2. Cálculo de la evapotranspiración potencial de los cultivos (ETc).
3. Cálculo de las necesidades hídricas netas de los cultivos (NHn).
4. Cálculo de las necesidades brutas de agua de riego de los cultivos (NRb).

El periodo del año en el que se considerarán las necesidades de agua de la alternativa vendrá definido por el propio periodo de actividad de los cultivos que entren a formar parte de dicha alternativa.

El estudio se ha realizado considerando los datos de ETo aportados por la Oficina del Regante para la estación agroclimática de SAN ESTEBAN DE LITERA de la red SIAR. De la revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la cuenca del Ebro se han extraído los datos de coeficientes de cultivo (Kc) establecidos para la Comarca Agraria nº 56 de Monzón. Todos estos valores están representados para cada cultivo considerado en el período de un mes y en la Comarca de Monzón donde se localiza la zona de estudio.

Los cálculos de las variables que vienen reflejadas en los cuadros finales se han realizado según los parámetros que se describen a continuación.

- **Evapotranspiración de referencia (ETo)**

La ETo se define como: *la tasa de evapotranspiración de una superficie extensa de gramíneas verdes de 8 a 15 cm de altura, uniforme, de crecimiento activo, sombreando totalmente el suelo y bien provista de agua*. Se trata del principal factor que determina el consumo de agua por los cultivos y únicamente es función de datos climáticos, como son las horas de luz, temperatura, humedad relativa, viento y radiación.

- **Precipitación efectiva (Pe)**

No toda la lluvia que cae es aprovechada por los cultivos. Parte de ella se pierde por escorrentía superficial, por penetrar en profundidad fuera del alcance de las raíces y por evaporación sobre la superficie del suelo o del cultivo.

La precipitación efectiva es aquella fracción de lluvia que queda efectivamente almacenada en la zona radicular para ser puesta a disposición del cultivo en el proceso de evapotranspiración.

Existen distintos métodos para estimar la precipitación efectiva. En este estudio se ha estimado mediante la aplicación de un porcentaje fijo a la precipitación media mensual. El dato de partida de este método es la lluvia media mensual en mm.

- **Coeficiente de cultivo (Kc)**

El agua consumida por los cultivos no depende exclusivamente de parámetros climáticos, sino que también es función del tipo de cultivo. El coeficiente de cultivo es el que relaciona la ETo con la evapotranspiración del cultivo (ETc), mediante la expresión:

$$ETc = Kc \times ETo$$

Kc representa el efecto del cultivo en las necesidades de agua. En los cuadros finales se exponen los coeficientes de los diferentes cultivos de la alternativa en función de su ciclo y fase de desarrollo.

- **Evapotranspiración del cultivo (ETc). Necesidades hídricas netas (NHn)**

Las necesidades hídricas de un cultivo determinado se obtienen deduciendo a la evapotranspiración la precipitación efectiva, que es la parte de la lluvia aprovechada por los cultivos. Por ello las Necesidades Netas de agua de riego se calculan con la siguiente expresión:

$$NHn = ETc - Pe$$

- **Necesidades de riego brutas (NRb)**

Existe una parte del agua de riego que no es aprovechada por los cultivos y se pierde por diversos motivos, especialmente relacionados con el sistema de riego. Los más frecuentes son:

- Percolación profunda de parte del agua de riego.
- Evaporación del agua antes de que infiltre en el suelo.
- Deficiente uniformidad de distribución del agua de riego en el campo.
- Pérdidas en los depósitos y redes de riego.

Se define la **eficiencia de riego** como la relación entre la cantidad real de agua almacenada en la rizosfera directamente disponible para la planta y la cantidad total de agua aplicada a las tierras.

5.2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

Los coeficientes de cultivo utilizados (Kc) son los establecidos para la Comarca Agraria nº 56 de Monzón en la Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la cuenca del Ebro, reflejados en la tabla adjunta.

Comunidad Autónoma: ARAGÓN — Comarca: MONZÓN

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alfalfa			0.47	1.12	0.96	0.93	0.92	0.92	1.18			
Almendro			0.34	0.54	0.80	0.92	0.92	0.92	0.91	0.54	0.23	
Almendro (*RD*)			0.34	0.54	0.80	0.89	0.18	0.18	0.32	0.54	0.23	
Arroz				1.10	1.10	1.15	1.21	1.21	1.02			
Avena		0.34	0.34	0.86	1.16	1.10	0.54					
Ballico	1.02	1.02	0.85	0.88	0.85	1.05		0.17	0.72	1.02	0.94	0.96
Cebada	1.03	1.13	1.13	1.03	0.57	0.28				0.64	0.64	0.78
Cerezo (temprano)			0.35	0.86	0.94	0.80	0.64	0.47	0.31	0.21		
Cerezo (temprano) (*RD*)			0.35	0.86	0.87	0.64	0.51	0.38	0.24	0.17		
Cerezo (media estación)			0.33	0.79	0.95	0.85	0.68	0.49	0.31	0.21		
Cerezo (media estación) (*RD*)			0.33	0.79	0.94	0.68	0.54	0.39	0.25	0.17		
Cerezo (tardío)			0.32	0.57	0.96	0.95	0.77	0.55	0.34	0.21		
Cerezo (tardío) (*RD*)			0.32	0.57	0.96	0.88	0.62	0.44	0.27	0.17		
Ciruelo (tipo agosto-septiembre)			0.32	0.50	0.82	0.92	0.92	0.92	0.79	0.32		
Ciruelo (tipo julio)			0.33	0.55	0.86	0.92	0.92	0.83	0.49	0.25		
Colza	0.79	0.86	1.13	1.08	0.53					0.79	0.79	0.79
Girasol				0.29	0.33	0.81	1.17	1.01	0.51			
Guisante grano	0.90	0.99	1.15	1.15	1.10	0.57						
Maíz forrajero					0.25	0.57	1.19	1.18				
Maíz grano				0.29	0.31	0.74	1.20	1.18	0.67			
Maíz grano (2ª ocupación)							0.11	0.74	1.18	0.75		
Manzano (temprano)			0.32	0.42	0.81	0.98	0.98	0.92	0.57	0.29		
Manzano (media estación)			0.32	0.36	0.64	0.92	0.97	0.97	0.86	0.37		
Manzano (tardío)			0.32	0.35	0.57	0.81	0.94	0.94	0.94	0.87	0.39	
Melocotonero (temprano)		0.34	0.36	0.65	0.91	0.91	0.77	0.56	0.36	0.23		
Melocotonero (temprano) (*RD*)		0.34	0.36	0.65	0.54	0.86	0.61	0.45	0.29	0.18		
Melocotonero (media estación)			0.34	0.56	0.84	0.93	0.93	0.77	0.48	0.27		
Melocotonero (media estación) (*RD*)			0.34	0.56	0.75	0.62	0.92	0.61	0.38	0.21		
Melocotonero (tardío)			0.32	0.45	0.70	0.90	0.92	0.92	0.69	0.29		
Melocotonero (tardío) (*RD*)			0.32	0.45	0.70	0.64	0.79	0.92	0.57	0.23		
Peral (temprano)		0.34	0.35	0.55	0.81	0.98	0.98	0.86	0.64	0.42	0.25	
Peral (media estación)			0.33	0.50	0.75	0.96	0.98	0.96	0.73	0.47	0.26	
Peral (tardío)			0.33	0.47	0.68	0.89	0.98	0.97	0.81	0.50	0.27	
Praderas polifitas			0.46	1.07	0.92	0.90	0.88	0.89	1.13			
Sorgo					0.22	0.32	0.88	1.01	0.93	0.61		
Tomate					0.25	0.51	1.09	1.16	1.05			
Trigo	1.03	1.13	1.15	1.14	0.82	0.40					0.96	0.96
Veza forrajera	1.11	1.11	1.11	1.11	0.97				0.38	0.39	0.70	1.07
Viñedo			0.31	0.38	0.65	0.71	0.44	0.33	0.54	0.43		

Coeficientes de cultivo mensuales para los cultivos de la alternativa en la Comarca Agraria de Monzón.

VALORES Kc	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alfalfa			0,47	1,12	0,96	0,93	0,92	0,92	1,18			
Maíz				0,29	0,31	0,74	1,20	1,18	0,67			
Maíz (2ª cosecha)							0,11	0,74	1,18	0,75		
Cebada	1,03	1,13	1,13	1,03	0,57	0,28				0,64	0,64	0,78
Trigo	1,03	1,13	1,15	1,14	0,82	0,40					0,96	0,96
Melocotón			0,34	0,56	0,84	0,93	0,93	0,77	0,48	0,27		
Tomate					0,25	0,51	1,09	1,16	1,05			

Valores medios mensuales (periodo 2006-2021) de ETo, precipitación media, velocidad del viento y humedad relativa de la estación agroclimática de SAN ESTEBAN DE LITERA de la red SIAR.

		ETo (mm)	P media (mm)	V viento (m/s)	HR (%)
ENERO	1	24,30	30,51	1,47	30,95
FEBRERO	2	42,07	22,62	1,74	20,44
MARZO	3	80,04	40,49	2,04	17,98
ABRIL	4	100,58	62,53	1,65	20,06
MAYO	5	142,82	49,50	1,65	18,22
JUNIO	6	166,39	40,63	1,45	16,66
JULIO	7	181,66	19,54	1,37	16,61
AGOSTO	8	155,13	13,34	1,27	17,93
SEPTIEMBRE	9	104,87	36,97	1,24	21,45
OCTUBRE	10	64,01	52,78	1,25	23,37
NOVIEMBRE	11	31,68	44,33	1,40	30,86
DICIEMBRE	12	19,75	19,47	1,31	34,61
		1.113,31	**432,71**		

Los valores de evapotranspiración potencial (ETc) de los cultivos considerados en la alternativa de la zona a modernizar se han calculado a partir de la fórmula.

$$ETc = Kc \times ETo$$

Evapotranspiración potencial (ETc) de los cultivos de la rotación.

VALORES ETc (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Alfalfa			37,62	112,65	137,10	154,75	167,12	142,72	123,74				875,71
Maíz				29,17	44,27	123,13	217,99	183,06	70,26				667,88
Maíz (2ª cosecha)							19,98	114,80	123,74	48,01			306,53
Cebada	25,03	47,54	90,45	103,60	81,41	46,59				40,97	20,28	15,41	471,26
Trigo	25,03	47,54	92,05	114,66	117,11	66,56					30,41	18,96	512,32
Melocotón			27,21	56,33	119,97	154,75	168,94	119,45	50,34	17,28			714,27
Tomate					35,70	84,86	198,01	179,96	110,11				608,64

5.3. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Hasta ahora se ha hablado únicamente de las necesidades de agua, sin embargo, puede haber aportes de agua diferentes de los aportes hídricos del propio riego.

Se consideran nulos los posibles aportes por parte del rocío y de las capas freáticas altas. Sólo se contabilizarán como aportes positivos, las lluvias y, dentro de ellas, se considerará únicamente la porción de lluvia considerada como precipitación efectiva.

Así, desde un punto de vista agronómico, se considera como precipitación efectiva a la porción de lluvia que satisface parte de las necesidades de consumo de agua del cultivo.

Esta precipitación efectiva depende de factores como:

- Intensidad de la precipitación.
- Contenido de humedad del suelo antes de la lluvia.
- Tasa de infiltración del suelo.
- Capacidad de retención de agua en la zona radicular del cultivo.
- Evapotranspiración del cultivo.

Existen distintos métodos para estimar la precipitación efectiva. En este estudio se ha estimado mediante la aplicación de un porcentaje fijo a la precipitación media mensual.

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$Pe = a \times Pt$$

Donde:

- Pe = precipitación efectiva mensual (mm/mes).
- Pt = precipitación total mensual (mm/mes).
- a = coeficiente variable entre 0,70 y 0,90.

Valores medios mensuales (periodo 2006-2021) de precipitación media de la estación agroclimática de SAN ESTEBAN DE LITERA de la red SIAR.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
VALORES Pmed (mm)	30,51	22,62	40,49	62,53	49,50	40,63	19,54	13,34	36,97	52,78	44,33	19,47	432,71

Valores obtenidos de precipitación efectiva mensual.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
VALORES PE (mm) Porcentaje Fijo	21,35	15,83	28,35	43,77	34,65	28,44	13,68	9,34	25,88	36,95	31,03	13,63	302,90

5.4. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS NETAS

Las necesidades hídricas netas (NHn) estiman el volumen de agua de riego necesario para que los cultivos no sufran estrés hídrico. Las NHn se calculan, una vez determinado el valor de la precipitación efectiva (Pe), como la diferencia entre la evapotranspiración del cultivo y la precipitación efectiva. Por ello las Necesidades Netas de agua de riego se calculan con la siguiente expresión:

$$NHn = ETc - Pe$$

Necesidades hídricas netas mensuales (mm) de los cultivos de la rotación.

VALORES NHn (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Alfalfa			9,28	68,88	102,45	126,31	153,44	133,39	97,87				691,61
Maíz					9,62	94,69	204,31	173,72	44,39				526,73
Maíz (2ª cosecha)							6,30	105,46	97,87	11,06			220,69
Cebada	3,67	31,70	62,10	59,83	46,75	18,15							186,83
Trigo	3,67	31,70	63,71	70,89	82,46	38,12							255,17
Melocotón				12,55	85,31	126,31	155,26	110,12	24,46				514,01
Tomate					1,05	56,42	184,32	170,62	84,24				496,65

5.5. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO BRUTAS

El cálculo de las necesidades brutas de agua para el riego de los cultivos (NRb) tiene en cuenta las necesidades netas (NHn) calculadas en el apartado anterior y la eficiencia de aplicación en parcela de cada sistema de riego (Ea).

$$NRb = NHn / Ea$$

La eficiencia de aplicación en parcela (Ea) incluye las pérdidas de agua por percolación, evaporación y escorrentía, además de la uniformidad en la distribución de agua del sistema de riego en cuestión. En el riego por goteo esta eficiencia de aplicación en parcela se sitúa en torno al 90%.

En el riego por aspersión la eficiencia de aplicación en parcela está muy afectada por la velocidad del viento (v), la humedad relativa (HR) y la uniformidad de distribución del agua que tengan los aspersores instalados.

Por eso en primer lugar se han calculado los porcentajes de pérdidas por evaporación y arrastre del riego por aspersión (PEA) según la siguiente relación:

$$PEA\ (\%) = 20{,}34 + 0{,}214 \cdot v^2 - 2{,}29 \cdot 10^{-3} \cdot HR^2$$

Porcentaje de pérdidas por evaporación y arrastre del riego por aspersión (PEA).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
VALORES PEA (%)	18,61	20,03	20,49	20,00	20,16	20,15	20,11	19,95	19,62	19,42	18,58	17,96

La mayoría de las coberturas de riego por aspersión instaladas en la zona tienen un marco triangular de 18x18T m con boquillas principales de 4,4 mm y secundarias de 2,4 mm de diámetro. Se establece que, para una presión de funcionamiento de 3,50 kg/cm^2, el Coeficiente de Uniformidad (CU) de este tipo de coberturas es del 92%. La eficiencia de aplicación en parcela del riego por aspersión en la zona se ha calculado según la fórmula.

$$Ea = (1\text{-}PEA)\cdot CU$$

Eficiencia de aplicación en parcela del riego por aspersión en la zona (Ea).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ea (riego aspersión)	0,749	0,736	0,732	0,736	0,735	0,735	0,735	0,736	0,740	0,741	0,749	0,755

Las necesidades brutas de agua de riego para los cultivos de la zona a modernizar teniendo en cuenta las necesidades hídricas netas calculadas y las eficiencias de aplicación del sistema de riego a emplear son las siguientes:

VALORES NRb (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Alfalfa			12,68	93,59	139,48	171,94	208,77	181,12	132,34				939,92
Maíz					13,10	128,90	277,97	235,88	60,02				715,88
Maíz (2ª cosecha)							8,57	143,20	132,34	14,92			299,04
Cebada	4,90	43,09	84,90	81,29	63,65	24,71							302,54
Trigo	4,90	43,09	87,09	96,32	112,26	51,89							395,55
Melocotón (goteo)				13,95	94,79	140,34	172,51	122,35	27,18				571,12
Tomate (goteo)					1,17	62,69	204,80	189,58	93,59				551,84

6. CUADRO RESUMEN DE NECESIDADES HÍDRICAS

Se recoge en el siguiente cuadro un resumen de las necesidades hídricas brutas mensuales y totales (m^3/ha) de cada uno de los cultivos que forman la alternativa adoptada.

Se detalla además el consumo por hectárea del conjunto de la alternativa mes a mes, así como el caudal ficticio continuo mensual expresado en litros por segundo y hectárea.

NRb (m^3/ha)	ALFALFA (aspersión)	MAÍZ (aspersión)	MAÍZ+CEBADA (aspersión)	CEBADA (aspersión)	TRIGO (aspersión)
ENERO			49	49	49
FEBRERO			431	431	431
MARZO	127		849	849	871
ABRIL	936		813	813	963
MAYO	1.395	131	637	637	1.123
JUNIO	1.719	1.289	247	247	519
JULIO	2.088	2.780	86		
AGOSTO	1.811	2.359	1.432		
SEPTIEMBRE	1.323	600	1.323		
OCTUBRE			149		
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
TOTAL AÑO	**9.399**	**7.159**	**6.016**	**3.025**	**3.956**

NRb (m^3/ha)	MELOCOTÓN (goteo)	TOMATE (goteo)	ALTERNATIVA (m^3/ha)	ALTERNATIVA (l/s·ha)
ENERO			15	0,01
FEBRERO			129	0,05
MARZO			307	0,11
ABRIL	139		633	0,24
MAYO	948	12	847	0,32
JUNIO	1.403	627	1.135	0,44
JULIO	1.725	2.048	1.595	0,60
AGOSTO	1.224	1.896	1.610	0,60
SEPTIEMBRE	272	936	948	0,37
OCTUBRE			27	0,01
NOVIEMBRE			0	0,00
DICIEMBRE			0	0,00
TOTAL AÑO	**5.711**	**5.518**	**7.245**	**2,74**

La alternativa de cultivos planteada presenta unas necesidades hídricas brutas anuales de **7.245 m^3/ha** con una demanda máxima en el mes de agosto en el que requiere un volumen de **1.610 m^3/ha**, equivalente a un **caudal ficticio continuo de 0,60 l/s**.

7. RESUMEN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO DE LA ZONA

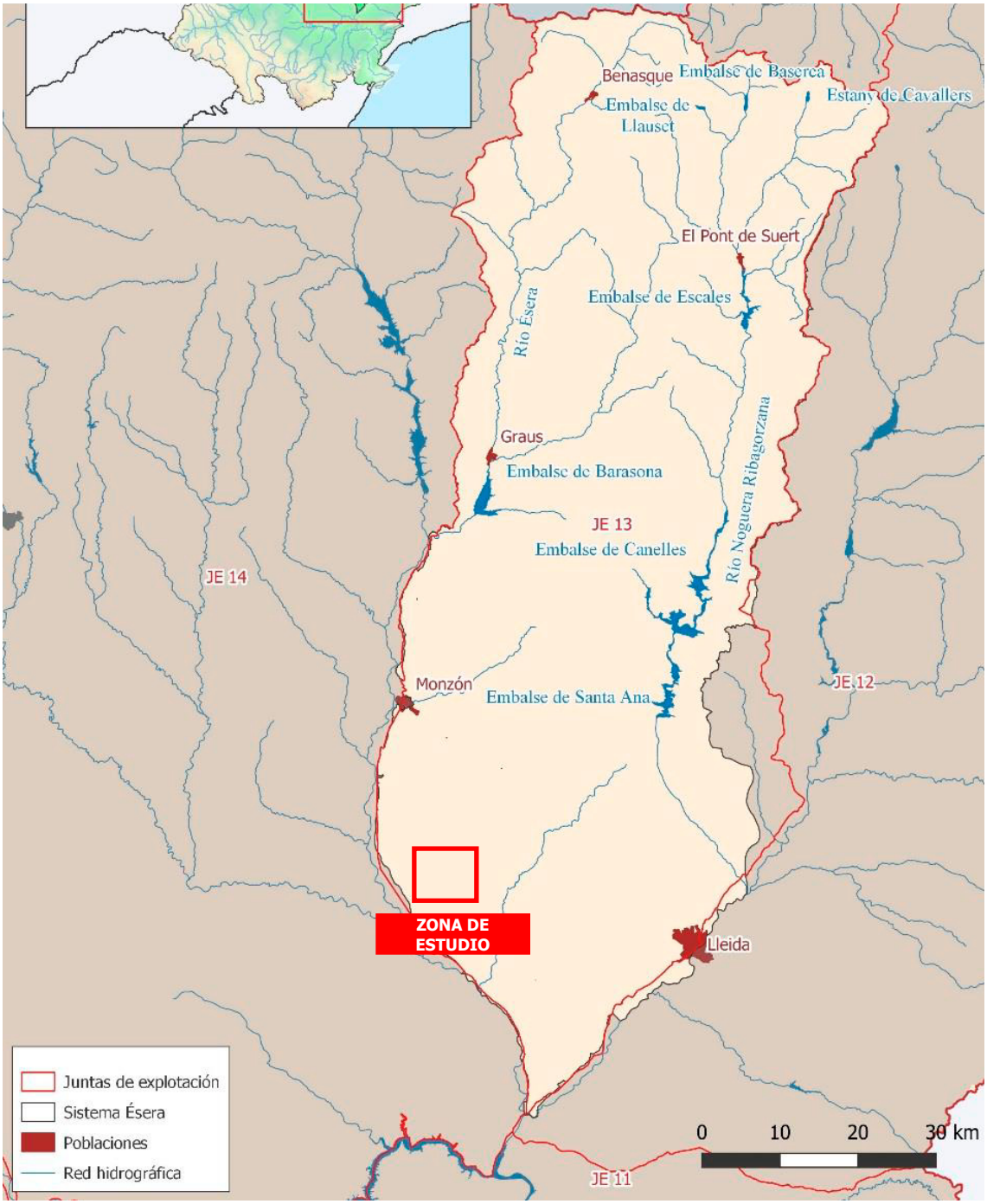
Con los condicionantes reflejados anteriormente y los resultados reflejados en las tablas anteriores se deducen las siguientes necesidades para la alternativa de cultivos planteada:

- Dotación de agua: .....**7.245 m^3/ha·año**.
- Superficie a modernizar.....**762,3666 ha**
- Volumen anual consumido por toda la zona regable:..... **5.523.346 m^3**
- Dotación máxima en el mes más desfavorable (agosto):..... **0,60 l/s·ha**.
- Caudal ficticio continúo en el mes más desfavorable (agosto):.....**457,42 l/s**

8. HIDROLOGÍA

8.1. ORIGEN DEL AGUA

Conforme al Anejo 6, Sistemas de Explotación y Balances, del Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (Tercer ciclo: 2022-2027) la zona de riego se localiza en el sistema de explotación Ésera-Noguera Ribagorzana.



Mapa del Sistema de Explotación Ésera-Noguera Ribagorzana (Plan Hidrológico de la parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro-3º ciclo).

Los aprovechamientos más destacables de este sistema son los regadíos vinculados al **Canal de Aragón y Cataluña**. Este sistema de explotación dispone de dos embalses, el embalse de Barasona o Joaquín Costa sobre el río Ésera con capacidad de 84,7 Hm^3 y el embalse de San Salvador, ubicado en derivación sobre el arroyo de La Clamor para la regulación del Canal de Aragón y Cataluña y que cuenta con una capacidad de 133,13 hm^3.

La principal infraestructura de transporte de agua del sistema en el **Canal de Aragón y Cataluña**, que enlaza las aguas del Noguera Ribagorzana a las del Ésera (a través del Canal de Enlace, de 26 m3/s de capacidad) y cuya arteria principal es el propio Canal de Aragón y Cataluña, con 36 m^3/s de capacidad teórica en origen (actualmente no alcanza los 32 m^3/s). El principal canal derivado es el **Canal de Zaidín.**

La superficie de modernización de regadío de la comunidad de regantes Nuestra Señora de La Alegría se encuentra en la cuenca del río Cinca. El cauce del Cinca se encuentra a entre 2,7 y 7,2 km de la zona de riego.

La Comunidad de Regantes de La Alegría se abastece del citado Canal de Zaidín, a través de 2 tomas ubicadas en el propio canal y a través de otras dos ubicadas en la Acequia de San Sebastián siendo esta acequia un ramal del Canal de Zaidín.

En la tabla siguiente se muestran las diferentes demandas de agua, para varios horizontes temporales en cada una de las unidades definidas, así como para el conjunto del sistema. En rojo se destacan los valores correspondientes a la unidad de demanda 30 correspondiente a la zona de estudio.

	Unidad de demanda	Población residente (hab)	Demanda urbana (hm^3/año)	Demanda industria (hm^3/año)	Superficie regable (ha)	Demanda regadío (hm^3/año)	Demanda ganadería (hm^3/año)	Demanda total (hm^3/año)
Situación	UD 27	6.593	0,818	0,016	963	2,876	2,043	5,753
	UD 29	160.553	17,033	3,846	20.175	215,468	3,543	239,890
	UD 30	95.710	11,878	1,773	96.251	792,914	12,856	819,421
	UD 31	0	0	0	8.000	48,000	0,215	48,215
	UD 32	9.554	1,186	0,282	1.596	5,134	1,572	8,174
	Sistema Ésera - Noguera Ribagorzana	**272.410**	**30,915**	**5,917**	**126.985**	**1.064,392**	**20,229**	**1.121,453**
Horizonte 2027	UD 27	5.894	0,731	0,017	963	2,876	2,186	5,810
	UD 29	166.883	17,707	4,045	26.135	247,253	3,791	272,796
	UD 30	99.386	12,334	1,864	96.251	792,914	13,756	820,868
	UD 31	0	0	0	8.000	48,000	0,23	48,230
	UD 32	9.056	1,124	0,297	1.596	5,134	1,682	8,237
	Sistema Ésera - Noguera Ribagorzana	**281.219**	**31,896**	**6,223**	**132.945**	**1.096,177**	**21,645**	**1.155,941**
Horizonte	UD 27	5.050	0,627	0,018	963	2,876	2,338	5,859
	UD 29	173.483	18,418	4,325	26.135	247,253	4,056	274,052

UD 30	103.073	12,791	1,994	96.251	792,914	14,719	822,418
UD 31	0	0	0,000	8.000	48,000	0,246	48,246
UD 32	8.331	1,034	0,317	1.596	5,134	1,8	8,285
Sistema Ésera - Noguera Ribagorzana	**289.937**	**32,870**	**6,654**	**132.945**	**1.096,177**	**23,159**	**1.158,860**

Previsión de demandas en diferentes horizontes temporales, en el sistema de explotación Ésera-Noguera Ribagorzana (Plan Hidrológico de la parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro-3º ciclo).

8.2. MASAS DE AGUA AFECTADAS

8.2.1. MASAS DE AGUA SUPERFICIALES

Las masas superficiales afectadas por el proyecto conforme al informe de compatibilidad e integración con el plan hidrológico y existencia de derecho al uso del agua del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro, son las siguientes:

- **ES091MSPF434:** Río Ésera desde la presa de Barasona y la toma de la central de San José y del Canal de Aragón y Cataluña hasta la desembocadura del Cinca.

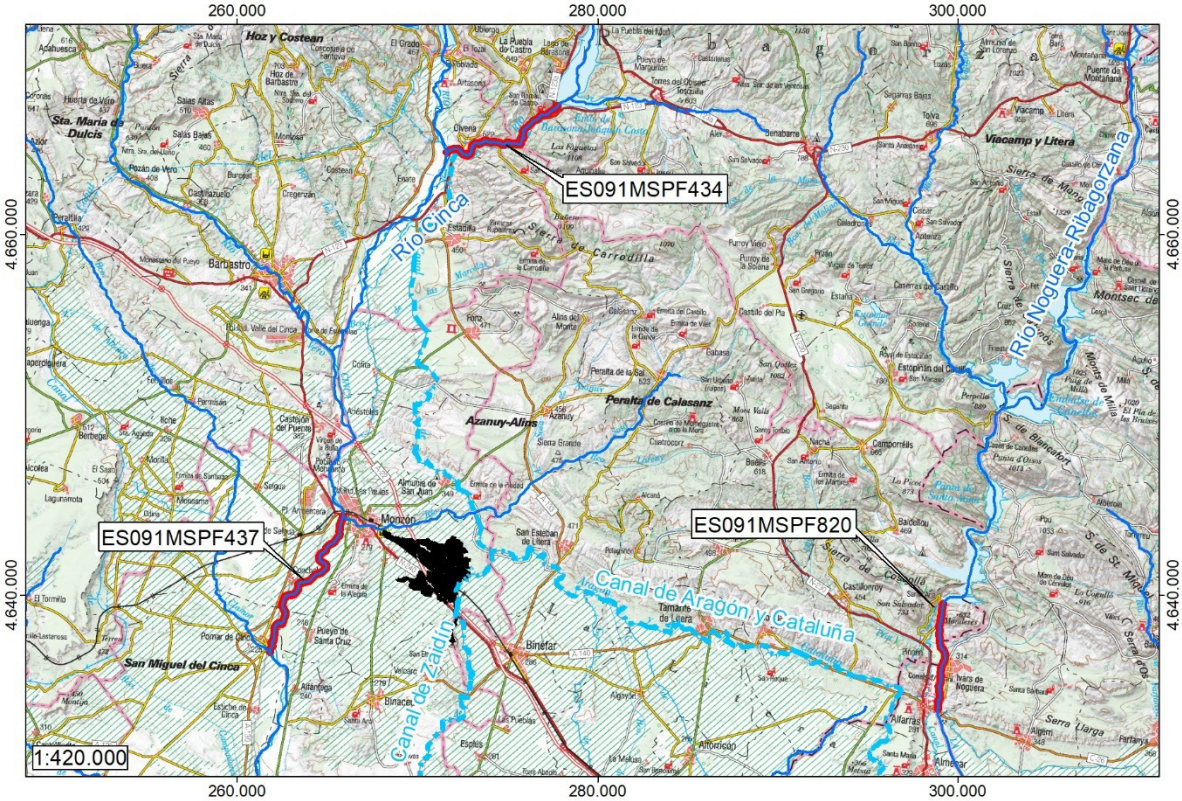
Naturaleza de la masa de agua superficial:	Natural
Categoría de la masa de agua superficial:	Río
Presiones e impactos identificados en el plan hidrológico:	No identificado mal estado químico por extracciones
Estado ecológico:	Alcanza el buen estado
Estado químico:	Alcanza el buen estado
Estado global:	Alcanza el buen estado
Objetivo medioambiental en el plan hidrológico:	Buen estado en 2021

- **ES091MSPF820:** Río Noguera Ribagorzana desde la presa de Santa Ana hasta la toma de canales de Alfarrás.

Naturaleza de la masa de agua superficial:	Natural
Categoría de la masa de agua superficial:	Río
Presiones e impactos identificados en el plan hidrológico:	No identificado mal estado químico por extracciones
Estado ecológico:	No alcanza el buen estado
Estado químico:	Alcanza el buen estado
Estado global:	No alcanza el buen estado
Objetivo medioambiental en el plan hidrológico:	Buen estado en 2027

- **ES091MSPF437:** Río Cinca desde el río Sosa hasta el río Clamor I.

Naturaleza de la masa de agua superficial:	Natural
Categoría de la masa de agua superficial:	Río
Presiones e impactos identificados en el plan hidrológico:	Riesgo alto de no alcanzar el buen estado por contaminación por nutrientes
Estado ecológico:	No alcanza el buen estado
Estado químico:	No alcanza el buen estado
Estado global:	No alcanza el buen estado
Objetivo medioambiental en el plan hidrológico:	Buen estado en 2027



Masas de agua superficial cercanas al proyecto (Plan Hidrológico de la parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro-3º ciclo). En negro superficie de modernización e instalaciones de riego.

Las dos primeras masas de agua superficial se señalan por la Confederación Hidrográfica del Ebro a efectos de extracción de aguas, mientras que la tercera lo es a efectos de retornos de riego.

La masa de agua superficial ES091MSPF820 no alcanza el buen estado ecológico por lo que no alcanza el buen estado global. Entre las medidas a adoptar se contemplan proyectos de mejora y modernización de regadíos, como el que se analiza en este estudio.

La masa de agua superficial ES091MSPF437 no alcanza el buen estado ecológico, ni el buen estado químico, por lo que no alcanza el buen estado global. Entre las medidas a

adoptar para alcanzar los objetivos medioambientales se contemplan proyectos se mejora y modernización de regadíos, como el que se analiza en este estudio.

8.2.2. MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Conforme al informe de compatibilidad e integración con el plan hidrológico y existencia de derecho al uso del agua del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro, el proyecto afecta a la siguiente masa de agua subterránea:

- **ES091MSBT060** Aluvial del Cinca.

Naturaleza de la masa de agua superficial:	Subterránea
Categoría de la masa de agua superficial:	
Presiones e impactos identificados en el plan hidrológico:	Riesgo alto de no alanzar el buen estado por contaminación por nutrientes
Estado cuantitativo:	Alcanza el buen estado
Estado químico:	No alcanza el buen estado
Estado global:	No alcanza el buen estado
Objetivo medioambiental en el plan hidrológico:	Buen estado en 2033

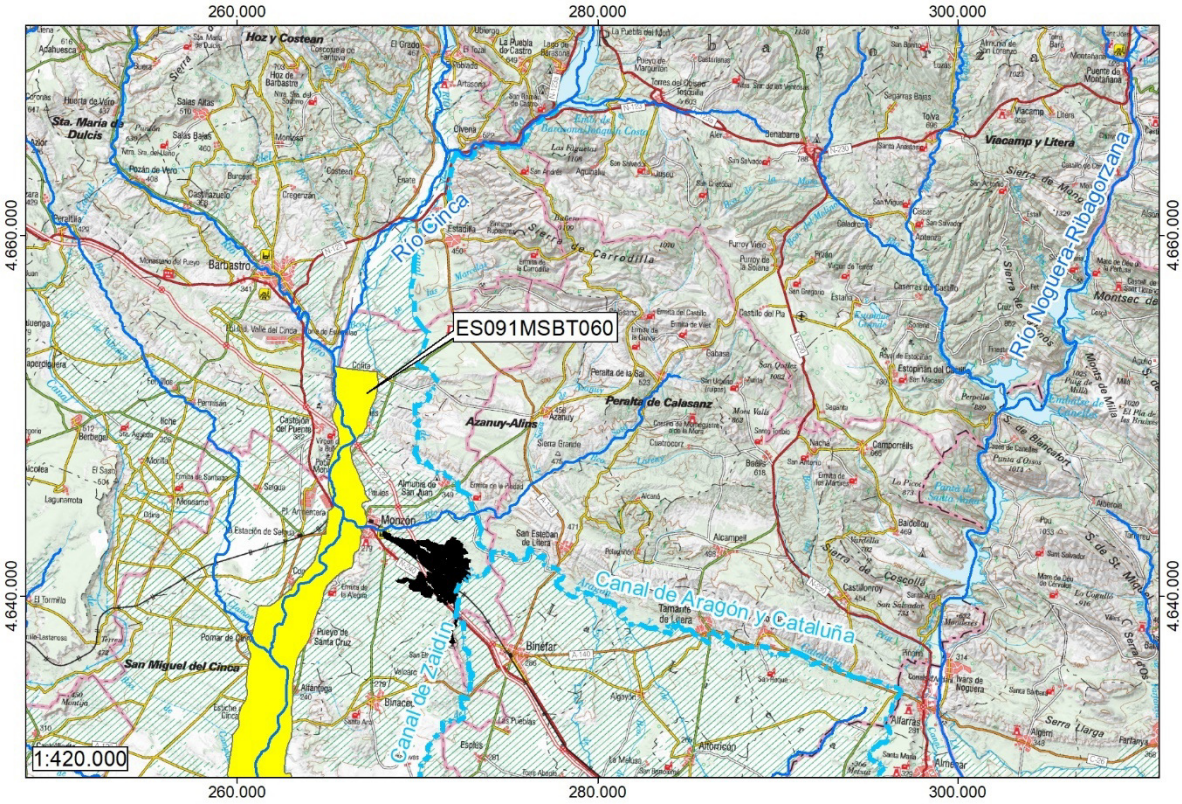


Figura 28. Masas de agua subterránea cercanas al proyecto (Plan Hidrológico de la parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro-3º ciclo). En negro superficie de modernización e instalaciones de riego. Base cartográfica MTN. ETRS89 huso 31.

La recarga de esta masa de agua se produce fundamentalmente por infiltración de los retornos de riego sobre buena parte de la superficie permeable de toda la masa de agua, y en menor medida por infiltración de pequeños afluentes laterales al llegar a los materiales permeables en contacto con las terrazas, y por infiltración directa de las precipitaciones. La descarga se produce hacia el río Cinca y también mediante bombeos.

El principal acuífero, constituido por el aluvial actual y terrazas bajas, se encuentra conectado con el rio, manteniendo de forma general un flujo subparalelo a este, que actúa como eje receptor de las descargas del acuífero.

La influencia de los retornos de riego sobre la recarga de esta masa de agua queda reflejada en el comportamiento de los niveles piezométricos, cuyos máximos se produce en los meses de verano, coincidiendo con las épocas de riego, a la par que desciende el nivel de base del rio. Sin embargo, en las épocas sin riego ocurre el fenómeno contrario, produciéndose por tanto una disminución del gradiente. Las terrazas colgadas y depósitos de glacis desconectados del río, se comportan como acuíferos independientes. Su recarga es mucho más reducida, limitada a la infiltración de los retornos de riego y en menor medidas de las precipitaciones. Las descargas se producen por lo general a través de pequeños manantiales asociados a contactos litológicos con las formaciones de baja permeabilidad del Terciario subyacente.

La masa de agua superficial ES091MSBT060 no alcanza el buen estado químico por lo que no alcanza el buen estado global.

Se han comprobado el impacto NUTR – Contaminación por nutrientes y se considera probable el impacto CHEM – Contaminación química.

Se ha evaluado como alto el riesgo NUTR – Contaminación por nutrientes y como medio el riesgo CHEM – Contaminación química.

El incumplimiento de los límites de nitratos en la masa de agua obliga a la implementación de medidas sobre contaminación difusa por parte de las Autoridades Competentes en la materia. Las predicciones indican que una reducción de hasta el 40% de la aplicación de nitrógeno total en la masa de agua, en función del sector, permitiría que se redujese de forma continuada la concentración de nitratos en la masa de agua y que en 2027 no solo se alcanzasen concentraciones inferiores a 50 mg/l, sino que se eliminara el riesgo de no alcanzar los objetivos medioambientales por presencia de nitratos en la masa (concentraciones inferiores a 40 mg/l).

El aluvial del Cinca, está incluido en las áreas vulnerables a la contaminación por nitratos, definidas por el Gobierno de Aragón en la Orden AGM/83/2021, de 15 de febrero, por la que se designan y modifican las Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma de Aragón y por la que se aprueba el V Programa de Actuación sobre las Zonas Vulnerables de Aragón.

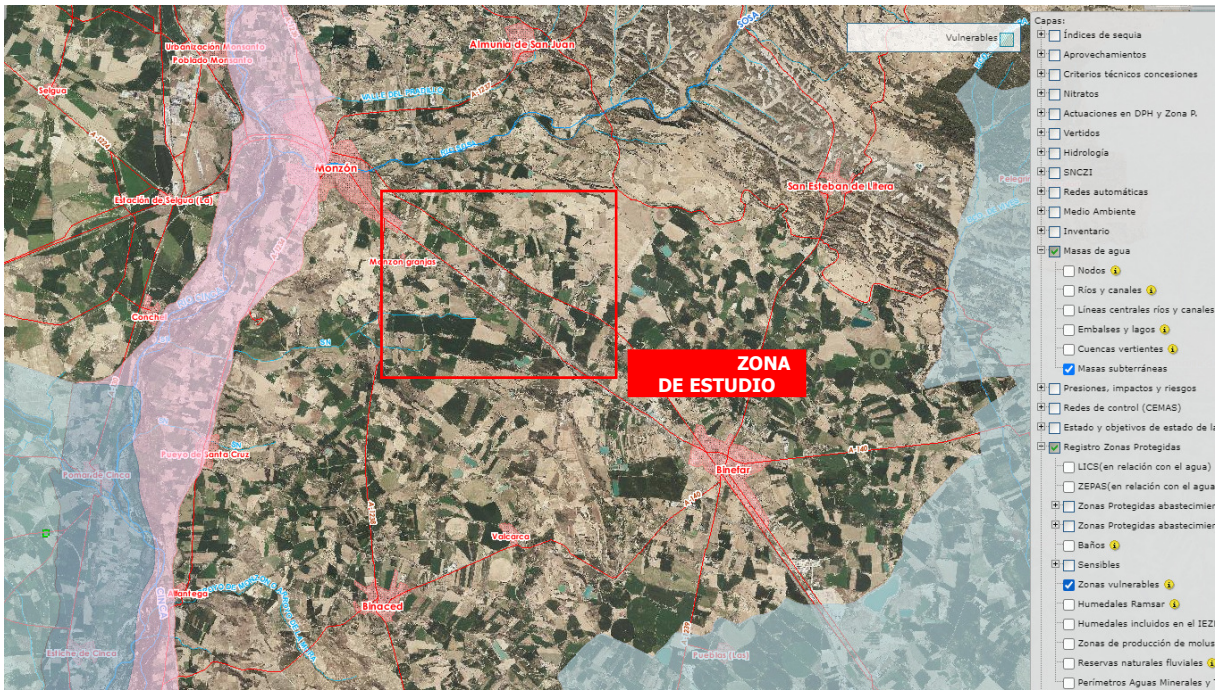


Figura 29. Zonas vulnerables a la contaminación con nitratos (sombreado azul) y masas de agua subterránea (sombreado rosa) en el entorno de la zona de estudio (SITEbro).

9. RED DE CONTROL DE FLUJOS DE RETORNO

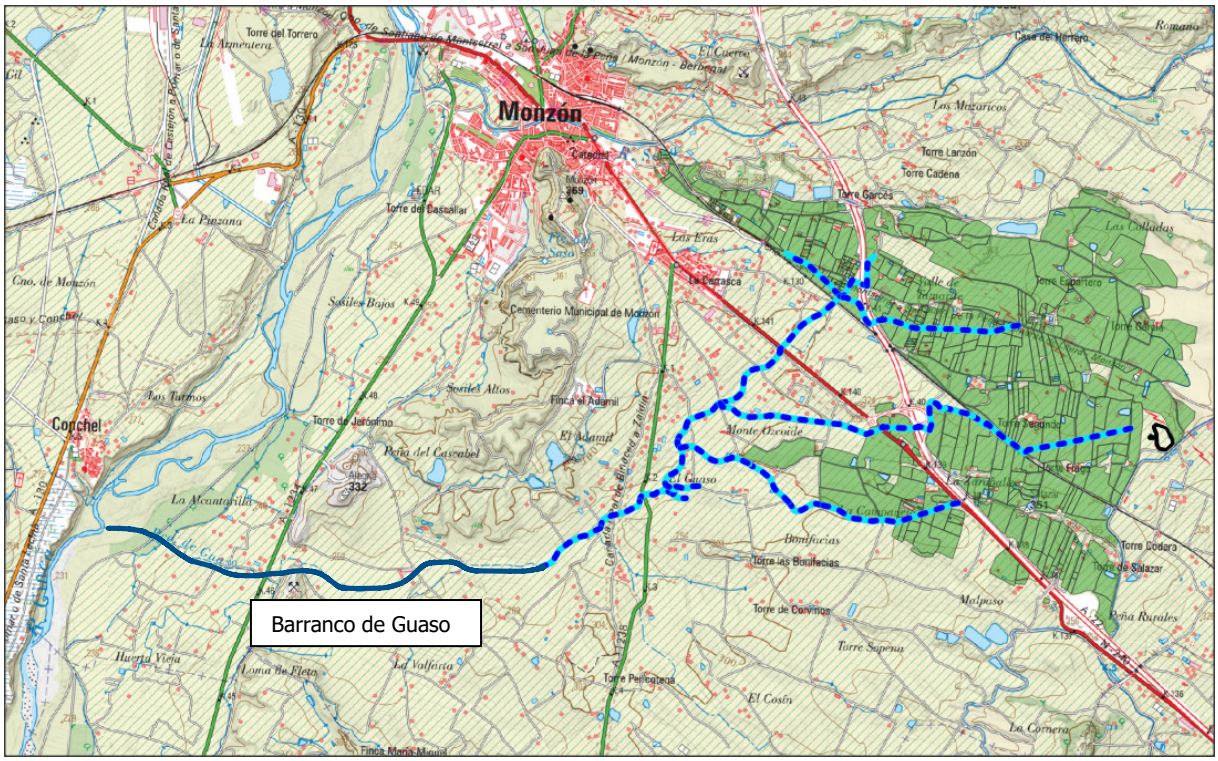
9.1. SISTEMA DE DRENAJE Y DESAGÜE DE LA COMUNIDAD

La superficie de modernización de regadío de la comunidad de regantes Nuestra Señora de La Alegría se encuentra en la cuenca del río Cinca. El cauce del Cinca se encuentra a entre 2,7 y 7,2 km de la zona de riego.

La hidrología superficial de la zona está condicionada por el regadío. Se identifican algunos pequeños regachos que desaguan en acequias de riego. También se identifican varias balsas de riego.

Dentro de la superficie de la comunidad de regantes existe una pequeña red de colectores de desagüe enterrados que van a desembocar al barranco de Guaso, el cual desagua en el Cinca aguas abajo de Conchel. No se ha identificado ningún desagüe a cielo abierto en la comunidad de regantes.

En el siguiente mapa se identifican los principales colectores de desagüe enterrados que van a desembocar al barranco de Guaso.



Hidrología superficial en el MTN del IGN. En verde parcelas de riego; en trazo azul los colectores de desagüe existentes. ETRS89 huso 31.

La zona de riego no se encuentra sobre masas de agua subterránea.

9.2. PUNTOS DE CONTROL DE FLUJOS DE AGUA SUPERFICIAL

La superficie de la comunidad de regantes se encuentra delimitada al norte por la Acequia de San Sebastián y al Este por el Canal de Zaidin.

Ambas infraestructuras discurren por los terrenos de mayor altitud y definen la superficie dominada de riego de la comunidad de regantes, no existiendo aportaciones de agua al otro lado de dichas canalizaciones, por lo que la práctica totalidad de las aguas de drenaje y escorrentía superficial captadas por la red de colectores de desagüe de la comunidad proceden de la propia superficie de riego de la comunidad. No se considera por tanto necesario el control de las entradas externas de agua de escorrentía al sistema dado que no se producen.

Para la selección los emplazamientos más adecuados para la instalación de los puntos de control y caracterización de las salidas de agua o flujos de retorno del sistema se ha partido de los trazados de la red de colectores de desagüe de la comunidad de regantes y de los modelos digitales del terreno, definiéndose las zonas de la comunidad y superficies que vierten sobre dichos colectores principales, tratando de que dichos emplazamientos controlen la mayor parte de la superficie posible de la comunidad y evitando al mismo tiempo que capten escorrentías de parcelas ajenas a la presente actuación de modernización.

Teniendo en cuenta estas premisas, se han localizado dos puntos idóneos para el emplazamiento de las instalaciones de control cuyas coordenadas ETRS 89 UTM Zona 31N:

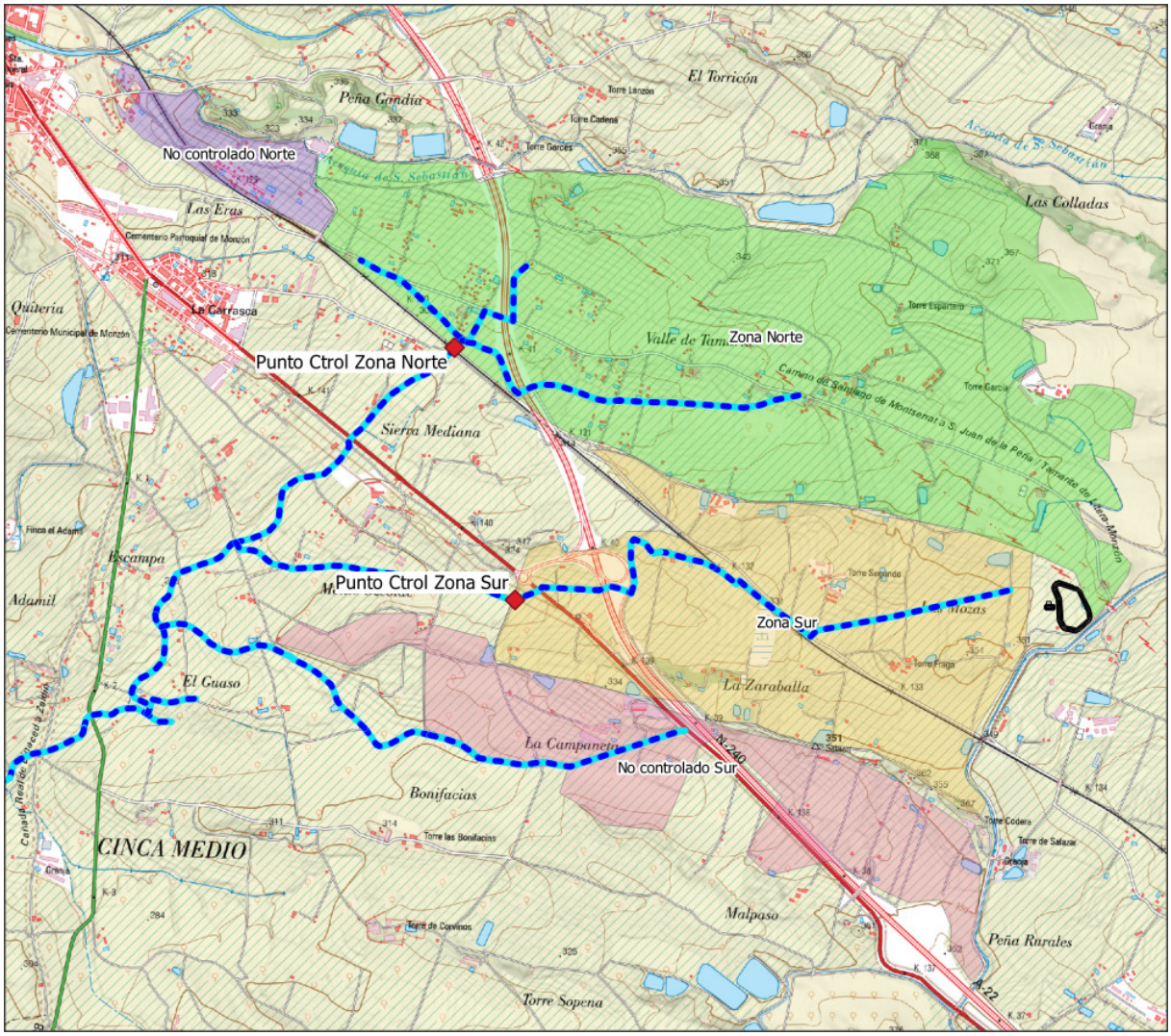
Punto control Zona Norte: 269.692; 4.642.245

Punto control Zona Sur: 269.968; 4.641.036

En ambos puntos el colector enterrado de desagüe está formado por una tubería de hormigón de DN400 mm.

En resumen, la opción propuesta consiste en controlar en cantidad y calidad los colectores indicados ubicados a la salida la CR (punto rojos del plano aportado), mediante la instalación de dos estaciones de aforos equipadas con equipos de medición de altura de agua y toma-muestras automático.

En el siguiente plano se muestran gráficamente el emplazamiento de los dos puntos de control proyectados y la superficie que controlarían.



Las superficies dominadas por los puntos se detallan en la siguiente tabla:

	Superficie	Porcentaje
Punto Control Zona Norte	406,21	53,28%
Punto Control Zona Sur	209,72	27,51%
No controlado Norte	24,78	3,25%
No controlado Sur	121,65	15,96%
Total	762,366	

A través de ambos puntos de control se podrá controlar el 81% de la comunidad. Por otro lado, existe una superficie de unas 146 ha, que representan un 19% de la superficie de riego de la comunidad que no podrán ser controlados por los puntos de control proyectados.

9.3. PROGRAMA DE MUESTREO

Para el seguimiento de las aguas superficiales se plantea el siguiente plan de muestreo:

1. Instalar toma muestras automático con el que se realizará un **muestreo exhaustivo durante el primer año de riego**. El objetivo es definir periodos con concentraciones (o masas) más o menos estables (con varianza pequeña). Este procedimiento se puede aplicar al conjunto de la estación de riego, o de no riego, si no hay periodos claros de concentraciones más o menos estables. Las fechas de muestreo a intervalos iguales se establecen para cumplir con la frecuencia requerida en cada periodo. Así el primer año se establece el siguiente plan de muestreo:
   a. **Durante la campaña de riego (ER)**: determinación cada dos días de nitrógeno y fósforo, determinación mensual de plaguicidas y sólidos disueltos totales y determinación semestral de un análisis completo (aniones y cationes). Al coste de los análisis químicos hay que añadir el coste horario de personal y el desplazamiento a la zona para recoger las muestras de la toma automática.

   b. **Durante la campaña de no riego (EnR)**: determinación semanal de nitrógeno y fósforo, determinación mensual de plaguicidas y sólidos disueltos totales y determinación semestral de un análisis completo (aniones y cationes).
2. Otra opción es la instalación de sondas con analizador in situ de NO3. Estos equipos tienen un coste de inversión importante, pero sobre todo tienen un coste de mantenimiento elevado. Para el mantenimiento será necesario contratar los servicios de una empresa especializada.
3. Con los datos obtenidos del primer año de muestreo intensivo se realizará un informe anual (a realizar por un experto). En el mismo se establecerá el número de periodos con concentraciones de N y P más o menos estables y se definirán las frecuencias de muestreo definitivas. Estos ajustes del plan de muestreo con el presupuesto establecido en el proyecto de obra. El objetivo es que cuando acabe el periodo financiado, el plan de muestreo final sea adecuado para la zona y pueda ser asumido por la Comunidad de Regantes. Este plan de muestreo tiene que estar supervisado por un experto y servir a los objetivos de la red de control.

10. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

La previsión de los días trabajables en función de la climatología se determina acorde al método descrito en los "Datos Climáticos para Carreteras" de la Dirección General de Carreteras y editada por el MOPU.

Según dicha publicación se aportan las siguientes definiciones:

- Día aprovechable. Para cada clase de obra se entiende por día aprovechable, en cuanto a clima se refiere, el día en que la precipitación y la temperatura del ambiente son inferior y superior, respectivamente, a los límites que se definen más adelante.

- Temperatura límite del ambiente para la ejecución de unidades bituminosas, tales como riegos, tratamientos superficiales o por penetración, y mezclas bituminosas. Es aquélla que se acepta normalmente como límite por debajo del cual no pueden ponerse en obra dichas unidades. En este estudio se toma como temperatura límite de puesta en obra de riegos, tratamientos superficiales o por penetración, la de 10°C; y para mezclas bituminosas la de 5°C.

- Temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos. Se adopta 0°C.

- Precipitación límite. Se establecen dos valores de la precipitación límite diaria: 1 mm por día y 10 mm por día. El primer valor limita el trabajo en ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia; y el segundo valor limita el resto de los trabajos. Se entiende que, en general, con precipitación diaria superior a 10 mm no puede realizarse ningún trabajo sin protecciones especiales.

10.1. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LOS TRABAJOS

En la mencionada publicación se establecen unos coeficientes de reducción a aplicar al número de días laborables de cada mes:

Nm: Coeficiente de reducción por helada

Es el cociente entre el número de días del mes en que la temperatura mínima es superior a 0º C y el número de días del mes.

$$\eta_m = \frac{N^o \text{ de días del mes con temperatura mínima} > 0^o C}{N^o \text{ de días del mes}}$$

Tm: Coeficiente de reducción por temperatura límite en riegos y tratamientos superficiales o por penetración.

Es el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10ºC y el número de días del mes.

$$\tau_m = \frac{N^o \text{ de días del mes con temperatura a las 9 de la mañana} \geq 10^o C}{N^o \text{ de días del mes}}$$

T'm: Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas.

Es el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 8 de la mañana es igual o superior a 5º C y el número de días del mes.

$$\tau'_m = \frac{N^o \text{ de días del mes con temperatura a las 9 de la mañana} \geq 5^o C}{N^o \text{ de días del mes}}$$

Lm: Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo.

Es el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm y el número de días del mes.

$$\lambda_m = \frac{N^o \text{ de días del mes con precipitación} < 10 \text{ mm}}{N^o \text{ de días del mes}}$$

L'm: Coeficiente por reducción por lluvia límite de trabajo.

Es el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm y el número de días del mes.

$$\lambda'_m = \frac{N^o \text{ de días del mes con precipitación} < 1 \text{ mm}}{N^o \text{ de días del mes}}$$

Para el cálculo de los coeficientes se han tomado los datos correspondientes a la estación de Monflorite (Huesca) al igual que para la toma de los datos agroclimáticos. Para los valores de la temperatura a las 9 de la mañana se han considerado los registrados a las 7 h del horario solar, que corresponde a las 9 h del horario oficial en verano y a las 8 h del horario oficial en invierno.

Se indican los factores climatológicos que se considera afectan a las principales unidades de obra:

FACTORES LIMITANTES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

TIPO DE OBRA	$T_{min} \leq 0ºC$	$T_{9h} < 5ºC$	$T_{9h} < 10ºC$	$P \geq 1$ mm	$P \geq 10$ mm
Explanaciones	SI	-	-	SI	SI
Hormigones	SI	-	-	-	SI
Producción de áridos	-	-	-	-	SI
Riegos y tratamientos superficiales	-	SI	-	SI	-
Mezclas bituminosas	-	-	SI	SI	-

La probabilidad de ocurrencia de los condicionantes de tipo termométrico y pluviométrico es independiente y la ejecución de las obras habrá de suspenderse temporalmente ante la incidencia de cualquiera de ellos, por tanto, para las unidades de obra en que se consideran ambos el coeficiente de reducción será el producto de los coeficientes de ambos factores.

Acorde a lo señalado, los coeficientes reductores a aplicar para las principales unidades de obra del proyecto serán los siguientes:

- Explanaciones: $CE = \eta m \cdot (\lambda m + \lambda' m)/2$

- Hormigones: $CH = \eta m \cdot \lambda m$

- Producción de áridos: $CA = \lambda m$

- Riegos y tratamientos superficiales: $CR = \tau m \cdot \lambda' m$

- Mezclas bituminosas: $CM = \tau' m \cdot \lambda' m$

Para el cálculo de los días realmente trabajables de cada mes se deben tener en cuenta dos factores:

- Los días festivos; que son variables según el año y la localidad, pero cuya importancia es notable: su coeficiente de reducción puede establecerse en cada caso a la vista del calendario laboral. Partiendo de los calendarios laborales de 2022/2023 para la provincia de La Rioja y contando los sábados como festivos se establece:

$$\mathbf{Cf = (n-f) / n}$$

Dónde:

n: nº días totales del mes

f: nº de días festivos del mes

Ante la posibilidad de que coincida que la climatología adversa se de en día festivo, se establece el siguiente criterio de cálculo del coeficiente total de reducción:

Si para un mes determinado Cf representa el coeficiente de reducción de días festivos, y Cm el coeficiente de reducción climatológico para una clase de obra determinada, (1- Cm) representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha unidad de obra; y (1- Cm) * Cf la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa. El coeficiente de reducción total será, por tanto:

$$Ct = 1- (1- Cm) * Cf$$

Los valores medios de los condicionantes climáticos y los coeficientes reductores correspondientes, así como el número de días previsiblemente aprovechables para cada uno de los tipos de unidades de obra consideradas, serán los que se recogen en los cuadros siguientes:

Calendario laboral Huesca 2023.

MEDIA DE LOS DATOS

DÍAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
< 0ºC	14	10	5	1	0	0	0	0	0	1	3	9	43
>10 º C	1	1	5	13	27	30	31	31	30	22	5	1	197
>5 ºc	10	12	23	28	31	30	31	31	30	30	21	11	288
> 10 mm	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	20
> 1 mm	5	6	8	5	7	7	4	4	6	5	5	7	69
Nº días (n)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Festivos (f)	3	0	0	3	1	0	0	2	0	1	1	3	14
Laborables	18	20	23	17	22	22	21	21	22	20	21	18	245

COEFICIENTES

FÓRMULAS														
ηm=nº días >0ºC / nº días mes		0,548	0,643	0,839	0,967	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,968	0,900	0,710	0,881
τm=nº días>10ºC / nº días mes		0,032	0,036	0,161	0,433	0,871	1,000	1,000	1,000	1,000	0,710	0,167	0,032	0,537
τ`m=nº días>5ºC / nº días mes		0,323	0,429	0,742	0,933	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,968	0,700	0,355	0,787
λm=nº días <10 mm / nº días mes		0,968	0,964	0,935	0,933	0,935	0,933	0,968	0,935	0,933	0,935	0,933	0,968	0,945
λ`m= nº días <1 mm / nº días mes		0,839	0,786	0,742	0,833	0,774	0,767	0,871	0,871	0,800	0,839	0,833	0,774	0,811
Hormigones	Cm = CH = ηm x λm	0,531	0,620	0,785	0,902	0,935	0,933	0,968	0,935	0,933	0,905	0,840	0,687	0,831
Explanaciones	Cm = CE = [(λm+λ`m)/2]*ηm	0,495	0,563	0,703	0,854	0,855	0,850	0,919	0,903	0,867	0,858	0,795	0,618	0,773
Áridos	Cm = CA = λm	0,968	0,964	0,935	0,933	0,935	0,933	0,968	0,935	0,933	0,935	0,933	0,968	0,945
Riegos y trata	Cm = CR = τm x λ`m	0,027	0,028	0,120	0,361	0,674	0,767	0,871	0,871	0,800	0,595	0,139	0,025	0,440
Mezclas bitun	Cm = CM= τ`m x λ`m	0,271	0,337	0,550	0,778	0,774	0,767	0,871	0,871	0,800	0,812	0,583	0,275	0,641
Cf = (n-f) / n		0,903	1,000	1,000	0,900	0,968	1,000	1,000	0,935	1,000	0,968	0,967	0,903	0,962
Hormigones	Ct = 1- (1-Cm)Cf	0,576	0,620	0,785	0,912	0,938	0,933	0,968	0,940	0,933	0,908	0,845	0,717	0,840
Explanaciones		0,544	0,563	0,703	0,869	0,860	0,850	0,919	0,909	0,867	0,863	0,802	0,655	0,784
Áridos		0,971	0,964	0,935	0,940	0,938	0,933	0,968	0,940	0,933	0,938	0,936	0,971	0,947
Riegos y trata		0,121	0,028	0,120	0,425	0,685	0,767	0,871	0,879	0,800	0,608	0,168	0,119	0,466
Mezclas bitun		0,341	0,337	0,550	0,800	0,781	0,767	0,871	0,879	0,800	0,818	0,597	0,345	0,657

DÍAS TRABAJABLES

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
Hormigones	10	12	18	16	21	21	20	20	21	18	18	13	206
Explanaciones	10	11	16	15	19	19	19	19	19	17	17	12	192
Áridos	17	19	22	16	21	21	20	20	21	19	20	17	232
Riegos y tratamientos	2	1	3	7	15	17	18	18	18	12	4	2	114
Mezclas bituminosas	6	7	13	14	17	17	18	18	18	16	13	6	161