

ANEJO 10.- INFORME DE EVALUACIÓN DE CAUDALES Y DESCARGA DE CONTAMINANTES

Informe

Evaluación de caudales y descarga de contaminantes de la zona regable de la Comunidad de Regantes Santa Ana en relación con el proyecto de modernización del regadío.

De: Asociación para la Integración de los Servicios de los Ecosistemas (AISECO)

Realizado por Ricardo Sorando Izquierdo (Licenciado en Ciencias Ambientales) y Francisco A. Comín Sebastián (Dr. En Ciencias Biológicas)

23 de mayo 2022

A: CINGRAL, Consultoría de Ingeniería

Realizado por.

Índice

Ricardo Sorando Izquierdo (Licenciado en Ciencias Ambientales), investigador contratado por la Universidad de Valencia (proyecto Erahumed). Es experto en la modelización con SWAT y SWAT-GIS y referencia de estudios en la cuenca del Flumen (Sorando, R., FA Comín, JJ Jiménez, JM Sanchez-Perez, S. Sauvage 2018. Water resources and nitrate discharges in relation to agricultural land uses in an intensively irrigated watershed. Science of The Total Environment. 659:1293-1306 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.023). Participo en los proyectos AMUSE (Análisis MUlti-escalar de los Servicios de los Ecosistemas bajo escenarios de uso del suelo para el desarrollo socioecológico en zonas rurales) y AGUAFLASH (Desarrollo de una metodología para la evaluación de los riesgos de degradación de la calidad del agua en cuencas agrícolas) de análisis de calidad y procesos en suelos de Monegros norte y de evaluación de servicios ecosistémicos en Aragón. Es profesor invitado de modelización y SIG en el master Gestión sostenible y gobernanza del agua en el medio natural y agrario del IAMZ-CIHEAM de Zaragoza)

Francisco A. Comín Sebastián (Dr. En Ciencias Biológicas). Profesor de Ecología (Universidad de Barcelona 1983-2022); Profesor de Investigación (Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC 2002-presente). Ha sido autor y director científico de numerosos proyectos de investigación (Plan Nacional, Europeos) y de restauración ecológica (Creamagua: www.creamagua.com). Ha realizado y dirigido numerosos estudios sobre la calidad del agua en Monegros y otros territorios (Comín F. A. et al. Floodplain capacity to depollute water in relation to the structure of biological communities. Ecological Engineering 103:301-314; Antigüedad, I., F. A. Comín, ... 2017. A simple multi-criteria approach to delimitate nitrate attenuation zones in alluvial floodplains. Four cases in south-western Europe. Ecological Engineering 103:315-331; Darwiche-Criado N., F. A. Comín, et al. 2017. Effects of wetland restoration on nitrate removal in an irrigated agricultural area: The role of in-stream and off-stream wetlands. Ecological Engineering 103:426-435; Darwiche-Criado N., ... F. A. Comín... 2016. Identifying spatial and seasonal land use impacts on surface water quality of a semiarid Mediterranean basin under irrigated agriculture. Environm. Science & Pollution Research 22:18626-18636). Ha sido profesor de masters en el IAMZ-CIHEAM (Ordenación del territorio en el medio rural; Gestión sostenible y gobernanza del agua en el medio natural y agrario).

1 Introducción	5
2 Antecedentes	5
3 Objetivos	6
4 Condiciones y limitaciones de partida	6
5 Localización	9
6 Consideraciones generales y aplicación del modelo	10
7 Preparación de la información para su uso en el modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT)	11
8 Aplicación del modelo a los balances generales hídrico y de nitrógeno	15
9 Caudales excedentes de riego antes y después de la modernización del regadío	17
10 Nutrientes	18
11 Conclusiones	22
12 Referencias	23

1 Introducción

Se realiza este informe para su inclusión en el *Proyecto de modernización integral de la Comunidad de regantes Valfonda de Santa Ana*.

Para una correcta interpretación de los resultados del presente informe se deben tener en cuenta los aspectos que se relatan en el siguiente apartado.

2 Antecedentes

- Los modelos son software basados en una serie de ecuaciones con la finalidad de simular la realidad. En este caso se ha utilizado Soil and Water Assessment Tool (SWAT), un modelo agro-hidrológico basado en numerosas ecuaciones que, en la mayoría de los aspectos, regulan el ciclo vital de un cultivo.
- SWAT se puede definir, de forma sencilla, como un software para la modelización integral de grandes cuencas, que permite conocer la dinámica hídrica de las cuencas bajo diversos escenarios actuales y futuros, permitiendo una visión holística de la cuenca. Por tanto, SWAT permite caracterizar los procesos físicos que controlan la transformación de la precipitación en escorrentía, a la vez que modeliza caudales, la erosión del suelo y el transporte de sedimentos, así como la movilización de nutrientes y la dispersión de contaminantes, en el conjunto de la cuenca. SWAT realmente es una herramienta que permite evaluar el impacto de las actividades humanas y/o del cambio climático sobre la cantidad y régimen de la producción de agua y sedimentos a escala de cuenca hidrográfica, de subcuenca o de Unidades Hidrológicas de Respuesta (HRU), porciones del territorio con condiciones hidrogeomorfológicas similares. Pero también es un software que se puede usar como herramienta de planificación puesto que permite valorar los efectos de los cambios de uso del suelo, de las actividades de restauración de ecosistemas y de las distintas prácticas de conservación del suelo sobre el conjunto de la cuenca, facilitando la toma de decisiones del gestor.
- De la zona de la Comunidad de regantes de Santa Ana, del canal de Monegros (Huesca) no hay datos que permitan calibrar la modelización. La fase de calibración es una parte importante de la modelización porque permite asegurar la bondad de los datos, el ajuste entre los datos simulados y los reales. Pero para calibración y validación de los resultados no basta con disponer de unos cuantos datos. Es necesario tener una serie larga de datos; no necesariamente tan larga como la del periodo de modelización pero si que cubran la variabilidad temporal de los datos. Para esto se ha disponer de un sistema de recogida de datos (y de análisis) "en continuo" o regulable a intervalos de tiempo que abarquen la variabilidad temporal (durante el día, entre días, entre periodos de cultivo del año, entre años con factores climáticos y otros distintos).
- Al no haber datos observados del propio sitio de interés, los resultados del modelo no han sido calibrados ni validados y han de tomarse como estimaciones de caudales y exportación de nutrientes.

- Las dosis de fertilización aportadas al modelo se obtuvieron de fuentes propias a partir de encuestas y consultas realizadas a agricultores en trabajos anteriores realizados en otros estudios de similar temática y zona de aplicación.

3 Objetivos

La utilización de modelos (modelización) para la estimación de variables ambientales es útil y generalizada cuando no se dispone de datos suficientes para la valoración de procesos en el medio ambiente y del estado de sus componentes. El resultado de una modelización no calibrada ni validada identifica patrones, tendencias y relaciones causa-efecto, pero no datos absolutos, de exportación de caudal y nutrientes en los retornos de riego en función de los cambios de cultivo y manejo agrícola asociados a la modernización del regadío.

El presente estudio tiene el objetivo de definir patrones, cambios de tendencias y localización de las zonas de mayor carga y concentración de nutrientes seg\un cambios en los caudales y calidad del agua de los retornos de riego. Para ello se ha comparado, mediante modelización de procesos agro-hidrológicos, el antes y el después de la modernización del regadío en la Comunidad de Regantes de Santa Ana. Se estudian únicamente los cambios de cultivo y dosis de riego, según la información aportada por CINGRAL (Cuadros 1 y 2). El resto de variables ambientales ajustables por el modelo, se mantienen fijas con el fin de que el resultado sólo tenga en cuenta los cambios conocidos y propuestos tras la modernización del regadío.

4 Condiciones y limitaciones de partida

Se parte de la siguiente información sobre la situación actual y propuestas de cambio tras la modernización del regadío:

- **Estudio Geotécnico para el proyecto de Modernización Integral del regadío de la Comunidad de Regantes de Santa Ana, TTMM de Torralba de Aragón, Almuniente, Torres de Barbués, Senés de Alcubierre y Tardienta (Huesca).** Estudio encargado por Cingral a IGEOSUMA, S.L. en el año 2021.
- **Planos de infraestructuras, cuencas, líneas de drenaje y cultivos actuales elaborados por CINGRAL para el presente estudio.**
- **GIS parcelario** de los municipios de Torralba de Aragón, Almuniente, Torres de Barbués, Senés de Alcubierre y Tardienta (Huesca).
- **Modelo Digital del Terreno.** Vuelos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA-IGN) (MDS05 de paso de malla 5m).
- **Datos actuales y propuestos después de la modernización del regadío de superficies, tipos y dotaciones de riego y tipos y necesidades hídricas de cultivos (Ver cuadros 1 y 2).**

Cuadro 1. Tipos y superficies de riego ACTUALES:

Técnica de riego y manejo	Superficie (hectáreas)	Porcentaje superficie
Aspersión: (aspersores, pivots, rangers...). Eficiencia 80%	231,01	8.51%
Localizado (goteros, microaspersión...). Eficiencia 90%	560,55	20.65%
Gravedad (manta, inundación, surco...). Eficiencia 60%	1.922,70	70.83%
TOTAL	2714,53	100%
CULTIVO	SUPERFICIE	
	ha	%
Pistacho, almendros y oliveras	587,70	21.65%
Maíz	325,74	12.00%
Alfalfa	488,62	18.00%
Pratenses	135,73	5.00%
Cereal de invierno	1.176,75	43.35%
TOTAL	2714.53	100%

Cuadro 2. Superficies de cultivo y necesidades hídricas mensuales por cultivo y Comunidad de Regantes estimadas TRAS EL PROYECTO:

Cultivo	Superficie (%)	Superficie (ha)
Almendo	35.00%	950,09
Alfalfa	15.00%	407,18
Maíz	35.00%	950,09
Cebada	15.00%	407,18
TOTAL	100.00%	2714.53

MES	NRb (m3/Ha)			
	Almendo	Alfalfa	Maíz	Cebada
Enero	0	112.01	0	125.3
Febrero	0	311.52	0	430.18
Marzo	0	458.29	0	692
Abril	359.3	750.69	0	1,055.65
Mayo	701.71	1,341.49	629.94	1,322.33
Junio	1,316.10	1,601.11	1,513.93	307.93
Julio	1,874.08	1,993.94	2,401.60	0
Agosto	1,302.98	1,672.74	2,021.44	0
Septiembre	789.71	1,102.44	1,195.22	0
Octubre	59.07	357.25	144.89	0
Noviembre	0	14.56	0	0
Diciembre	0	112.17	0	102
TOTAL	6,402.94	9,828.20	7,907.02	4,035.40

Alternativa	m³/mes	NRb (m3/Ha)	mm/día	Caudal (l/s y Ha)
Enero	96.624,46	35.6	0.11	0.01
Febrero	302.006,26	111.26	0.36	0.04
Marzo	468.374,63	172.54	0.56	0.06
Abril	1.076.865,71	396.7	1.28	0.15
Mayo	2.349.828,04	865.65	2.79	0.32
Junio	3.466.093,32	1,276.87	4.12	0.48
Julio	4.874.137,85	1,795.58	5.79	0.67
Agosto	3.839.576,11	1,414.46	4.56	0.53
Septiembre	2.334.742,07	860.09	2.77	0.32
Octubre	339.240,78	124.97	0.4	0.05
Noviembre	5.929,98	2.18	0.01	0
Diciembre	87.205,58	32.13	0.1	0.01
TOTAL	19.240.624,82	7,088.02		

La distribución de las parcelas tras modernización y el uso y prácticas agrícolas que se llevarán a cabo en cada una de ellas no están, de momento, definidos. Se cuenta con información general de lo que está previsto hacer en la zona estudiada sin detalle a escala de campo o parcela. La decisión de uso y tratamiento de manejo de las fincas corresponde a los propietarios, aunque siguiendo unas pautas y condiciones establecidas en el proyecto de modernización del regadío. Para la modelización de caudales y calidad del agua de los retornos de regadío se ha hecho una redistribución de cultivos tras la modernización del regadío al azar. No se ha polarizado esta redistribución de cultivos intentando minimizar la alteración en los resultados, en caso de que haya grandes diferencias en la redistribución real con respecto a lo propuesto en la modelización. Los terrenos dedicados actualmente al cultivo del almendo (560,61 ha) se mantienen tras la modernización y cuentan con sistema de riego por goteo.

Se parte con una escasa o nula disponibilidad de datos observados en la zona objeto de modernización. Las fuentes de información disponibles en el entorno más próximo están ubicadas en el aforo A191 en el río Flumen en Barbués (X 713449,2; Y 4651020,1). Esta fuente no se ha utilizado como referencia por no ser representativa de la zona de estudio ya que está ubicado en el río Flumen. Los caudales y características hidrológicas del Flumen son muy diferentes a los azarbes que drenan la zona de estudio.

5 Localización

La zona de estudio se localiza en los TTMM de Torralba de Aragón, Almuniente, Torres de Barbués, Senés de Alcubierre y Tardienta (Huesca), junto al canal de Monegros.

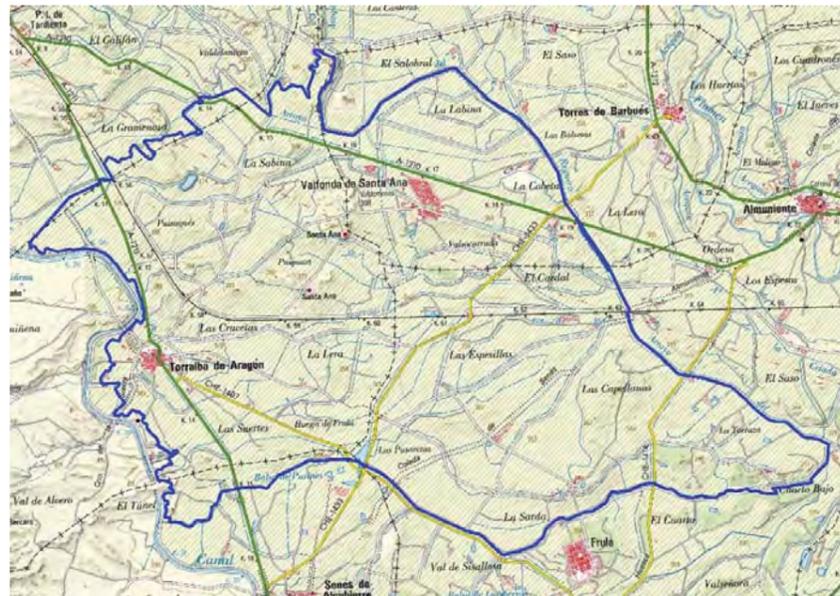
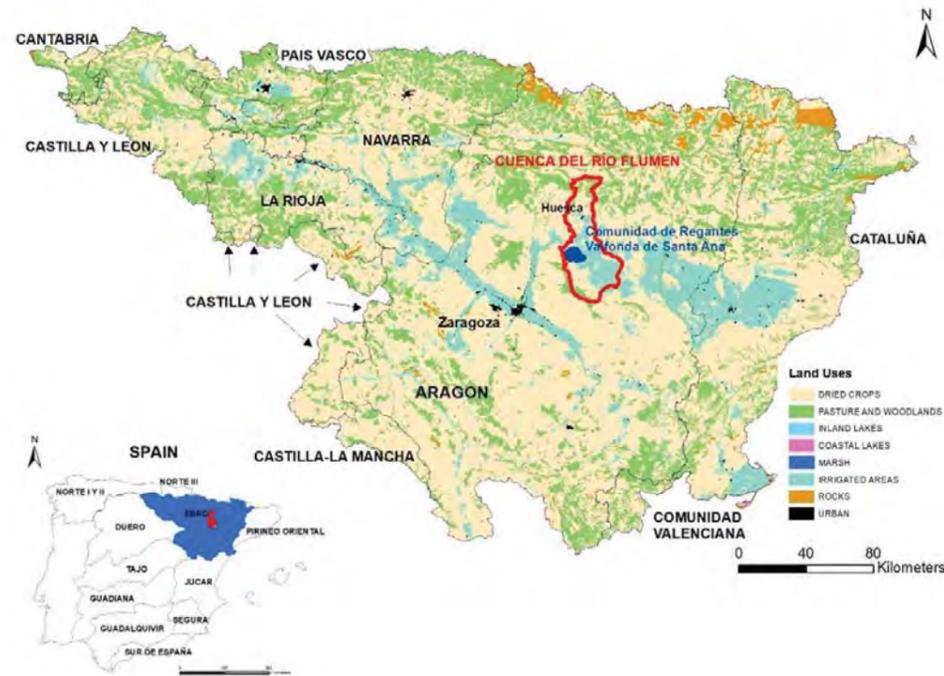


Fig.1 Localización de la zona de estudio en el ámbito nacional y dentro de la Cuenca Hidrográfica del Ebro. Detalle a escala local, en los TTMM de Torralba de Aragón, Almuniente, Torres de Barbués, Senés de Alcubierre y Tardienta (Huesca).

6 Consideraciones generales y aplicación del modelo

El modelo utilizado en este caso para evaluar y cuantificar flujos de agua y de nutrientes y pesticidas es el modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT) es un modelo muy utilizado en la actualidad, y en expansión, con esta finalidad. Se utilizó el modelo SWAT debido a su capacidad para predecir el impacto de las prácticas de manejo del suelo sobre el agua y el suelo en todo tipo de cuencas y territorios, especialmente en zonas complejas y aplicable a largos períodos de tiempo (Arnold *et al.* 1998; Neitsch *et al.* 2005).

Por otro lado, el modelo SWAT puede simular la cantidad y calidad del agua y el crecimiento de los cultivos simultáneamente. Con SWAT, una cuenca o un territorio se divide en sub-cuencas, las cuales se subdividen en Unidades Hidrológicas de Respuesta (HRUS) que son partes del territorio con la misma pendiente, uso de la tierra y características del suelo. Caudal, sedimentos y carga de nutrientes son calculados para cada subcuenca a partir de la modelización de las características de cada HRU y según el concepto de ciclo hidrológico representado en la figura siguiente (Fig. 2), requiriendo conocer o tener o simular datos de las características y procesos señalados en la figura. Con este modelo y partiendo de datos de precipitación, de las características del suelo, distribución espacial de usos y cultivos, gasto de agua y nutrientes, obtenidos de fuentes generales de información, de datos propios de estudios anteriores y los citados más arriba, se pueden estimar los flujos de agua del retorno de riego y los compuestos disueltos en estos flujos de agua en diferentes circunstancias o condiciones como son antes y después de la modernización del regadío en la zona de interés (Comunidad de Regantes de Santa Ana) en Monegros norte.

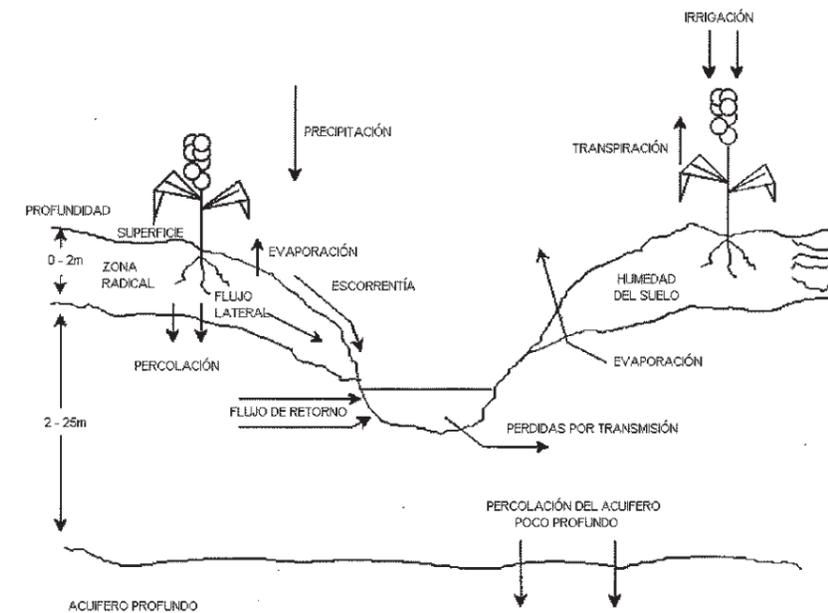


Fig. 2. Representación esquemática del ciclo hidrológico conceptual de SWAT (las cifras son orientativas)

El artículo de Sorando *et al.* (2019), que se refiere a la aplicación del modelo SWAT a la cuenca del río Flumen (cuenca donde se ubica la zona de la Comunidad de Regantes de Santa Ana) es referencia de la aplicación de SWAT a zonas agrícolas similares. No obstante, hay que tener en cuenta las particularidades de cada zona o subzona y las diferentes escalas espaciales o temporales. Cada propuesta de actuación o cambio de usos, la modernización del regadío en este caso, debe tener en cuenta escenarios de cambio futuros y plantear medidas preventivas o correctoras en caso de prever situaciones anómalas o no deseables desde el punto de vista medioambiental.

7 Preparación de la información para su uso en el modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT)

Para la modelización de caudales y nutrientes se han tenido en cuenta los cambios de uso en las parcelas propuestas de modernización de regadío. Se ha hecho coincidir la zona de modelización con el área de actuación del proyecto de modernización del regadío con el fin de modelizar únicamente lo relacionado con la modernización del regadío.

Para el trabajo de modelización y cálculo de excedentes de riego antes y después de la modernización del sistema de riego han sido necesarias una serie de tareas preparatorias de los datos para su adecuación al formato requerido por el modelo, que han consistido en lo siguiente:

- Delimitación del Modelo Digital del Terreno (MDT05) a la zona propuesta de modernización de regadío para ajustar las subcuencas hidrológicas de la Comunidad de Regantes Santa Ana a la red de drenaje de desagües de riego. (Fig.3).

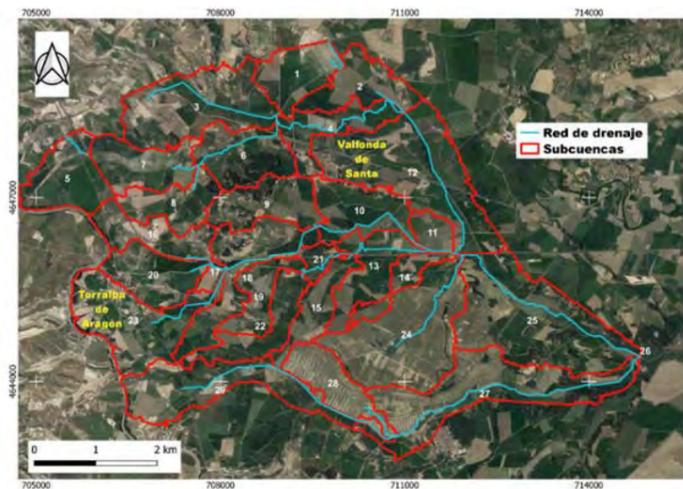


Fig. 3. Delimitación del área de estudio en subcuencas y red de drenaje, a partir del MDT.

- Establecer la jerarquía y secuencia ordenada de subcuencas (Fig. 4).

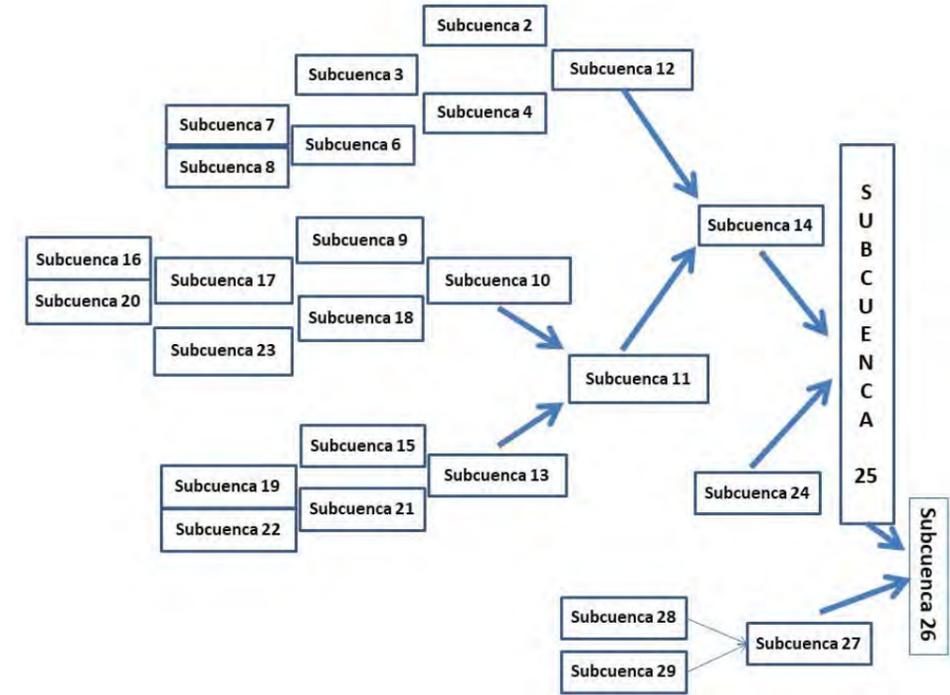


Fig. 4. Ordenación de subcuencas modelizadas desde la parte alta de la cuenca hasta la desembocadura en la subcuenca 26.

- Delimitación de la zona de estudio (Fig. 5).

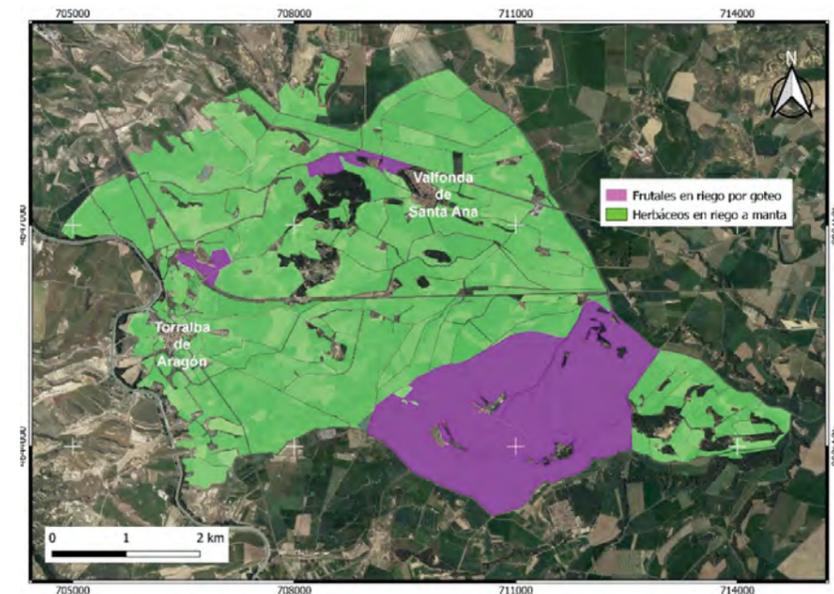


Fig. 5. Mapa de delimitación de zona agrícola objeto de modernización de riego y otros usos.

- Adaptación de la información agrícola al formato requerido por el modelo. Únicamente se han asignado labores agrícolas (laboreo, siembra, aplicación de fertilizantes y riegos, cosecha y cortes o siegas en el caso de la alfalfa) a los cultivos de maíz, alfalfa y cereal, propuestos como objetivo de modernización de regadíos. El resto de los usos se han mantenido fijos para que no alterasen los resultados de la modelización al comparar el antes y el después de la modernización del regadío. Debe notarse que una parte importante del área de la Comunidad de Regantes (aproximadamente el 20%) está ocupada por frutales y ya tiene modernizado el riego por goteo (Fig. 5).
- Redistribución aleatoria de cultivos tras la modernización del regadío. Actualmente no se tiene información detallada de localización de cultivos tras la actuación. Se han redistribuido aleatoriamente los cultivos por la zona de estudio, manteniendo las superficies totales actuales y previstas tras la modernización de regadíos y el área ya modernizada y dedicada al cultivo de almendros, según los Cuadros 1 y 2 (Fig. 6).

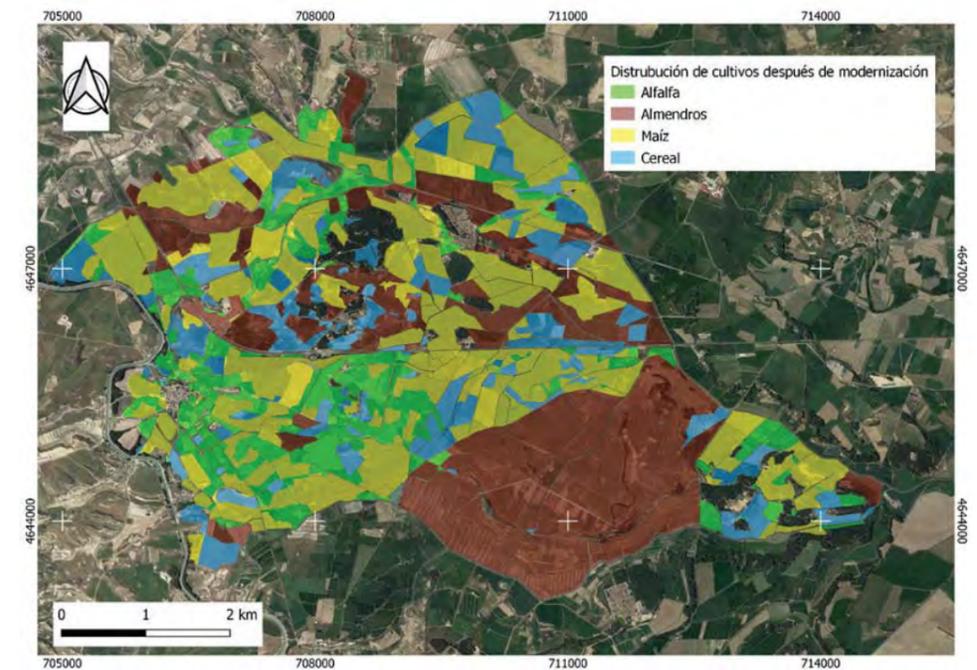
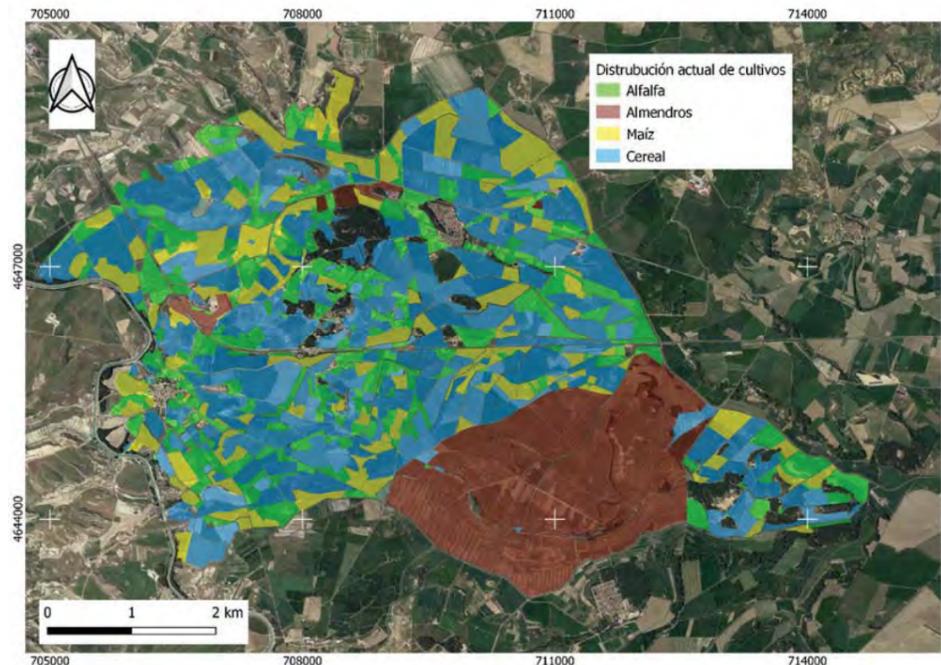


Fig. 6. Propuesta de distribución espacial de los tipos de cultivo de antes (arriba) a después (abajo) de la modernización del regadío.

- Serie climática de los últimos ocho años que incluye periodos secos, húmedos y de transición. Los resultados reflejan valores medios mensuales del periodo de la serie climática. Los dos primeros años no son tenidos en cuenta por ser el periodo de tiempo destinado a la recarga de acuíferos y activación de los procesos hidrogeológicos.
- Labores agrícolas cuantificadas y definidas en el tiempo:
 - Plantación, labores preparatorias del suelo, siembra, mantenimiento y cosecha, según experiencia y consulta a agricultores.
 - Abonado. Las cantidades son diferentes según cultivo*:
 - Maíz: un abonado de fondo de 600 kg/ha de 8-15-15 y tres abonados de cobertera de 200 kg/ha de N líquido
 - Trigo: abonado de fondo de 400-500 kg/ha de 8-15-15 y otro de cobertera de 300-250 kg/ha de urea
 - Alfalfa: se suelen hacer tres abonados de cobertera de 30 kg/ha de nitrógeno líquido o 25 kg/ha de urea.
 - Almendro: 5-7 abonados de apoyo de 25-30 kg/ha de nitrógeno líquido disuelto en el agua de riego.
 - Riego: en la actualidad hay tres tipos de riego, a manta, por aspersión y localizado o por goteo. La eficiencia del riego a manta es de un 60 %, mientras por aspersión es del 80 % y el 90% para goteo El riego a manta se realiza en menos días de riego, pero más cuantiosos, mientras que por aspersión o goteo se riega casi a diario durante los meses estivales. Para la distribución temporal a lo largo de la campaña se ha seguido la dosis y

distribución temporal del cuadro 2, propuesta acorde a la del Gobierno de Aragón para cubrir las necesidades netas de los cultivos. El 21.65% de la superficie estudiada está ocupada por almendro. Este cultivo ya cuenta en la actualidad con riego por goteo y ha sido tenido en cuenta en la modelización.

*Estos valores son aproximados, pudiendo variar en función de la variedad del cultivo, del año climático y de otros condicionantes asociados a los precios de los productos.

- Datos de suelo. Los modelos agro-hidrológicos son muy sensibles a las variables del suelo y por ello es fundamental, en este punto, aportar información lo más real y detallada posible. Nuestra base de datos (derivada del proyecto de investigación AMUSE-Análisis Multi-escalar de los Servicios de los Ecosistemas bajo escenarios de uso del suelo para el desarrollo socio-ecológico en zonas rurales (Proyecto Retos del conocimiento, Plan Nacional de Investigación del Gobierno de España, CGL2014-53017-C2-1-R). Se dispone de información del suelo de la zona de estudio de variables como textura, densidad aparente, contenido en materia orgánica y conductividad hidráulica, entre otras muchas (carbono orgánico, actividad microbiana, emisión de gases de efecto invernadero, etc.). Con ello se reduce la subjetividad de la información aportada al modelo.
- Otro de los parámetros que, por experiencia en este tipo de estudios, se considera relevante para el correcto funcionamiento del modelo es la presencia y profundidad de drenajes. El área de estudio está drenada para exportar el excedente de riego y se estima una profundidad media para toda el área en torno a los 800-1000 cm.

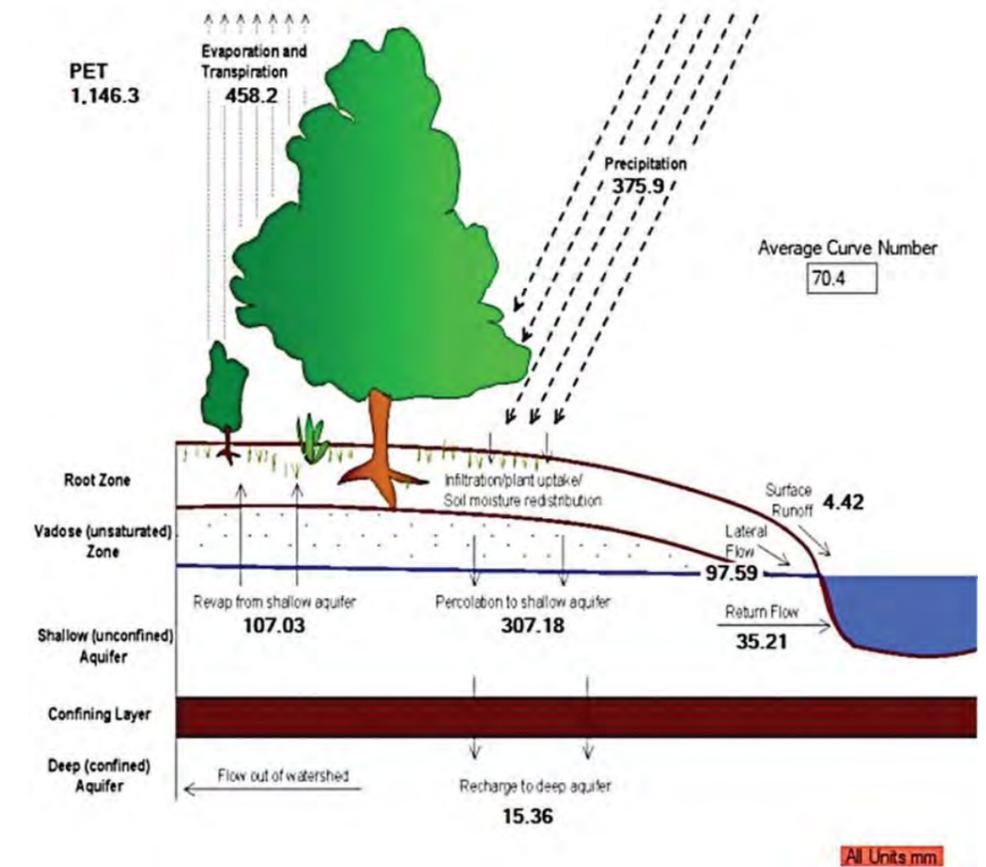


Fig 7. Representación del ciclo hidrológico y del balance hídrico general en la zona de estudio.

8 Aplicación del modelo a los balances generales hídrico y de nitrógeno

Los resultados generales del modelo muestran en el balance general para un ciclo hidrológico un porcentaje elevado de agua que fluye sub-superficialmente por el suelo y drenajes (lateral flow, Fig. 2) hasta alcanzar el río. En este balance hídrico destaca la elevada evapotranspiración (ET), la escasa escorrentía superficial y la disponibilidad de agua proveniente de otras cuencas (canal de riego) para uso agrícola (Fig. 7).

En cuanto al ciclo del nitrógeno (Fig. 8), la mayor parte de lo que se aporta por abonado es consumido por la planta.

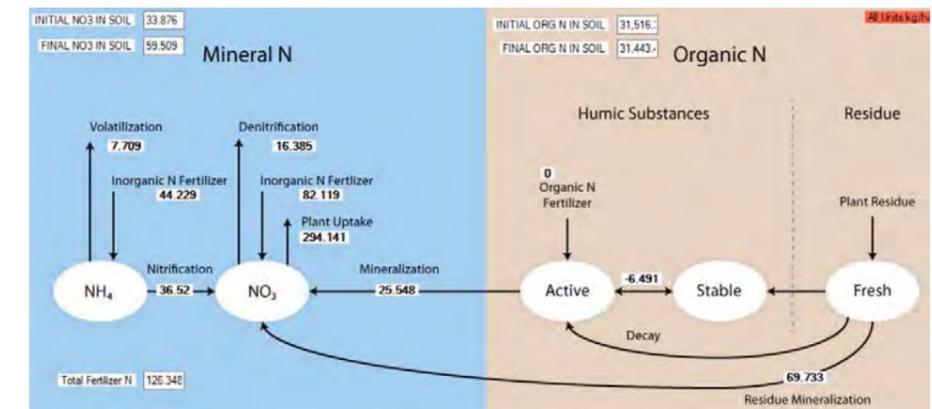


Fig. 8. Ciclo del nitrógeno en la zona de estudio.

9 Caudales excedentes de riego antes y después de la modernización

A continuación, se muestran los resultados de flujos de agua excedentes de la subcuenca final que drena la zona de estudio (Fig. 3) antes y después de la modernización del regadío. Esta subcuenca es representativa de los procesos agro-hidrológicos que se producen en la zona de estudio.

Debido a carencia de datos para validar y calibrar el modelo, el procedimiento seguido ha sido mantener constantes las variables y parámetros ambientales antes y después de la modernización del regadío. Se han modificado los usos agrícolas, según los cuadros 1 y 2, para definir patrones en los flujos y calidad del agua de retorno de riego. Se trata de sustituir el riego a manta o en superficie (70.83%) por aspersión (8.51% en la actualidad a 65% tras modernización) o goteo (21.65% en la actualidad a 35% tras modernización), según el cultivo al que vaya destinado.

Con la modernización del regadío se busca sustituir cultivos de cereal por los anteriormente mencionados alfalfa, maíz y almendro. Estos cultivos requieren más agua para su producción y, con las actuaciones previstas, no supondría un mayor consumo de agua de riego al mejorar la eficiencia de riego y el aprovechamiento por la planta. En la figura 9 se observa que los mayores retornos antes de la modernización se producen en los meses de primavera y comienzos de verano, coincidiendo con los riegos del cereal, cultivo dominante. Mientras que después de la modernización, el pico se da en los meses estivales, coincidiendo con el riego del maíz. El **caudal medio mensual es inferior en los resultados de modelización después de la modernización del regadío ya que se dosifica el riego en mayor número de riegos y menos cuantiosos, reduciendo la tasa de infiltración y, principalmente, de escorrentía superficial.**

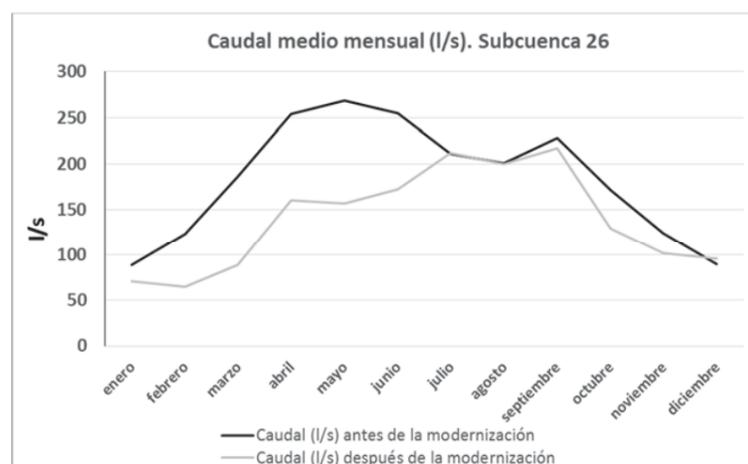


Fig. 9. Caudal medio mensual (l/s) a la salida de la cuenca antes y después de las actuaciones de modernización de regadío según la modelización.

Los datos globales para todo el periodo de estudio de 6 años muestran que hay reducción de un 24.1% (tabla 1) en la cantidad de agua exportada en los retornos de riego después de la modernización del regadío. La reducción es mayor en la primera mitad del año. En la segunda mitad, los caudales de los retornos de riego son similares a los actuales.

Tabla 1. Volumen medio (hm³/año) exportado como retorno de riegos a salida de zona de estudio, en la subcuenca 26.

Subcuenca 26	Volumen de retorno medio mensual teórico actual modelizado (hm ³ /año)	Volumen medio mensual teórico modelizado después de la modernización de regadío (hm ³ /año)	% de reducción media de los retornos de agua después de la modernización del regadío
Salida zona de estudio	5.7038	4.328951	24.10

10 Nutrientes

10.1 Nitratos

El estudio de los nutrientes se ha centrado en el cálculo de la concentración y carga de nitrato y del fósforo mineral a partir de abono mineral exportado desde la zona de estudio.

En figura 10 se muestran los resultados de concentración (mg/l) y carga (kg/mes) medias mensuales de nitratos obtenidos a partir de la modelización. Como se comentó anteriormente, al no existir datos observados de nitratos en aforo, estos resultados son estimaciones comparativas de exportación de nutrientes antes y después de la modernización del regadío y localización de zonas (subcuencas) donde se prevé una mayor exportación dentro de la zona de estudio.

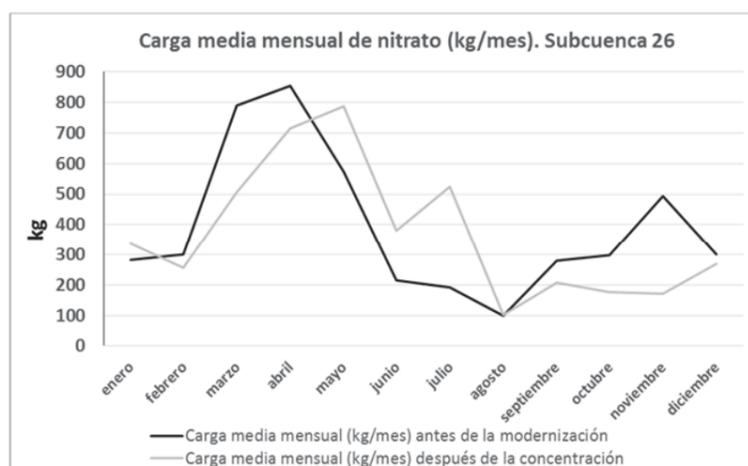
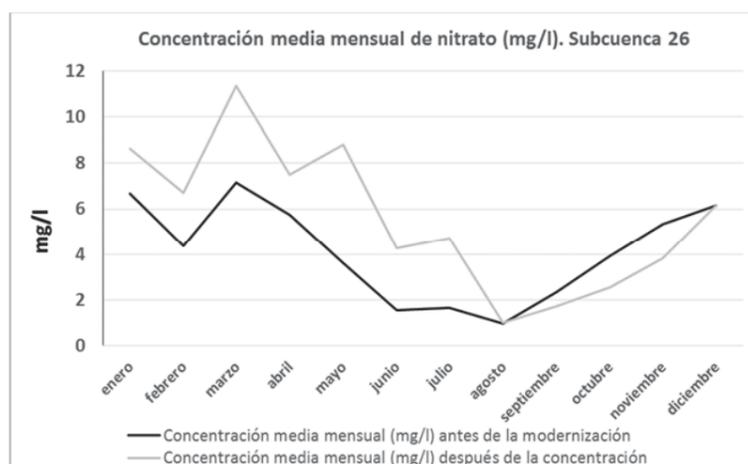


Fig. 10. Concentración media mensual de nitrato (mg/l) (arriba) y carga media mensual de nitrato (kg/mes) (abajo) exportado en la salida de la zona de estudio.

Se observa que tras la modernización:

a) Se mantiene, en general, el patrón temporal de variación de la concentración (mg/l) de nitratos antes y después de la modernización.

b) Aumenta la concentración media mensual de nitrato exportado en la primera mitad del año por i) incremento de superficie dedicada al maíz, que requiere mayor aporte de fertilización y ii) se reducen los caudales por retorno de riego lo que hace aumentar la concentración de salida debido a la relación inversa entre concentración y caudal por dilución. En la segunda mitad del año, las concentraciones de salida son similares al igual que los retornos (fig. 9).

c) El patrón de las cargas de nitrato exportadas también es similar antes y después de la concentración. Los picos están desplazados en función de los momentos de fertilización del cultivo dominante (cereal en la actualidad y maíz tras la modernización).

Los datos globales de todo el periodo modelizado (tabla 2) muestran un aumento en la concentración de salida marcado por la reducción de los retornos de riego en la primera mitad del año. Las cargas se reducen ligeramente al reducirse el arrastre por escorrentía superficial.

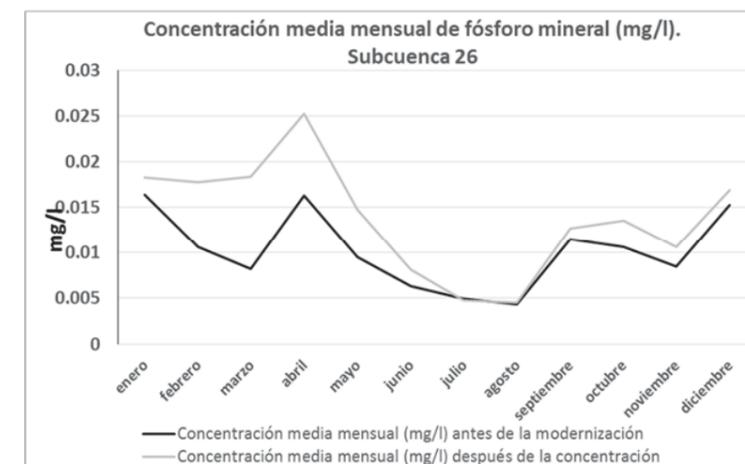
Las concentraciones de nitrato obtenidas en la modelación así como sus variaciones antes y después de la modernización no presentan valores anómalos y/o incrementos significativos de contaminación difusa asociada a la modernización del regadío.

Tabla 2. Concentraciones promedio mensuales (mg/l) y carga media mensual de nitrato en el agua de retorno de riego a la salida de la Comunidad de regantes de Santa Ana para el periodo modelizado.

Subcuenca 26	Concentración media mensual de NO ₃ - antes de la modernización de regadíos (mg/l)	Concentración media mensual de NO ₃ - después de la modernización de regadíos (mg/l)	Diferencia %	Carga media mensual de NO ₃ - antes de la modernización del regadío (Kg/mes)	Carga media mensual de NO ₃ - después de la modernización del regadío (Kg/mes)	Diferencia %
Salida de la cuenca	4.13	5.60	+35.59	4674.098	4429.968	-5.22

10.2 fósforo mineral

El otro nutriente principal es el fósforo, aquí centrado en el fósforo mineral, cuyo origen principal del uso de fertilizantes minerales. El comportamiento del fósforo sigue un patrón similar al del nitrato (Fig. 11).



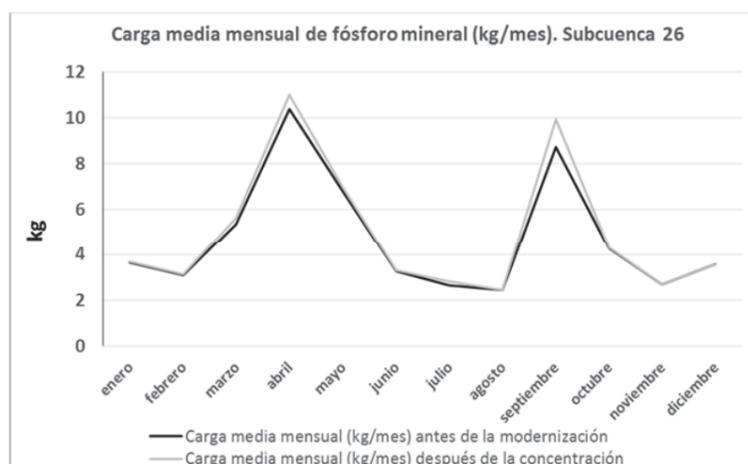


Fig. 11. Concentración media mensual de fósforo (mg/l) (arriba) y carga media mensual de fósforo (kg/mes) (abajo) exportado en la salida de la zona de estudio.

A pesar de la menor movilidad del fósforo respecto al nitrato, el patrón de comportamiento es similar. Los picos del fósforo se dan en los momentos de fertilización de fondo (NPK 8-15-15) de los cultivos principales (cereal antes de la modernización y maíz después). Se observa, al igual que el nitrato, aumentos en la concentración de salida, principalmente en la primera parte del año. Sin embargo, las cargas medias exportadas (kg/mes) son muy similares.

La siguiente tabla 3 resume las concentraciones medias y exportaciones de fósforo mineral en el agua excedente de riego por los desagües durante el periodo modelizado. Las cantidades de fósforo mineral, tanto en concentración como en carga, obtenidas en la modelación así como sus variaciones antes y después de la modernización no presentan valores anómalos y/o incrementos significativos de contaminación difusa asociada a la modernización del regadío.

Tabla 3. Concentraciones promedio mensuales (mg/l) y carga media mensual de fósforo en el agua de retorno de riego a la salida de la Comunidad de regantes de Santa Ana para el periodo modelizado.

Subcuenca 26	Concentración media mensual de fósforo mineral antes de la modernización de regadíos (mg/l)	Concentración media mensual de fósforo mineral después de la modernización de regadíos (mg/l)	Diferencia %	Carga media mensual de fósforo mineral antes de la modernización de regadíos (mg/l)	Carga media mensual de fósforo mineral después de la modernización de regadíos (mg/l)	Diferencia %
Salida de la cuenca	0.12	0.16	+26.06	4.74	4.96	+4.34

11 Conclusiones

Se ha realizado una modelización de los retornos de riego (caudal y nitratos) con el modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT). El modelo no ha sido calibrado por no existir datos para este proceso. Por tanto, el presente informe tiene la finalidad de comparar valores estimados antes y después de la modernización del regadío. En dicha modernización se prevé la sustitución del riego a manta o en superficie (70.83%) por aspersión (8.51% en la actualidad a 65% tras modernización) o goteo (21.65% en la actualidad a 35% tras modernización), según el cultivo al que vaya destinado. (cuadros 1 y 2). Los cambios de cultivos han sido propuestos aleatoriamente al no existir esta información en la actualidad. Los resultados obtenidos son la base para localizar zonas potenciales de exportación de nutrientes y descripción y diseño de medidas ambientales que integren la modernización del regadío en el entorno natural.

A modo de resumen:

- Este informe se presenta como un complemento a la solicitud de la modernización de la zona regable de la Comunidad de Regantes Santa Ana con el objetivo de estudiar patrones de cambio de caudales y calidad del agua de los retornos de riego tras la modernización. Con la información disponible, **los resultados se han de tener en cuenta como una previsión de tendencia de caudal y calidad del agua tras la modernización del regadío.**
- **La modernización del regadío supondría una disminución del agua en los retornos de riego del 24.10 % (tabla 1).**
- Con el cambio de superficie ocupada por los cultivos propuesta, con aumento en superficie del maíz y almendro de un 23% y 14 % respectivamente, y una disminución de ocupación del cereal del 28 %, en la simulación resulta un aumento en la **concentración media de nitrato del periodo modelizado de 4.13 a 5.60 mg/l. No obstante, la previsión resultante de la simulación indica que las concentraciones de nitratos en los desagües del agua de retorno de riego quedarían en el rango de calidad Bueno (inferiores a 25 mg/l) según el R.D. 817/2015 de 11 de septiembre. En el caso del fósforo, el incremento es de 0.12 a 0.16 mg/l, parámetro también dentro del rango de buena calidad (0.5 mg/l)**
- **Las cargas medias mensuales de nitratos (kg/mes) exportadas se reducirían en un 5.22% al disminuir las pérdidas por dilución que induce el riego a manta. En el caso del fósforo, se estima un aumento del 4.34%.**
- **En el proceso de modelización se han mantenido fijas las dosis de fertilización antes y después de la modernización. Es de suponer que tras la modernización del regadío se reduzcan estas dosis por el hecho de que también se reducen las pérdidas por lavado y aumenta la eficiencia del riego. Además, están apareciendo en el mercado nuevos fertilizantes que dosifican y retardan su descomposición adaptándose a las necesidades de la planta.**

Referencias

-Arnold, J. G., Moriasi, D. N., Gassman, P. W., Abbaspour, K. C., White, M. J., Srinivasan, R., Jha, M. K. (2012). Swat: Model Use, Calibration, and Validation. *Asabe*, 55(4), 1491–1508. <https://doi.org/ISSN 2151-0032>

-Darwiche-Criado, N., Comín, F. A., Sorando, R., & Sánchez-Pérez, J. M. (2015). Seasonal variability of NO₃⁻ mobilization during flood events in a Mediterranean catchment: The influence of intensive agricultural irrigation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200, 208–218. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.002>

-Darwiche-Criado, N., Jiménez, J. J., Comín, F. A., Sorando, R., & Sánchez-Pérez, J. M. (2015). Identifying spatial and seasonal patterns of river water quality in a semiarid irrigated agricultural Mediterranean basin. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(23), 18626–18636. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5484-5>

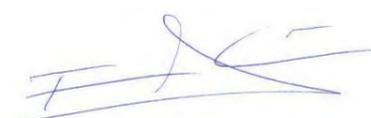
-Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., Srinivasan, R., & Williams, J. R. (2005). Soil and Water Assessment Tool Input/Output File Documentation, Version 2005. Temple, Tex.: USDA-ARS Grassland. Soil and Water Research Laboratory. Available at: <http://Swatmodel.Tamu.Edu/Documentation>, 65(1–3), 139–158. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(83\)90214-7](https://doi.org/10.1016/0022-1694(83)90214-7)

-Sorando, Ricardo & Comín, Francisco & Jiménez, Juan & Sanchez-Perez, J.M. & Sauvage, Sabine. (2018). Water resources and nitrate discharges in relation to agricultural land uses in an intensively irrigated watershed. *Science of The Total Environment*. 659. 10.1016/j.scitotenv.2018.12.023.

En Zaragoza, a 23 mayo de 2022



Ricardo Sorando



Francisco A. Comín

AISECO-Asociación para la Integración de los Servicios de los Ecosistemas.
(Registro Nacional de Asociaciones, Grupo 1º, Sección 1ª, número 604733).

NIF G99398216

c/ Enrique Val 41, 3ªA. 50011Zaragoza



ANEXOS

DESGLOSE DE DATOS DE CAUDALES Y NUTRIENTES EN
RETORNOS DE RIEGO OBTENIDOS EN LA MODELIZACIÓN DE LA
COMUNIDAD DE REGANTES DE SANTA ANA (HUESCA), ANTES Y
DESPUÉS DE LA MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO

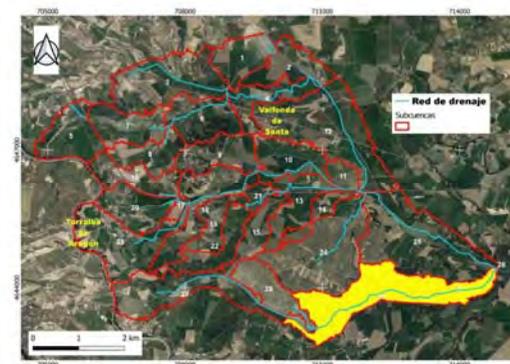
ANEXO 1

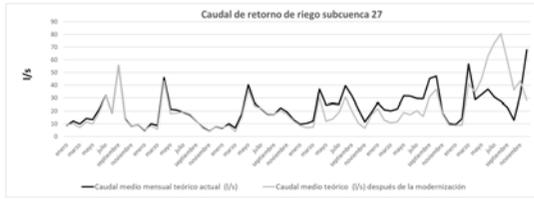
CAUDALES (l/s) Y VOLÚMENES (hm³/mes) MODELIZADOS POR SUBCUENCAS ANTES Y DESPUÉS DE LA
MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO. Periodo modelizado: 6 años

SUBCUENCA 26

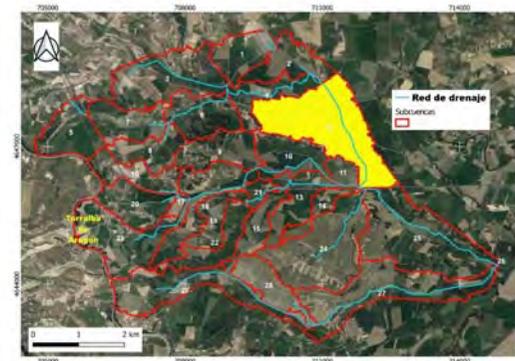
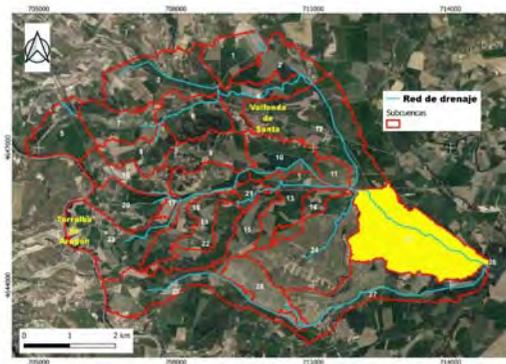


SUBCUENCA 27

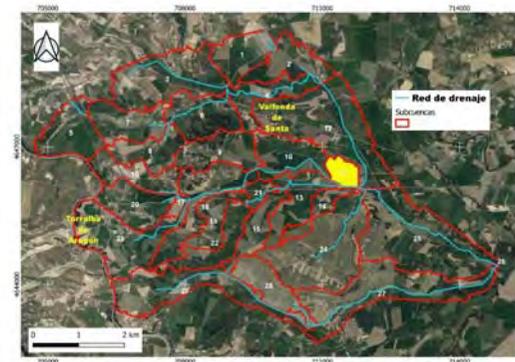
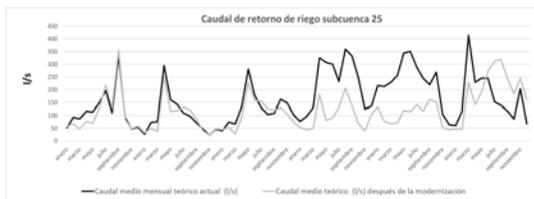




SUBCUENCA 25



SUBCUENCA 11



SUBCUENCA 12



Resumen volúmenes por subcuenca

Desagües (Azarbes)	Volumen de retorno medio mensual teórico actual modelizado (hm ³ /mes)	Volumen medio mensual teórico modelizado después de la modernización de regadío (hm ³ /mes)	% de reducción media de los retornos de agua después de la modernización del regadío
Subcuenca 26	0.475	0.361	24
Subcuenca 27	0.057	0.054	0.05
Subcuenca 25	0.420	0.307	27
Subcuenca 12	0.152	0.103	32
Subcuenca 11	0.188	0.127	32

Se observan las subcuencas analizadas regadío según el estudio de

menores caudales en todas tras la modernización del modelización.

Caudales (l/s) y volúmenes medios mensuales (hm³/mes) modelizados por subcuencas

Subcuenca 26

	Caudal medio mensual actual (l/s). Subcuenca 26	Caudal medio mensual después de la modernización de regadío (l/s). Subcuenca 26	Volumen medio mensual de agua actual (hm ³). Subcuenca 26	Volumen medio mensual de agua después de la modernización de regadío (hm ³). Subcuenca 26
enero	59.860	66.020	0.155	0.171
febrero	104.100	77.650	0.270	0.201

marzo	96.630	53.700	0.250	0.139
abril	130.900	87.830	0.339	0.228
mayo	126.100	77.830	0.327	0.202
junio	170.100	144.700	0.441	0.375
julio	227.500	249.400	0.590	0.646
agosto	127.700	147.600	0.331	0.383
septiembre	389.000	411.500	1.008	1.067
octubre	105.600	97.770	0.274	0.253
noviembre	54.170	55.810	0.140	0.145
diciembre	62.770	67.790	0.163	0.176
enero	31.280	37.130	0.081	0.096
febrero	82.920	58.790	0.215	0.152
marzo	83.980	43.670	0.218	0.113
abril	340.300	295.200	0.882	0.765
mayo	181.700	133.700	0.471	0.347
junio	164.900	137.600	0.427	0.357
julio	128.800	151.800	0.334	0.393
agosto	114.500	138.500	0.297	0.359
septiembre	83.930	98.720	0.218	0.256
octubre	54.520	46.820	0.141	0.121
noviembre	27.080	27.520	0.070	0.071
diciembre	53.420	56.120	0.138	0.145
enero	46.360	51.740	0.120	0.134
febrero	84.050	61.250	0.218	0.159
marzo	72.790	31.580	0.189	0.082
abril	151.900	110.400	0.394	0.286
mayo	321.600	264.300	0.834	0.685
junio	204.500	181.700	0.530	0.471
julio	151.200	177.200	0.392	0.459
agosto	120.600	143.700	0.313	0.372
septiembre	125.400	137.400	0.325	0.356
octubre	185.500	150.000	0.481	0.389
noviembre	167.400	123.700	0.434	0.321
diciembre	114.100	85.360	0.296	0.221
enero	85.940	62.970	0.223	0.163
febrero	105.800	50.470	0.274	0.131
marzo	141.500	56.600	0.367	0.147
abril	362.500	211.300	0.940	0.548
mayo	332.100	92.700	0.861	0.240

junio	326.400	104.200	0.846	0.270
julio	257.800	148.800	0.668	0.386
agosto	399.000	236.800	1.034	0.614
septiembre	363.300	156.600	0.942	0.406
octubre	269.700	79.150	0.699	0.205
noviembre	136.400	46.270	0.354	0.120
diciembre	154.200	120.400	0.400	0.312
enero	242.300	154.700	0.628	0.401
febrero	233.500	88.900	0.605	0.230
marzo	249.300	78.000	0.646	0.202
abril	278.200	82.110	0.721	0.213
mayo	375.400	138.100	0.973	0.358
junio	381.600	131.200	0.989	0.340
julio	317.800	161.200	0.824	0.418
agosto	273.800	133.200	0.710	0.345
septiembre	265.400	193.300	0.688	0.501
octubre	316.200	188.400	0.820	0.488
noviembre	123.200	70.140	0.319	0.182
diciembre	74.190	53.760	0.192	0.139
enero	69.930	55.300	0.181	0.143
febrero	129.400	54.760	0.335	0.142
marzo	470.500	270.300	1.220	0.701
abril	257.900	175.400	0.668	0.455
mayo	277.100	234.200	0.718	0.607
junio	281.200	336.100	0.729	0.871
julio	182.700	385.600	0.474	0.999
agosto	166.400	400.000	0.431	1.037
septiembre	140.000	303.300	0.363	0.786
octubre	98.870	220.700	0.256	0.572
noviembre	236.300	288.400	0.612	0.748
diciembre	80.250	190.500	0.208	0.494

Subcuenca 27

	Caudal medio mensual actual (l/s).	Caudal medio mensual después de la modernización de regadío (l/s). Subcuenca 26	Volumen medio mensual de agua actual (hm ³). Subcuenca 27	Volumen medio mensual de agua después de la modernización
--	------------------------------------	---	---	---

	Subcuenca 27			de regadío (hm ³). Subcuenca 27
enero	8.655	9.092	0.022	0.024
febrero	12.010	10.170	0.031	0.026
marzo	9.775	7.074	0.025	0.018
abril	14.230	11.720	0.037	0.030
mayo	13.220	9.796	0.034	0.025
junio	21.430	19.170	0.056	0.050
julio	31.860	31.760	0.083	0.082
agosto	18.500	18.740	0.048	0.049
septiembre	55.560	55.820	0.144	0.145
octubre	14.010	13.230	0.036	0.034
noviembre	7.699	7.604	0.020	0.020
diciembre	9.337	9.677	0.024	0.025
enero	4.661	5.014	0.012	0.013
febrero	9.991	8.456	0.026	0.022
marzo	8.369	5.791	0.022	0.015
abril	46.020	43.300	0.119	0.112
mayo	21.430	17.940	0.056	0.047
junio	20.860	18.580	0.054	0.048
julio	18.990	19.330	0.049	0.050
agosto	17.000	17.640	0.044	0.046
septiembre	12.160	12.400	0.032	0.032
octubre	7.019	6.367	0.018	0.017
noviembre	4.055	4.026	0.011	0.010
diciembre	7.851	8.057	0.020	0.021
enero	6.544	6.902	0.017	0.018
febrero	10.170	8.662	0.026	0.022
marzo	6.574	3.982	0.017	0.010
abril	17.640	15.340	0.046	0.040
mayo	40.290	36.130	0.104	0.094
junio	25.960	23.800	0.067	0.062
julio	21.780	22.200	0.056	0.058
agosto	17.370	17.770	0.045	0.046
septiembre	17.240	17.490	0.045	0.045
octubre	22.300	20.370	0.058	0.053
noviembre	19.280	17.340	0.050	0.045
diciembre	13.090	12.010	0.034	0.031
enero	9.711	8.797	0.025	0.023

febrero	10.200	6.814	0.026	0.018
marzo	12.110	7.400	0.031	0.019
abril	37.010	30.290	0.096	0.079
mayo	24.520	12.160	0.064	0.032
junio	25.670	13.680	0.067	0.035
julio	24.970	18.800	0.065	0.049
agosto	39.730	30.700	0.103	0.080
septiembre	31.430	19.670	0.081	0.051
octubre	21.470	10.570	0.056	0.027
noviembre	11.530	6.424	0.030	0.017
diciembre	18.820	16.940	0.049	0.044
enero	26.440	21.870	0.069	0.057
febrero	20.920	12.810	0.054	0.033
marzo	20.070	10.840	0.052	0.028
abril	21.650	11.700	0.056	0.030
mayo	31.650	18.730	0.082	0.049
junio	31.390	17.220	0.081	0.045
julio	29.590	20.380	0.077	0.053
agosto	29.310	15.660	0.076	0.041
septiembre	45.350	31.080	0.118	0.081
octubre	47.220	36.620	0.122	0.095
noviembre	18.240	17.610	0.047	0.046
diciembre	10.140	8.965	0.026	0.023
enero	9.469	8.739	0.025	0.023
febrero	14.030	9.001	0.036	0.023
marzo	56.660	41.160	0.147	0.107
abril	28.640	34.400	0.074	0.089
mayo	32.550	44.540	0.084	0.115
junio	36.840	63.030	0.095	0.163
julio	30.490	73.470	0.079	0.190
agosto	27.350	80.510	0.071	0.209
septiembre	22.740	59.200	0.059	0.153
octubre	12.880	36.140	0.033	0.094
noviembre	32.670	43.430	0.085	0.113
diciembre	67.880	28.140	0.176	0.073

Subcuenca 25

	Caudal medio mensual actual (l/s). Subcuenca 25	Caudal medio mensual después de la modernización de regadío (l/s). Subcuenca 25	Volumen medio mensual de agua actual (hm³). Subcuenca 25	Volumen medio mensual de agua después de la modernización de regadío (hm³). Subcuenca 25
enero	51.210	56.920	0.133	0.148
febrero	92.090	67.480	0.239	0.175
marzo	86.860	46.640	0.225	0.121
abril	116.700	76.120	0.302	0.197
mayo	112.900	68.050	0.293	0.176
junio	148.700	125.500	0.385	0.325
julio	195.700	217.600	0.507	0.564
agosto	109.200	128.900	0.283	0.334
septiembre	333.400	355.600	0.864	0.922
octubre	91.600	84.550	0.237	0.219
noviembre	46.470	48.200	0.120	0.125
diciembre	53.430	58.110	0.138	0.151
enero	26.620	32.120	0.069	0.083
febrero	72.930	50.340	0.189	0.130
marzo	75.620	37.890	0.196	0.098
abril	294.300	251.900	0.763	0.653
mayo	160.300	115.700	0.415	0.300
junio	144.000	119.000	0.373	0.308
julio	109.800	132.500	0.285	0.343
agosto	97.540	120.900	0.253	0.313
septiembre	71.780	86.330	0.186	0.224
octubre	47.500	40.450	0.123	0.105
noviembre	23.030	23.500	0.060	0.061
diciembre	45.570	48.070	0.118	0.125
enero	39.820	44.840	0.103	0.116
febrero	73.880	52.590	0.191	0.136
marzo	66.220	27.610	0.172	0.072
abril	134.300	95.050	0.348	0.246
mayo	281.300	228.200	0.729	0.591
junio	178.600	157.900	0.463	0.409
julio	129.500	155.000	0.336	0.402
agosto	103.300	125.900	0.268	0.326
septiembre	108.100	119.900	0.280	0.311
octubre	163.200	129.600	0.423	0.336

noviembre	148.200	106.400	0.384	0.276
diciembre	101.000	73.350	0.262	0.190
enero	76.230	54.170	0.198	0.140
febrero	95.620	43.660	0.248	0.113
marzo	129.400	49.200	0.335	0.128
abril	325.500	181.000	0.844	0.469
mayo	307.600	80.550	0.797	0.209
junio	300.700	90.540	0.779	0.235
julio	232.800	130.000	0.603	0.337
agosto	359.300	206.100	0.931	0.534
septiembre	331.900	136.900	0.860	0.355
octubre	248.200	68.580	0.643	0.178
noviembre	124.800	39.850	0.323	0.103
diciembre	135.300	103.400	0.351	0.268
enero	215.900	132.800	0.560	0.344
febrero	212.600	76.100	0.551	0.197
marzo	229.200	67.160	0.594	0.174
abril	256.600	70.420	0.665	0.183
mayo	343.800	119.400	0.891	0.309
junio	350.200	114.000	0.908	0.295
julio	288.200	140.800	0.747	0.365
agosto	244.500	117.600	0.634	0.305
septiembre	220.100	162.300	0.570	0.421
octubre	269.000	151.700	0.697	0.393
noviembre	104.900	52.530	0.272	0.136
diciembre	64.050	44.790	0.166	0.116
enero	60.460	46.560	0.157	0.121
febrero	115.400	45.770	0.299	0.119
marzo	413.900	229.100	1.073	0.594
abril	229.200	141.000	0.594	0.365
mayo	244.600	189.700	0.634	0.492
junio	244.300	273.100	0.633	0.708
julio	152.200	312.200	0.395	0.809
agosto	139.100	319.500	0.361	0.828
septiembre	117.300	244.100	0.304	0.633
octubre	86.000	184.600	0.223	0.478
noviembre	203.600	245.000	0.528	0.635
diciembre	67.880	162.300	0.176	0.421

Subcuenca 12

	Caudal medio mensual actual (l/s). Subcuenca 12	Caudal medio mensual después de la modernización de regadío (l/s). Subcuenca 12	Volumen medio mensual de agua actual (hm ³). Subcuenca 12	Volumen medio mensual de agua después de la modernización de regadío (hm ³). Subcuenca 12
enero	18.310	20.250	0.047	0.052
febrero	34.530	24.840	0.090	0.064
marzo	31.740	15.770	0.082	0.041
abril	42.430	26.100	0.110	0.068
mayo	41.690	22.790	0.108	0.059
junio	52.510	43.770	0.136	0.113
julio	70.100	77.640	0.182	0.201
agosto	37.650	44.530	0.098	0.115
septiembre	126.000	133.500	0.327	0.346
octubre	32.580	29.290	0.084	0.076
noviembre	16.000	16.400	0.041	0.043
diciembre	18.810	20.370	0.049	0.053
enero	9.023	10.890	0.023	0.028
febrero	26.680	17.810	0.069	0.046
marzo	28.390	13.240	0.074	0.034
abril	110.000	92.980	0.285	0.241
mayo	58.630	40.080	0.152	0.104
junio	50.020	40.510	0.130	0.105
julio	37.420	45.500	0.097	0.118
agosto	33.470	42.060	0.087	0.109
septiembre	25.120	29.920	0.065	0.078
octubre	16.810	13.600	0.044	0.035
noviembre	7.821	7.811	0.020	0.020
diciembre	16.870	17.590	0.044	0.046
enero	13.910	15.610	0.036	0.040
febrero	27.440	18.910	0.071	0.049
marzo	24.520	9.315	0.064	0.024
abril	48.370	32.850	0.125	0.085
mayo	104.200	82.090	0.270	0.213
junio	62.220	54.520	0.161	0.141
julio	43.810	52.950	0.114	0.137
agosto	35.430	43.320	0.092	0.112

septiembre	38.470	42.100	0.100	0.109
octubre	59.700	46.910	0.155	0.122
noviembre	52.220	37.470	0.135	0.097
diciembre	35.990	26.260	0.093	0.068
enero	26.720	18.660	0.069	0.048
febrero	35.330	14.890	0.092	0.039
marzo	48.250	17.260	0.125	0.045
abril	120.500	65.440	0.312	0.170
mayo	113.300	26.990	0.294	0.070
junio	109.100	30.080	0.283	0.078
julio	84.920	44.750	0.220	0.116
agosto	135.900	73.510	0.352	0.191
septiembre	130.700	48.900	0.339	0.127
octubre	100.300	24.130	0.260	0.063
noviembre	49.210	13.780	0.128	0.036
diciembre	51.770	37.960	0.134	0.098
enero	82.390	48.120	0.214	0.125
febrero	81.970	27.290	0.212	0.071
marzo	86.100	23.780	0.223	0.062
abril	92.090	23.490	0.239	0.061
mayo	126.300	41.430	0.327	0.107
junio	129.200	38.660	0.335	0.100
julio	108.800	48.490	0.282	0.126
agosto	94.020	38.110	0.244	0.099
septiembre	81.090	49.600	0.210	0.129
octubre	96.510	46.780	0.250	0.121
noviembre	33.810	15.270	0.088	0.040
diciembre	23.490	15.320	0.061	0.040
enero	22.440	16.130	0.058	0.042
febrero	40.870	15.210	0.106	0.039
marzo	146.500	82.500	0.380	0.214
abril	78.450	44.500	0.203	0.115
mayo	85.080	61.230	0.221	0.159
junio	78.550	79.140	0.204	0.205
julio	45.360	88.320	0.118	0.229
agosto	42.770	86.950	0.111	0.225
septiembre	38.450	69.100	0.100	0.179
octubre	31.430	57.510	0.081	0.149
noviembre	69.280	79.620	0.180	0.206

diciembre	21.620	48.550	0.056	0.126
-----------	--------	--------	-------	-------

Subcuenca 11

	Caudal medio mensual actual (l/s). Subcuenca 11	Caudal medio mensual después de la modernización de regadío (l/s). Subcuenca 11	Volumen medio mensual de agua actual (hm³). Subcuenca 11	Volumen medio mensual de agua después de la modernización de regadío (hm³). Subcuenca 11
enero	21.310	24.430	0.055	0.063
febrero	43.310	30.170	0.112	0.078
marzo	43.770	22.590	0.113	0.059
abril	56.450	34.990	0.146	0.091
mayo	53.660	31.100	0.139	0.081
junio	65.030	52.680	0.169	0.137
julio	78.730	90.680	0.204	0.235
agosto	43.100	53.710	0.112	0.139
septiembre	138.300	149.400	0.358	0.387
octubre	40.410	36.950	0.105	0.096
noviembre	19.910	21.070	0.052	0.055
diciembre	22.250	24.810	0.058	0.064
enero	11.070	14.210	0.029	0.037
febrero	34.320	22.350	0.089	0.058
marzo	38.410	18.660	0.100	0.048
abril	129.900	106.900	0.337	0.277
mayo	73.500	50.800	0.191	0.132
junio	63.210	49.920	0.164	0.129
julio	41.810	54.250	0.108	0.141
agosto	37.210	49.800	0.096	0.129
septiembre	28.430	36.590	0.074	0.095
octubre	21.350	18.050	0.055	0.047
noviembre	9.736	10.270	0.025	0.027
diciembre	19.000	20.390	0.049	0.053
enero	16.750	19.520	0.043	0.051
febrero	34.390	23.100	0.089	0.060
marzo	34.520	14.130	0.089	0.037
abril	63.090	42.320	0.164	0.110
mayo	125.100	97.800	0.324	0.253

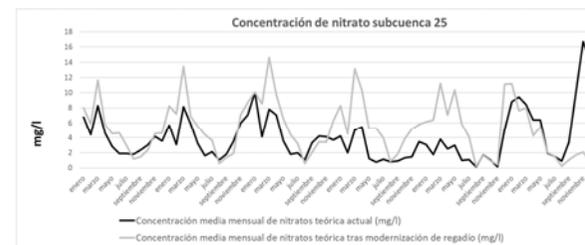
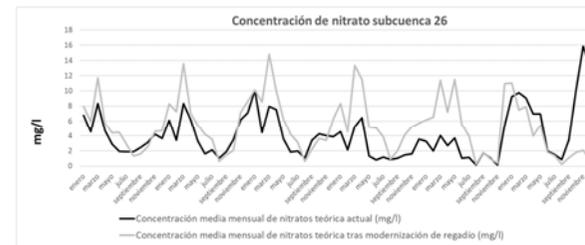
junio	77.750	66.580	0.202	0.173
julio	49.740	63.940	0.129	0.166
agosto	40.350	52.830	0.105	0.137
septiembre	44.260	51.130	0.115	0.133
octubre	73.060	55.810	0.189	0.145
noviembre	66.990	45.320	0.174	0.117
diciembre	45.420	31.030	0.118	0.080
enero	34.120	23.480	0.088	0.061
febrero	45.960	19.910	0.119	0.052
marzo	64.870	23.560	0.168	0.061
abril	153.100	78.320	0.397	0.203
mayo	153.800	36.320	0.399	0.094
junio	147.100	37.990	0.381	0.098
julio	104.500	53.260	0.271	0.138
agosto	160.300	85.430	0.415	0.221
septiembre	150.800	58.350	0.391	0.151
octubre	114.600	30.120	0.297	0.078
noviembre	57.580	17.260	0.149	0.045
diciembre	57.970	43.180	0.150	0.112
enero	96.380	56.220	0.250	0.146
febrero	101.400	33.220	0.263	0.086
marzo	115.100	30.910	0.298	0.080
abril	131.600	32.100	0.341	0.083
mayo	169.900	52.250	0.440	0.135
junio	168.900	47.730	0.438	0.124
julio	128.400	57.600	0.333	0.149
agosto	109.300	47.730	0.283	0.124
septiembre	91.320	61.020	0.237	0.158
octubre	112.600	57.020	0.292	0.148
noviembre	41.200	18.670	0.107	0.048
diciembre	26.890	18.180	0.070	0.047
enero	24.930	19.150	0.065	0.050
febrero	55.670	19.440	0.144	0.050
marzo	188.800	95.720	0.489	0.248
abril	109.500	54.810	0.284	0.142
mayo	111.500	75.740	0.289	0.196
junio	104.800	106.000	0.272	0.275
julio	50.690	114.600	0.131	0.297
agosto	48.240	112.700	0.125	0.292

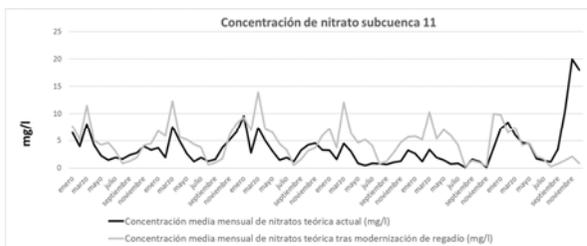
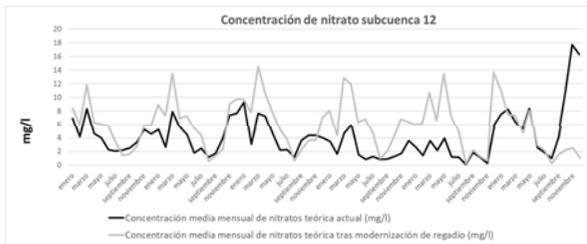
septiembre	42.480	89.880	0.110	0.233
octubre	37.790	73.990	0.098	0.192
noviembre	85.810	102.100	0.222	0.265
diciembre	27.680	69.300	0.072	0.180

ANEXO 2

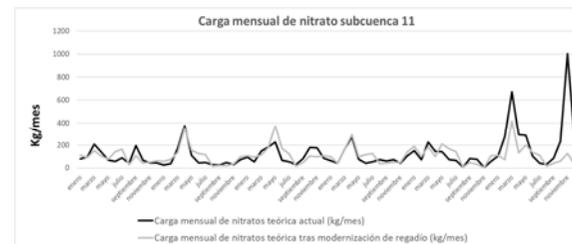
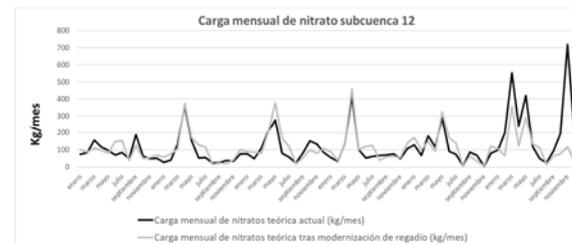
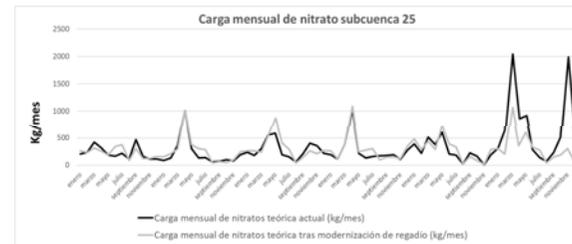
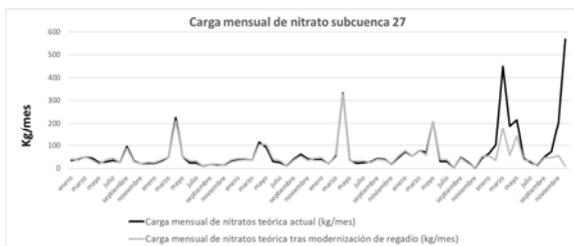
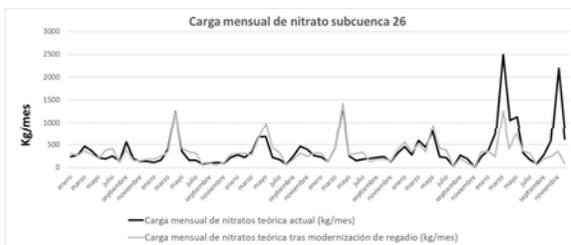
CONCENTRACIONES (mg/l) Y CARGAS (kg/mes) DE NITRATO MODELIZADOS POR SUBCUENCA ANTES Y DESPUÉS DE LA MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO. Periodo modelizado: 6 años

Concentración de nitratos (mg/l)





Carga de nitratos exportada (kg/mes)



Resumen de cargas y concentraciones de nitrato por subcuenca

	Concentración media mensual de nitratos teórica actual (mg/l)	Concentración media mensual de nitratos teórica tras modernización del regadío (mg/l)	Diferencia %	Carga mensual de nitratos teórica actual (kg/mes)	Carga mensual de nitratos teórica tras modernización del regadío (kg/mes)	Diferencia %
Subcuenca26	4.13	5.30	28.57	389.51	338.31	-13.14
Subcuenca27	5.29	5.56	5.14	68.38	51.08	-25.31
Subcuenca25	4.00	5.27	31.59	328.22	287.24	-12.48
Subcuenca12	4.16	5.84	40.14	121.95	112.74	-7.55
Subcuenca11	3.61	4.70	30.45	127.10	109.68	-13.70

En todas las subcuencas se modeliza un aumento de la concentración y una reducción de la carga de nitratos tras la modernización de los regadíos.

Subcuenca 26

	Concentración media mensual de nitratos teórica actual (mg/l). Subcuenca 26	Concentración media mensual de nitratos teórica tras modernización de regadío (mg/l). Subcuenca 26	Carga mensual de nitratos teórica actual (kg/mes). Subcuenca 26	Carga mensual de nitratos teórica tras modernización de regadío (kg/mes). Subcuenca 26
enero	6.792	7.952	238.000	307.300
febrero	4.528	5.929	275.900	269.500

marzo	8.313	11.688	470.200	367.400
abril	4.698	5.691	360.000	292.600
mayo	2.875	4.396	212.200	200.300
junio	1.929	4.473	192.100	378.900
julio	1.897	2.892	252.600	422.200
agosto	1.893	1.325	141.500	114.500
septiembre	2.463	1.632	560.800	393.100
octubre	3.134	2.576	193.700	147.400
noviembre	4.216	4.579	133.700	149.600
diciembre	3.633	4.672	133.500	185.400
enero	6.095	8.300	111.600	180.400
febrero	3.399	7.233	165.000	248.900
marzo	8.314	13.563	408.700	346.700
abril	6.205	7.066	1236.000	1221.000
mayo	3.331	5.462	354.300	427.500
junio	1.638	4.224	158.100	340.200
julio	2.129	3.546	160.500	315.100
agosto	1.054	0.614	70.670	49.750
septiembre	1.904	1.486	93.550	85.880
octubre	3.503	2.075	111.800	56.870
noviembre	6.137	7.133	97.280	114.900
diciembre	7.106	8.606	222.200	282.700
enero	10.104	10.113	274.200	306.300
febrero	4.476	8.501	220.200	304.800
marzo	7.963	14.795	339.300	273.500
abril	7.514	9.984	668.100	645.200
mayo	3.594	6.313	676.600	976.700
junio	1.834	4.196	219.600	446.300
julio	2.001	3.130	177.100	324.700
agosto	1.055	0.627	74.480	52.750
septiembre	3.404	2.233	249.900	179.600
octubre	4.278	3.630	464.500	318.700
noviembre	4.046	3.415	396.500	247.300
diciembre	3.863	6.280	258.000	313.800
enero	4.560	8.356	229.400	308.000
febrero	2.127	4.556	131.700	134.600
marzo	5.254	13.326	435.200	441.500
abril	6.442	11.497	1367.000	1422.000
mayo	1.318	5.147	256.200	279.300

junio	0.807	5.089	154.100	310.400
julio	1.203	3.853	181.600	335.600
agosto	0.843	0.918	197.000	127.200
septiembre	Concepción media mensual de nitratos (kg/ha actual (mg/l). Subcuenca 27	Concepción media mensual de nitratos (kg/ha tras modernización de regadío (mg/l). Subcuenca 27	Carga total de nitratos teórica actual (kg/ha) Subcuenca 27	Carga total de nitratos teórica tras modernización de regadío (kg/ha) Subcuenca 27
octubre	1.622	4.227	214.000	199.200
noviembre	1.507	3.200	128.300	148.900
diciembre	3.568	Subcuenca 27	322.100	404.700
enero	3.240	6.151	460.800	557.000
enero	7.013	7.775	35.530	41.380
febrero	2.005	6.520	274.100	339.200
febrero	5.529	6.161	38.870	36.680
marzo	4.030	11.393	589.400	529.200
marzo	8.702	11.920	49.790	49.360
abril	2.726	7.215	442.900	346.800
abril	5.312	5.234	44.250	35.910
mayo	2.603	11.508	809.300	938.200
mayo	3.231	3.230	25.000	18.520
junio	1.052	5.556	235.000	426.700
junio	2.265	3.456	28.410	38.780
julio	1.156	3.986	215.000	376.100
julio	1.854	2.355	34.570	43.780
agosto	0.147	0.262	22.560	20.290
agosto	2.451	2.308	26.540	25.320
septiembre	1.735	1.785	260.600	293.000
septiembre	2.907	2.659	94.530	86.880
octubre	1.046	0.959	193.600	195.800
octubre	3.886	3.763	31.870	29.140
noviembre	0.166	0.375	12.090	15.380
noviembre	4.460	4.772	20.100	21.240
diciembre	5.457	10.921	227.000	344.000
diciembre	4.106	4.756	22.440	26.940
enero	0.215	11.028	277.200	357.200
enero	8.404	8.811	27.930	25.860
febrero	0.764	7.462	739.600	239.200
febrero	5.702	7.560	33.350	37.420
marzo	0.063	7.906	2496.000	1251.000
marzo	9.933	14.458	48.660	49.010
abril	6.049	3.991	1049.000	409.800
abril	8.360	8.309	225.200	210.600
mayo	6.079	5.452	1132.000	747.600
mayo	4.129	4.950	51.800	51.980
junio	1.880	1.965	325.900	366.900
junio	1.950	3.120	23.810	33.930
julio	1.523	1.377	162.900	310.900
julio	2.133	2.760	23.710	31.230
agosto	0.863	0.221	84.050	51.660
agosto	1.024	0.844	10.190	8.711
septiembre	2.457	1.116	283.200	198.100
septiembre	2.435	2.348	17.330	17.040
octubre	10.061	1.811	582.200	223.000
octubre	3.502	3.163	14.390	11.790
noviembre	15.869	2.106	2195.000	355.600
noviembre	7.031	7.468	16.690	17.600
diciembre	13.279	0.755	622.800	84.150
diciembre	7.348	8.015	33.770	37.800
enero	10.426	10.415	39.940	42.080
febrero	6.921	8.469	41.200	42.940
marzo	9.386	15.938	36.120	37.150
abril	10.982	11.515	113.400	103.400
mayo	3.901	4.936	92.000	104.400
junio	2.023	2.943	30.740	41.000
julio	2.010	2.548	25.620	33.110
agosto	1.107	0.936	11.260	9.734

Subcuenca 27

septiembre	4.064	3.638	41.010	37.250
octubre	4.776	4.574	62.340	54.540
noviembre	3.617	3.461	40.820	35.130
diciembre	5.070	6.259	38.850	44.000
enero	7.077	8.778	40.230	45.200
febrero	3.564	4.911	21.280	19.590
marzo	7.893	14.332	55.950	62.080
abril	15.380	18.476	333.200	327.600
mayo	2.567	4.681	36.850	33.320
junio	1.509	3.882	22.670	31.090
julio	1.787	3.058	26.120	33.650
agosto	1.223	1.382	28.440	24.840
septiembre	2.284	3.435	42.030	39.550
octubre	3.184	6.006	40.020	37.160
noviembre	2.880	5.460	19.440	20.530
diciembre	4.334	5.409	47.750	53.640
enero	4.651	6.009	71.990	76.930
febrero	4.360	7.171	53.390	53.770
marzo	6.617	12.445	77.740	78.970
abril	5.433	8.269	68.850	56.630
mayo	11.168	18.798	206.900	206.100
junio	1.604	3.898	29.480	39.290
julio	1.726	3.177	29.900	37.900
agosto	0.196	0.312	3.361	2.857
septiembre	1.807	2.397	47.960	43.610
octubre	0.950	1.009	26.250	21.620
noviembre	0.235	0.274	2.504	2.826
diciembre	7.588	9.968	45.040	52.310
enero	11.698	10.404	64.840	53.220
febrero	12.420	6.749	102.000	35.560
marzo	13.550	7.433	449.400	179.100
abril	11.226	2.844	188.200	57.270
mayo	11.242	5.400	214.200	140.800
junio	2.085	1.045	44.960	38.570
julio	1.531	0.765	27.330	32.900
agosto	0.760	0.208	12.170	9.810
septiembre	3.842	1.311	51.140	45.420
octubre	9.645	2.234	72.720	47.260
noviembre	10.678	2.154	204.200	54.770

diciembre	14.297	0.620	568.100	10.220
-----------	--------	-------	---------	--------

Subcuenca 25

	Concentración media mensual de nitratos teórica actual (mg/l). Subcuenca 25	Concentración media mensual de nitratos teórica tras modernización de regadío (mg/l). Subcuenca 25	Carga mensual de nitratos teórica actual (kg/mes). Subcuenca 25	Carga mensual de nitratos teórica tras modernización de regadío (kg/mes). Subcuenca 25
enero	6.755	7.980	202.500	265.900
febrero	4.397	5.896	237.000	232.900
marzo	8.268	11.651	420.400	318.100
abril	4.623	5.763	315.800	256.800
mayo	2.833	4.564	187.200	181.800
junio	1.881	4.631	163.700	340.200
julio	1.903	2.971	218.000	378.400
agosto	1.798	1.182	114.900	89.150
septiembre	2.389	1.471	466.200	306.100
octubre	3.018	2.390	161.800	118.300
noviembre	4.176	4.551	113.600	128.400
diciembre	3.552	4.660	111.100	158.500
enero	5.688	8.223	88.630	154.600
febrero	3.085	7.177	131.700	211.500
marzo	8.135	13.422	360.100	297.700
abril	5.863	6.850	1010.000	1010.000
mayo	3.225	5.546	302.600	375.600
junio	1.593	4.399	134.300	306.400
julio	2.128	3.660	136.800	283.900
agosto	1.059	0.580	60.480	41.040
septiembre	1.814	1.362	76.220	68.840
octubre	3.504	1.904	97.440	45.080
noviembre	5.978	7.075	80.590	97.320
diciembre	7.063	8.703	188.400	244.900
enero	10.048	10.066	234.200	264.200
febrero	4.139	8.508	179.000	261.900
marzo	7.822	14.633	303.200	236.500
abril	7.056	9.736	554.700	541.700
mayo	3.550	6.531	584.600	872.400
junio	1.807	4.385	188.900	405.300
julio	1.999	3.214	151.500	291.600

agosto	1.046	0.584	63.220	43.010
septiembre	3.300	2.027	208.800	142.300
octubre	4.209	3.483	402.100	264.200
noviembre	4.100	3.405	355.700	212.100
diciembre	3.708	6.281	219.200	269.700
enero	4.240	8.288	189.200	262.800
febrero	1.974	4.500	110.500	115.000
marzo	5.008	13.177	379.300	379.500
abril	5.427	10.326	1034.000	1094.000
mayo	1.218	5.219	219.400	246.100
junio	0.747	5.272	131.400	279.400
julio	1.141	3.969	155.500	302.000
agosto	0.802	0.849	168.600	102.400
septiembre	0.923	1.817	179.300	145.600
octubre	1.335	3.836	194.000	154.000
noviembre	1.489	5.161	108.800	120.400
diciembre	3.465	5.801	274.400	351.100
enero	3.076	6.175	388.800	480.000
febrero	1.774	6.409	220.800	285.500
marzo	3.814	11.225	511.700	441.300
abril	2.497	7.040	375.100	290.200
mayo	2.993	10.362	602.400	724.200
junio	1.002	5.807	205.500	387.500
julio	1.097	4.105	185.100	338.300
agosto	0.141	0.255	20.200	17.540
septiembre	1.720	1.667	221.600	158.400
octubre	1.062	0.948	167.300	84.200
noviembre	0.155	0.408	9.488	12.550
diciembre	5.121	11.126	192.000	291.700
enero	8.824	11.158	312.300	304.100
febrero	9.440	7.603	637.700	203.700
marzo	8.445	7.994	2046.000	1072.000
abril	6.415	4.271	860.700	352.500
mayo	6.409	5.465	917.600	606.800
junio	1.965	2.054	281.000	328.300
julio	1.522	1.521	135.600	278.000
agosto	0.883	0.224	71.880	41.850
septiembre	3.382	1.069	232.200	152.700
octubre	10.123	1.727	509.600	186.600

noviembre	16.697	2.097	1990.000	300.800
diciembre	14.297	0.778	568.100	73.930

Subcuenca 12

	Concentración media mensual de nitratos teórica actual (mg/l). Subcuenca 12	Concentración media mensual de nitratos teórica tras modernización de regadío (mg/l). Subcuenca 12	Carga mensual de nitratos teórica actual (kg/mes). Subcuenca 12	Carga mensual de nitratos teórica tras modernización de regadío (kg/mes). Subcuenca 12
enero	6.932	8.487	74.300	100.600
febrero	4.184	5.990	84.560	87.100
marzo	8.359	11.829	155.300	109.200
abril	4.654	6.303	115.600	96.290
mayo	4.018	6.083	98.050	81.150
junio	2.249	5.741	69.130	147.100
julio	2.054	3.386	84.300	153.900
agosto	2.215	1.451	48.820	37.830
septiembre	2.548	1.611	187.900	125.900
octubre	3.375	2.790	64.360	47.840
noviembre	5.240	5.831	49.080	55.980
diciembre	4.598	5.892	50.630	70.250
enero	5.288	8.939	27.930	56.980
febrero	2.637	7.332	41.180	76.440
marzo	7.943	13.522	132.000	104.800
abril	5.620	6.929	361.900	377.100
mayo	4.499	7.301	154.400	171.300
junio	1.800	5.448	52.690	129.200
julio	2.495	4.389	54.660	116.900
agosto	1.180	0.606	23.110	14.930
septiembre	1.764	1.371	25.940	24.010
octubre	3.971	2.339	39.070	18.620
noviembre	7.442	9.044	34.070	41.350
diciembre	7.699	9.761	76.030	100.500
enero	9.295	9.756	75.680	89.150
febrero	3.072	7.842	49.350	86.800
marzo	7.657	14.562	109.900	79.400
abril	7.279	10.557	206.100	203.000
mayo	4.558	7.898	278.000	379.500
junio	2.206	5.289	80.330	168.800
julio	2.254	3.778	57.800	117.100

agosto	1.168	0.651	24.220	16.510
septiembre	3.644	2.269	82.050	55.920
octubre	4.347	3.642	151.900	100.000
noviembre	4.358	3.695	133.200	81.040
diciembre	4.025	7.058	84.800	108.500
enero	3.490	8.088	54.590	88.340
febrero	1.647	4.380	34.060	38.180
marzo	4.716	12.897	133.200	130.300
abril	5.950	12.019	419.700	460.400
mayo	1.523	6.348	101.000	100.300
junio	0.833	6.832	53.210	120.300
julio	1.250	4.749	62.160	124.400
agosto	0.840	0.949	66.840	40.850
septiembre	0.916	2.038	70.110	58.330
octubre	1.291	4.304	75.810	60.800
noviembre	1.717	6.832	49.470	55.110
diciembre	3.574	6.395	108.300	142.100
enero	2.660	6.028	128.300	169.800
febrero	1.412	6.220	67.760	99.370
marzo	3.589	10.754	180.900	149.700
abril	2.152	6.633	116.000	91.200
mayo	3.929	13.463	290.500	326.500
junio	1.192	7.415	90.170	167.800
julio	1.170	4.925	74.490	139.800
agosto	0.120	0.227	6.603	5.074
septiembre	1.844	2.190	87.530	63.580
octubre	1.184	1.256	66.870	34.400
noviembre	0.260	0.641	5.154	5.733
diciembre	5.830	13.671	80.170	122.600
enero	7.516	11.152	98.730	105.300
febrero	8.310	7.451	198.800	66.340
marzo	6.456	7.403	553.600	357.500
abril	5.259	4.714	241.500	122.800
mayo	8.435	8.097	420.100	290.200
junio	2.590	2.910	119.100	134.800
julio	1.850	2.174	49.110	112.400
agosto	1.027	0.287	25.700	14.630
septiembre	4.176	1.592	94.000	64.410
octubre	10.496	2.262	193.100	76.160

noviembre	17.742	2.540	719.500	118.400
diciembre	16.285	1.010	206.100	28.700

Subcuenca 11

	Concentración media mensual de nitratos teórica actual (mg/l). Subcuenca 11	Concentración media mensual de nitratos teórica tras modernización de regadío (mg/l). Subcuenca 11	Carga mensual de nitratos teórica actual (kg/mes). Subcuenca 11	Carga mensual de nitratos teórica tras modernización de regadío (kg/mes). Subcuenca 11
enero	6.443	7.671	80.370	109.700
febrero	3.928	5.217	99.580	92.140
marzo	8.118	11.495	208.000	152.000
abril	4.240	5.029	140.100	103.000
mayo	2.211	4.235	69.440	77.090
junio	1.486	4.624	56.550	142.600
julio	1.908	3.075	87.950	163.200
agosto	1.673	0.877	42.200	27.570
septiembre	2.401	1.227	194.400	107.300
octubre	2.791	1.939	66.030	41.940
noviembre	3.942	4.144	45.940	51.110
diciembre	3.311	4.466	43.130	64.860
enero	3.719	6.750	24.100	56.150
febrero	1.894	5.851	38.050	76.550
marzo	7.548	12.314	169.700	134.500
abril	4.921	5.664	374.200	354.400
mayo	2.605	5.216	112.100	155.100
junio	1.210	4.363	44.770	127.500
julio	1.921	3.735	47.010	118.600
agosto	1.263	0.568	27.520	16.550
septiembre	1.599	0.999	26.610	21.400
octubre	3.741	1.735	46.750	18.330
noviembre	5.134	6.076	29.260	36.530
diciembre	6.619	8.262	73.620	98.610
enero	9.603	9.338	94.160	106.700
febrero	2.737	6.935	55.090	93.770
marzo	7.394	13.940	149.400	115.300
abril	4.999	7.101	184.600	175.900
mayo	3.101	6.507	227.100	372.500
junio	1.466	4.411	66.700	171.900
julio	1.882	3.262	54.810	122.100

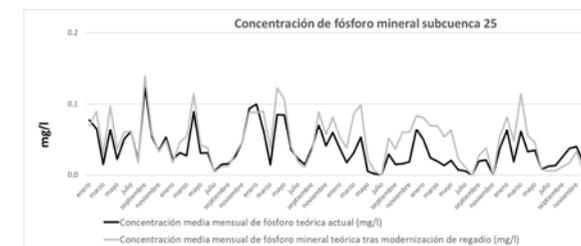
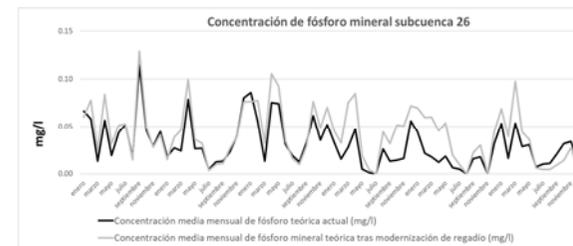
agosto	1.205	0.537	28.460	16.600
septiembre	3.214	1.554	83.260	46.520
octubre	4.237	3.180	181.200	103.900
noviembre	4.542	3.702	178.100	98.210
diciembre	3.269	5.940	86.920	107.900
enero	3.211	7.188	64.140	98.800
febrero	1.567	3.685	42.160	42.950
marzo	4.453	12.116	169.100	167.100
abril	3.017	6.376	270.400	292.300
mayo	0.856	4.640	77.070	98.650
junio	0.496	5.198	42.750	115.600
julio	0.883	4.064	53.990	126.700
agosto	0.793	0.783	74.400	39.180
septiembre	0.693	1.233	61.200	42.120
octubre	1.071	2.826	71.860	49.830
noviembre	1.262	4.675	42.520	47.230
diciembre	3.215	5.630	109.100	142.300
enero	2.666	5.798	150.400	190.800
febrero	1.207	5.199	71.670	101.100
marzo	3.388	10.352	228.300	187.300
abril	1.903	5.320	146.600	99.960
mayo	1.437	6.944	142.900	212.400
junio	0.751	5.945	74.220	166.100
julio	0.890	4.229	66.920	142.600
agosto	0.117	0.242	7.507	6.759
septiembre	1.555	1.356	83.150	48.440
octubre	1.172	0.993	77.240	33.130
noviembre	0.118	0.411	2.849	4.488
diciembre	3.714	9.989	58.460	106.300
enero	7.223	9.768	105.400	109.500
febrero	8.411	6.472	274.100	73.650
marzo	6.076	7.421	671.500	415.800
abril	4.598	4.127	294.700	132.400
mayo	4.400	4.547	287.200	201.600
junio	1.699	2.171	104.200	134.700
julio	1.370	1.649	40.660	110.600
agosto	1.131	0.242	31.950	15.970
septiembre	3.415	0.789	84.920	41.530
octubre	10.542	1.367	233.200	59.190

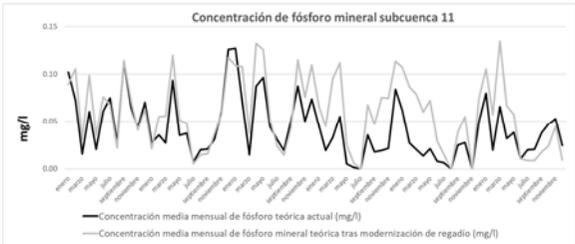
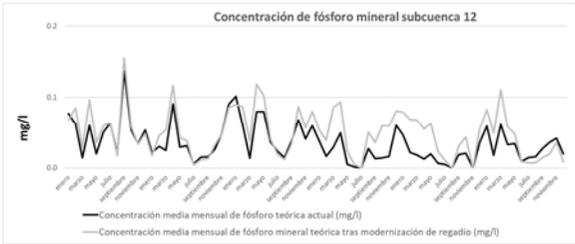
noviembre	20.008	2.128	1005.000	127.200
diciembre	18.021	0.858	292.000	34.810

ANEXO 3

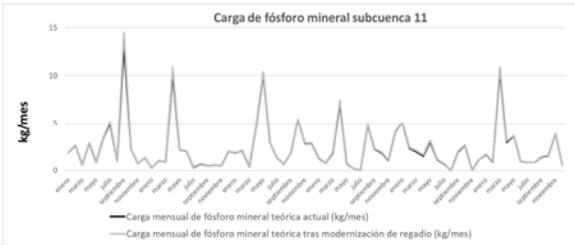
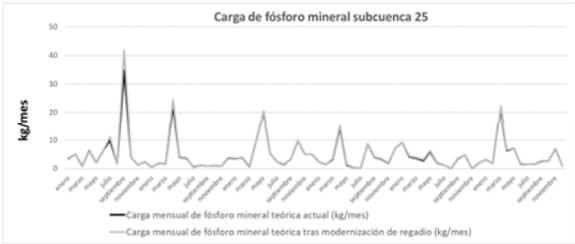
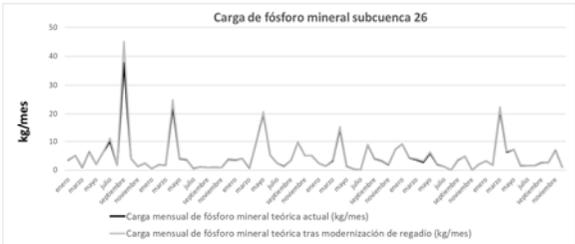
CONCENTRACIONES (mg/l) Y CARGAS (kg/mes) DE FÓSFORO MINERAL MODELIZADOS POR SUBCUENCA ANTES Y DESPUÉS DE LA MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO. Periodo modelizado: 6 años

Concentración de fósforo mineral (mg/l)





Carga de fósforo mineral exportada (kg/mes)



Resumen de cargas y concentraciones de fósforo mineral por subcuenca

	Concentración media mensual de fósforo mineral teórica actual (mg/l)	Concentración media mensual de fósforo mineral teórica tras modernización del regadío (mg/l)	Diferencia %	Carga mensual de fósforo mineral teórica actual (kg/mes)	Carga mensual de fósforo mineral teórica tras modernización del regadío (kg/mes)	Diferencia %
Subcuenca26	0.031225587	0.042219309	35.21	4.73944458	4.953982653	4.53
Subcuenca27	0.001230974	0.001065299	-13.46	0.05926867	0.048055194	-18.92
Subcuenca25	0.035547976	0.048981615	37.79	4.69073879	4.901902653	4.50
Subcuenca12	0.035252941	0.049380913	40.08	1.70134029	1.762298682	3.58
Subcuenca11	0.042414075	0.059109965	39.36	2.38138981	2.442598694	2.57

La salida de fósforo por los azarbes de las subcuencas presenta un patrón común en cuatro de las cinco subcuencas analizadas. Se prevén aumentos en las concentraciones y cargas similares tras la modernización del regadío.

Subcuenca 26

	Concentración media mensual de fósforo mineral actual (mg/l). Subcuenca 26	Concentración media mensual de fósforo mineral tras modernización del regadío (mg/l). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo mineral teórica actual (Kg/mes). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo total teórica tras modernización del regadío (Kg/mes). Subcuenca 26
enero	0.067	0.060	3.382	3.369
febrero	0.058	0.078	5.128	5.130
marzo	0.013	0.025	1.093	1.142
abril	0.057	0.084	6.285	6.255
mayo	0.019	0.032	2.076	2.082
junio	0.044	0.052	6.285	6.331
julio	0.052	0.053	10.060	11.180
agosto	0.017	0.015	1.847	1.843
septiembre	0.115	0.129	37.730	45.000
octubre	0.046	0.049	4.098	4.098
noviembre	0.029	0.028	1.337	1.330
diciembre	0.045	0.041	2.386	2.367
enero	0.018	0.015	0.487	0.473
febrero	0.027	0.039	1.910	1.933
marzo	0.024	0.046	1.717	1.715
abril	0.079	0.100	22.670	24.890
mayo	0.027	0.036	4.108	4.133
junio	0.027	0.032	3.742	3.763
julio	0.004	0.004	0.483	0.466
agosto	0.013	0.010	1.216	1.176
septiembre	0.013	0.011	0.953	0.915
octubre	0.023	0.027	1.065	1.051
noviembre	0.040	0.040	0.920	0.922
diciembre	0.080	0.076	3.633	3.618
enero	0.086	0.076	3.377	3.350
febrero	0.056	0.078	4.003	4.028

marzo	0.013	0.032	0.811	0.866
abril	0.075	0.106	9.695	9.872
mayo	0.074	0.092	20.260	20.650
junio	0.031	0.035	5.359	5.348
julio	0.019	0.016	2.450	2.394
agosto	0.012	0.010	1.272	1.214
septiembre	0.033	0.029	3.484	3.418
octubre	0.062	0.077	9.684	9.738
noviembre	0.036	0.049	5.054	5.102
diciembre	0.052	0.071	5.049	5.098
enero	0.033	0.045	2.388	2.417
febrero	0.015	0.033	1.384	1.391
marzo	0.028	0.075	3.368	3.607
abril	0.047	0.085	14.530	15.160
mayo	0.005	0.019	1.352	1.506
junio	0.001	0.004	0.360	0.387
julio	0.000	0.000	0.006	0.008
agosto	0.026	0.044	8.796	8.921
septiembre	0.013	0.032	4.077	4.225
octubre	0.015	0.052	3.319	3.468
noviembre	0.016	0.051	1.905	1.995
diciembre	0.056	0.072	7.315	7.331
enero	0.044	0.070	9.054	9.145
febrero	0.022	0.060	4.253	4.502
marzo	0.018	0.060	3.734	3.972
abril	0.012	0.045	2.838	3.162
mayo	0.019	0.054	5.911	6.328
junio	0.006	0.020	2.076	2.190
julio	0.005	0.010	1.314	1.332
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.016	0.022	3.572	3.665
octubre	0.018	0.030	4.771	4.819
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.007
diciembre	0.032	0.045	2.026	2.055
enero	0.054	0.069	3.171	3.235
febrero	0.016	0.039	1.776	1.820
marzo	0.054	0.098	21.440	22.340
abril	0.029	0.044	6.328	6.571
mayo	0.031	0.037	7.170	7.252
junio	0.007	0.006	1.729	1.755
julio	0.010	0.005	1.585	1.538
agosto	0.011	0.004	1.569	1.510
septiembre	0.021	0.009	2.511	2.424

octubre	0.032	0.014	2.678	2.641
noviembre	0.034	0.028	6.807	6.759
diciembre	0.015	0.006	1.018	0.989

Subcuenca 27

	Concentración media mensual de fósforo mineral actual (mg/l). Subcuenca 26	Concentración media mensual de fósforo mineral tras modernización del regadío (mg/l). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo mineral teórica actual (Kg/mes). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo total teórica tras modernización del regadío (Kg/mes). Subcuenca 26
enero	0.000	0.000	0.000	0.000
febrero	0.000	0.000	0.002	0.002
marzo	0.000	0.000	0.000	0.000
abril	0.000	0.000	0.000	0.000
mayo	0.000	0.000	0.000	0.000
junio	0.000	0.000	0.000	0.000
julio	0.001	0.001	0.018	0.014
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.060	0.063	2.805	2.979
octubre	0.000	0.000	0.000	0.000
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.000
diciembre	0.000	0.000	0.000	0.000
enero	0.000	0.000	0.000	0.000
febrero	0.000	0.000	0.000	0.000
marzo	0.000	0.000	0.000	0.000
abril	0.008	0.010	0.322	0.370
mayo	0.000	0.000	0.000	0.000
junio	0.000	0.000	0.000	0.000
julio	0.000	0.000	0.000	0.000
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.000	0.000	0.000	0.000
octubre	0.000	0.000	0.000	0.000
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.000
diciembre	0.000	0.000	0.000	0.000
enero	0.000	0.000	0.000	0.000
febrero	0.000	0.000	0.000	0.000
marzo	0.000	0.000	0.000	0.000
abril	0.000	0.000	0.000	0.000
mayo	0.000	0.000	0.000	0.000
junio	0.000	0.000	0.000	0.000
julio	0.000	0.000	0.000	0.000
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.000	0.000	0.000	0.000

octubre	0.000	0.000	0.000	0.000
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.000
diciembre	0.000	0.000	0.000	0.000
enero	0.000	0.000	0.000	0.000
febrero	0.000	0.000	0.000	0.000
marzo	0.000	0.000	0.000	0.000
abril	0.000	0.000	0.000	0.000
mayo	0.000	0.000	0.000	0.000
junio	0.000	0.000	0.000	0.000
julio	0.000	0.000	0.000	0.000
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.000	0.000	0.000	0.000
octubre	0.000	0.000	0.000	0.000
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.000
diciembre	0.000	0.000	0.000	0.000
enero	0.000	0.000	0.000	0.000
febrero	0.000	0.000	0.000	0.000
marzo	0.000	0.000	0.000	0.000
abril	0.000	0.000	0.000	0.000
mayo	0.000	0.000	0.000	0.000
junio	0.000	0.000	0.000	0.000
julio	0.000	0.000	0.000	0.000
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.000	0.000	0.000	0.000
octubre	0.000	0.000	0.000	0.000
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.000
diciembre	0.000	0.000	0.000	0.000
enero	0.000	0.000	0.000	0.000
febrero	0.000	0.000	0.000	0.000
marzo	0.002	0.003	0.103	0.094
abril	0.000	0.000	0.000	0.000
mayo	0.000	0.000	0.000	0.000
junio	0.000	0.000	0.000	0.000
julio	0.000	0.000	0.000	0.000
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.000	0.000	0.000	0.000
octubre	0.000	0.000	0.000	0.000
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.000
diciembre	0.018	0.000	1.017	0.000

Subcuenca 25

	Concentración media mensual de fósforo mineral actual (mg/l). Subcuenca 26	Concentración media mensual de fósforo mineral tras modernización del regadío (mg/l). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo mineral teórica actual (Kg/mes). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo total teórica tras modernización del regadío (Kg/mes). Subcuenca 26
enero	0.078	0.070	3.380	3.367
febrero	0.066	0.090	5.123	5.125
marzo	0.015	0.029	1.093	1.140
abril	0.063	0.097	6.277	6.248
mayo	0.022	0.036	2.074	2.080
junio	0.050	0.060	6.281	6.328
julio	0.061	0.061	10.040	11.160
agosto	0.020	0.017	1.846	1.842
septiembre	0.124	0.139	34.880	41.960
octubre	0.053	0.057	4.096	4.096
noviembre	0.034	0.033	1.337	1.330
diciembre	0.053	0.048	2.385	2.366
enero	0.022	0.017	0.487	0.472
febrero	0.031	0.045	1.909	1.932
marzo	0.027	0.053	1.716	1.714
abril	0.090	0.115	22.320	24.490
mayo	0.030	0.042	4.106	4.130
junio	0.031	0.037	3.740	3.760
julio	0.005	0.004	0.483	0.466
agosto	0.015	0.011	1.215	1.176
septiembre	0.016	0.013	0.952	0.915
octubre	0.026	0.031	1.064	1.050
noviembre	0.047	0.046	0.920	0.921
diciembre	0.094	0.089	3.631	3.616
enero	0.100	0.088	3.375	3.348
febrero	0.064	0.090	4.000	4.025
marzo	0.014	0.037	0.810	0.865
abril	0.085	0.122	9.685	9.862
mayo	0.085	0.107	20.240	20.630
junio	0.035	0.040	5.356	5.345
julio	0.022	0.018	2.448	2.393
agosto	0.015	0.011	1.271	1.213
septiembre	0.038	0.034	3.482	3.416
octubre	0.070	0.089	9.680	9.734
noviembre	0.040	0.057	5.053	5.100
diciembre	0.059	0.082	5.048	5.096
enero	0.037	0.053	2.387	2.416
febrero	0.017	0.038	1.383	1.390
marzo	0.031	0.086	3.366	3.604

abril	0.053	0.099	14.510	15.140
mayo	0.005	0.022	1.351	1.505
junio	0.001	0.005	0.360	0.387
julio	0.000	0.000	0.006	0.007
agosto	0.029	0.051	8.792	8.917
septiembre	0.014	0.036	4.075	4.223
octubre	0.016	0.060	3.318	3.467
noviembre	0.018	0.059	1.905	1.994
diciembre	0.064	0.084	7.312	7.329
enero	0.049	0.081	9.050	9.142
febrero	0.024	0.070	4.251	4.500
marzo	0.019	0.070	3.732	3.969
abril	0.013	0.053	2.836	3.160
mayo	0.020	0.063	5.906	6.323
junio	0.007	0.023	2.075	2.188
julio	0.005	0.011	1.313	1.331
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.019	0.027	3.570	3.663
octubre	0.021	0.037	4.769	4.817
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.007
diciembre	0.037	0.054	2.025	2.054
enero	0.062	0.082	3.169	3.233
febrero	0.018	0.047	1.775	1.819
marzo	0.061	0.114	21.320	22.220
abril	0.033	0.055	6.321	6.564
mayo	0.035	0.045	7.165	7.246
junio	0.008	0.008	1.728	1.754
julio	0.012	0.006	1.584	1.538
agosto	0.013	0.006	1.568	1.510
septiembre	0.025	0.012	2.510	2.423
octubre	0.037	0.017	2.677	2.640
noviembre	0.039	0.033	6.805	6.757
diciembre	0.018	0.007	1.017	0.989

Subcuenca 12

	Concentración media mensual de fósforo mineral actual (mg/l). Subcuenca 26	Concentración media mensual de fósforo mineral tras modernización del regadío (mg/l). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo mineral teórica actual (Kg/mes). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo total teórica tras modernización del regadío (Kg/mes). Subcuenca 26
enero	0.077	0.068	1.195	1.173
febrero	0.062	0.085	1.818	1.796
marzo	0.014	0.029	0.383	0.391

abril	0.060	0.097	2.165	2.134
mayo	0.020	0.036	0.696	0.694
junio	0.050	0.060	2.240	2.208
julio	0.063	0.064	3.763	4.183
agosto	0.020	0.017	0.650	0.649
septiembre	0.137	0.155	14.620	17.560
octubre	0.053	0.058	1.464	1.437
noviembre	0.035	0.033	0.469	0.463
diciembre	0.054	0.049	0.853	0.839
enero	0.022	0.017	0.165	0.160
febrero	0.030	0.045	0.684	0.684
marzo	0.025	0.054	0.602	0.602
abril	0.091	0.117	8.468	9.228
mayo	0.029	0.043	1.448	1.449
junio	0.031	0.038	1.325	1.316
julio	0.006	0.004	0.177	0.165
agosto	0.015	0.011	0.424	0.409
septiembre	0.016	0.013	0.334	0.320
octubre	0.026	0.032	0.371	0.372
noviembre	0.049	0.048	0.323	0.317
diciembre	0.090	0.086	1.292	1.278
enero	0.101	0.090	1.195	1.185
febrero	0.061	0.087	1.413	1.388
marzo	0.014	0.037	0.283	0.293
abril	0.080	0.118	3.274	3.294
mayo	0.080	0.102	7.045	7.112
junio	0.036	0.041	1.917	1.873
julio	0.023	0.019	0.865	0.833
agosto	0.015	0.011	0.447	0.421
septiembre	0.038	0.034	1.237	1.202
octubre	0.068	0.087	3.458	3.451
noviembre	0.041	0.057	1.820	1.800
diciembre	0.059	0.080	1.811	1.790
enero	0.038	0.053	0.851	0.842
febrero	0.016	0.039	0.486	0.489
marzo	0.029	0.086	1.203	1.252
abril	0.050	0.093	5.076	5.180
mayo	0.005	0.023	0.477	0.517
junio	0.001	0.005	0.125	0.137
julio	0.000	0.000	0.002	0.001
agosto	0.027	0.051	3.149	3.146
septiembre	0.013	0.036	1.460	1.489
octubre	0.014	0.060	1.187	1.217

noviembre	0.016	0.059	0.675	0.691
diciembre	0.060	0.081	2.630	2.594
enero	0.047	0.080	3.251	3.241
febrero	0.022	0.069	1.522	1.585
marzo	0.018	0.068	1.323	1.373
abril	0.013	0.055	1.008	1.099
mayo	0.020	0.063	2.102	2.200
junio	0.007	0.023	0.741	0.761
julio	0.005	0.011	0.466	0.464
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.019	0.031	1.274	1.293
octubre	0.021	0.043	1.710	1.712
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.000
diciembre	0.036	0.055	0.715	0.712
enero	0.059	0.083	1.121	1.131
febrero	0.018	0.049	0.614	0.633
marzo	0.061	0.110	7.561	7.718
abril	0.033	0.058	2.181	2.193
mayo	0.035	0.048	2.490	2.485
junio	0.009	0.009	0.619	0.619
julio	0.015	0.007	0.559	0.542
agosto	0.016	0.007	0.564	0.535
septiembre	0.027	0.015	0.889	0.860
octubre	0.036	0.019	0.959	0.941
noviembre	0.042	0.036	2.450	2.413
diciembre	0.020	0.009	0.364	0.354

Subcuenca 11

	Concentración media mensual de fósforo mineral actual (mg/l). Subcuenca 26	Concentración media mensual de fósforo mineral tras modernización del regadío (mg/l). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo mineral teórica actual (Kg/mes). Subcuenca 26	Carga mensual de fósforo total teórica tras modernización del regadío (Kg/mes). Subcuenca 26
enero	0.102	0.089	1.845	1.852
febrero	0.073	0.106	2.674	2.698
marzo	0.016	0.031	0.576	0.584
abril	0.061	0.099	2.897	2.923
mayo	0.021	0.036	0.934	0.939
junio	0.061	0.076	3.367	3.402
julio	0.075	0.068	4.998	5.203
agosto	0.027	0.022	0.997	1.000
septiembre	0.113	0.114	13.250	14.470
octubre	0.065	0.072	2.231	2.247

noviembre	0.043	0.041	0.732	0.734
diciembre	0.070	0.063	1.328	1.329
enero	0.027	0.021	0.258	0.256
febrero	0.036	0.055	1.037	1.044
marzo	0.027	0.056	0.890	0.882
abril	0.094	0.120	10.300	10.850
mayo	0.035	0.052	2.205	2.222
junio	0.037	0.048	1.999	2.031
julio	0.007	0.006	0.256	0.253
agosto	0.020	0.015	0.634	0.629
septiembre	0.021	0.016	0.500	0.489
octubre	0.031	0.037	0.565	0.563
noviembre	0.060	0.058	0.498	0.507
diciembre	0.126	0.118	2.028	2.033
enero	0.127	0.109	1.807	1.805
febrero	0.071	0.108	2.079	2.110
marzo	0.015	0.038	0.429	0.450
abril	0.087	0.133	4.665	4.752
mayo	0.097	0.126	10.240	10.400
junio	0.044	0.052	2.908	2.911
julio	0.031	0.024	1.296	1.294
agosto	0.019	0.015	0.658	0.650
septiembre	0.051	0.044	1.910	1.888
octubre	0.087	0.115	5.409	5.443
noviembre	0.050	0.076	2.861	2.901
diciembre	0.074	0.110	2.847	2.887
enero	0.045	0.067	1.309	1.326
febrero	0.019	0.045	0.748	0.752
marzo	0.033	0.095	1.811	1.902
abril	0.055	0.112	7.169	7.430
mayo	0.005	0.025	0.716	0.773
junio	0.002	0.006	0.191	0.201
julio	0.000	0.000	0.002	0.002
agosto	0.036	0.068	4.846	4.909
septiembre	0.018	0.047	2.271	2.320
octubre	0.019	0.075	1.864	1.920
noviembre	0.022	0.075	1.056	1.093
diciembre	0.084	0.114	4.132	4.158
enero	0.062	0.108	5.062	5.123
febrero	0.027	0.087	2.352	2.443
marzo	0.020	0.079	1.982	2.072
abril	0.014	0.060	1.527	1.634
mayo	0.021	0.072	3.034	3.200

junio	0.008	0.029	1.131	1.173
julio	0.006	0.015	0.704	0.717
agosto	0.000	0.000	0.000	0.000
septiembre	0.025	0.039	1.947	1.995
octubre	0.028	0.055	2.652	2.678
noviembre	0.000	0.000	0.000	0.001
diciembre	0.050	0.074	1.132	1.144
enero	0.080	0.105	1.689	1.711
febrero	0.020	0.057	0.925	0.943
marzo	0.066	0.135	10.550	10.920
abril	0.032	0.067	2.965	3.090
mayo	0.038	0.058	3.624	3.697
junio	0.011	0.011	0.956	0.971
julio	0.020	0.009	0.859	0.836
agosto	0.021	0.009	0.842	0.829
septiembre	0.038	0.018	1.359	1.344
octubre	0.047	0.024	1.505	1.498
noviembre	0.053	0.045	3.866	3.865
diciembre	0.025	0.010	0.576	0.568

Dimensionamiento de humedales potenciales a establecer en la Comunidad de Regantes Santa Ana para reducir las descargas de nitratos con el agua excedente de riego después de la modernización del regadío

AISECO, Asociación para la Integración de los Servicios de los Ecosistemas

Junio 2022

Antecedentes

La modelización de las descargas de agua y nitratos por los desagües de la Comunidad de Regantes (C.R.) Santa Ana (CR Sta. Ana) después de la modernización del regadío que tiene proyectada ofreció unos resultados que plantean la disyuntiva de proponer el establecimiento de un gran humedal al final de la CR Sta. Ana para tratar el agua excedente del riego de toda la C.R. y reducir la concentración de nitratos a menos de 25 mg/L o, alternativamente, alcanzar esta meta distribuyendo humedales por las distintas subcuencas de tal manera que se alcance la reducción de los nitratos (a menos de 25 mg/L) en los distintos desagües que vierten a un desagüe mayor y, finalmente, al desagüe general de toda la C.R.

En la siguiente figura se muestra el conjunto de la C.R. con las diferentes subcuencas y desagües resultantes de la modernización del regadío.

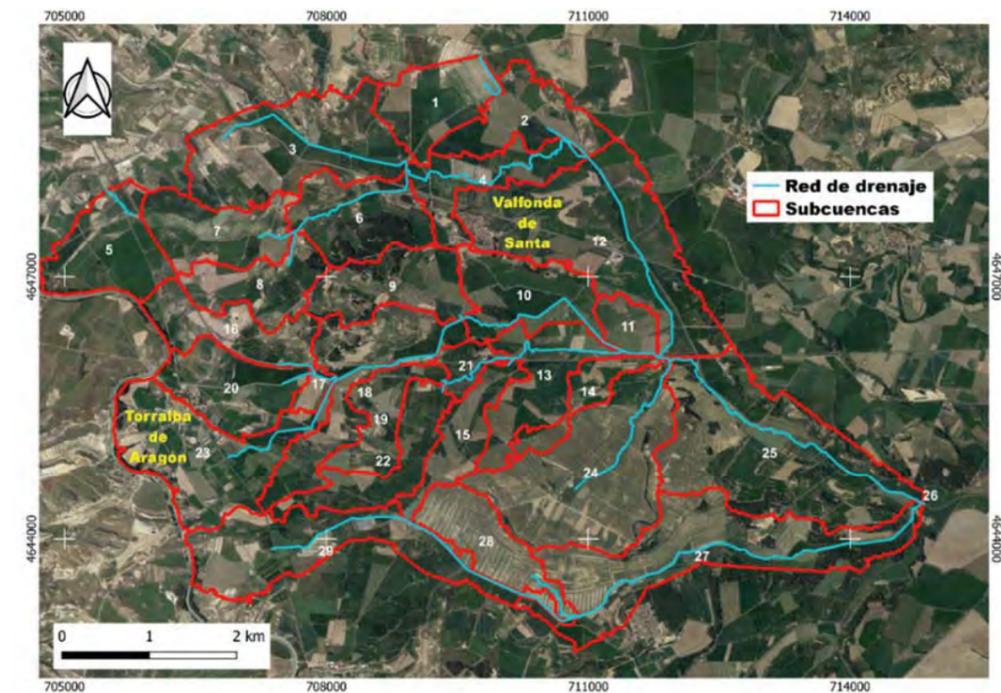


Fig. 1. El conjunto de la Comunidad de Regantes con las diferentes subcuencas que la componen (marcadas en rojo) y los desagües correspondientes (en azul).

Los humedales como sistemas para reducir los nitratos del agua excedente de riego y su dimensionamiento

Los humedales construidos para la reducción y eliminación de los nitratos del agua excedente del riego agrícola en comunidades de regantes requieren que el flujo del agua pase por el humedal lo más aproximado a un flujo a pistón y, dado que para los volúmenes de agua que se vierten y el tipo de vertido por desagüe en arroyo o canal excavado en tierra el flujo más conveniente es superficial, que fluya superficialmente por toda la superficie del humedal.

Es esencial que haya un buen control de la altura del agua sobre la superficie del suelo (que no conviene que sobrepase 20-60 cm) para que el agua permanezca en el humedal un tiempo de 5 días aproximadamente (puede variar en función de la temperatura y de la carga de nitratos entre 3 y 7 días). De esta manera habrá tiempo suficiente para que se produzca la desnitrificación y las bacterias desnitrificantes (que se encuentran en el sedimento, entre las raíces de las plantas y en el biofilm, reduzcan los nitratos hasta nitrógeno gas, y éste pase a la atmósfera.

En este tipo de sistemas la concentración de nitratos se reducirá, por la desnitrificación, según el modelo $C_o=C_i e^{-kt}$, donde:

C_o y C_i son, respectivamente, las concentraciones de nitratos en el agua de salida y de entrada al humedal;

t es el tiempo de residencia del agua en el humedal ($t=V/Q$, V -volumen de agua en el humedal; Q caudal de agua que fluye por el humedal);

K es la constante de primer orden de eliminación de nitratos por superficie.

Este es el modelo que se ha aplicado para la estimación del área de humedal requerido para reducir la concentración de nitratos en el agua excedente de riego de la C.R. Sta. Ana hasta 25 mg/L (límite requerido para considerar las masas de agua en buen estado, según el R.D. 817/2015 de 11 de septiembre).

Descarga de agua y nitratos

La siguiente figura muestra las conexiones entre las diferentes subcuencas de la C.R. resultantes de la modernización del regadío.

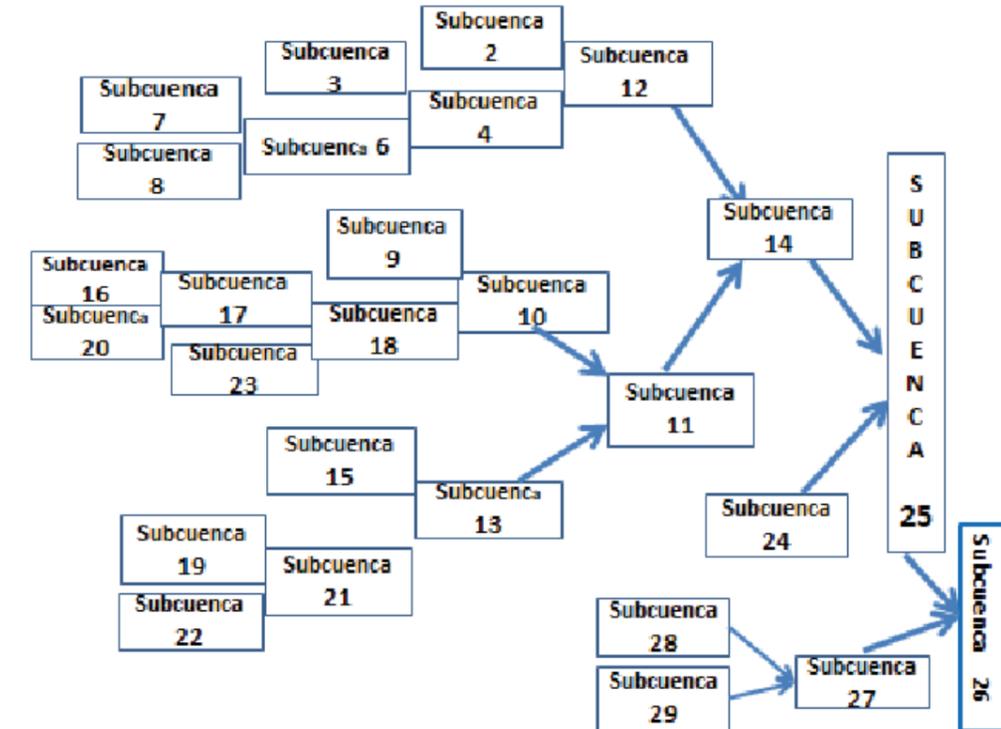


Fig. 2. Conexiones entre los desagües de las diferentes subcuencas de la Comunidad de Regantes.

Los resultados de la modelización muestran (ver gráficas de concentración de nitratos vs. Caudal en el Anexo) que hay un grupo de subcuencas que desaguarán caudales muy pequeños y, aunque las concentraciones de nitratos puedan ser notables, la descarga de nitratos (concentración x caudal) es menor e insignificante comparada con las otras y para el conjunto de la C.R. Se trata de las subcuencas por las que se desaguaría agua con concentraciones de nitratos superiores a 25 mg/L con caudales de agua inferiores a 50 L/s, por lo que serían descargas de nitratos insignificantes comparadas con las que desaguarían por otras subcuencas y para el conjunto de la C.R. Son las subcuencas: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27.

Así, las alternativas para reducir los nitratos serían:

- A** Establecer un humedal al final de toda la cuenca, para tratar el agua en el DG1. Atendiendo a los valores obtenidos, sería equivalente a tratarla en el desagüe de la subcuenca 25, porque son descargas similares las de la subcuenca 25 y de la 26 (por la poca descarga proveniente de la subcuenca 27). Sin embargo, no cabe duda de que esta ubicación sería la más apropiada, puesto que actuaría sobre la totalidad.

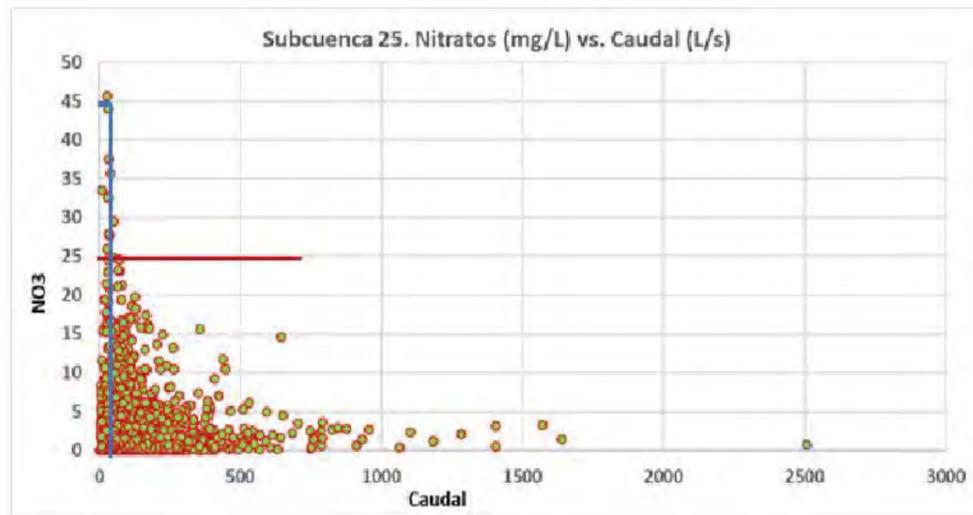


Fig. 3. Relación entre la concentración de nitratos y el caudal en el agua excedente por la subcuenca 25.

En este caso se requeriría un área de aproximadamente 5 ha para reducir la concentración de nitratos de 45 mg/L a 25 mg/L (Fig. 3), siendo interesante considerar algo más para los dispositivos de regulación de la entrada y salida del agua.

- B** Establecer un humedal para reducir los nitratos en la subcuenca 14 que es la que recoge el agua de casi toda la cuenca. Y no considerar el desagüe de la subcuenca 24 porque por esta subcuenca 24 los caudales con concentraciones superiores a 25mg/L son insignificantes (hasta 30 L/s).

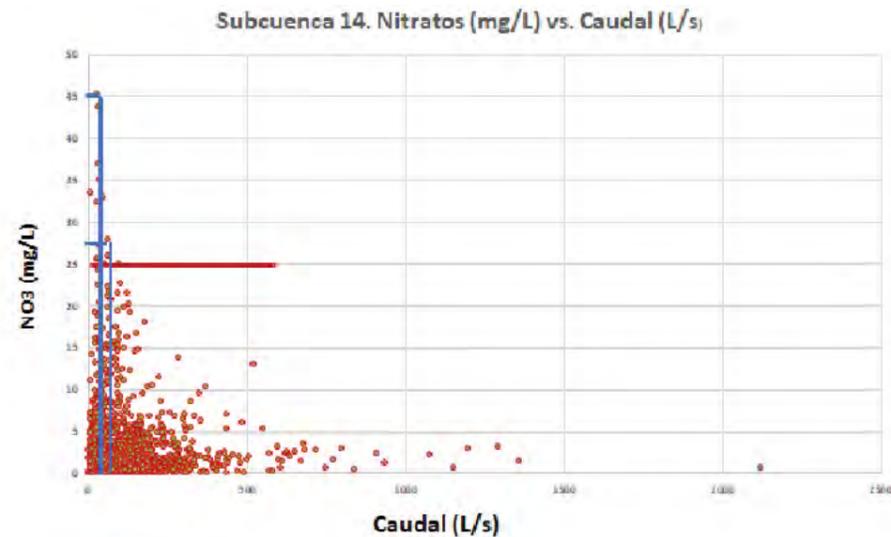


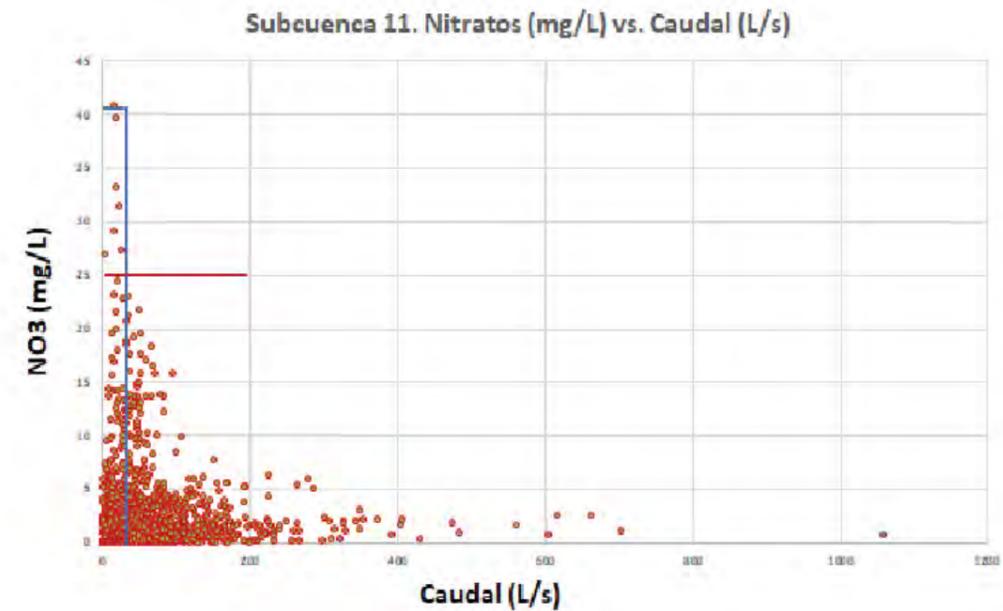
Fig. 4. Relación entre la concentración de nitratos y el caudal en el agua excedente por la subcuenca 14.

En este caso se requerirían 4 ha para reducir los nitratos hasta 25 mg/L, según las diferentes condiciones de descarga (combinaciones de nitratos y caudales) señaladas en la Fig. 4.

Es decir, un área algo menor 25 para cubrir la mayor parte de las descargas pero quedarían sin tratar las descargas de la subcuenca 24. Esto indica que es por el desagüe de la subcuenca 14 por donde se descargan la mayor parte de los nitratos de la C.R.

Las otras subcuenca (24), aúnan caudales a la 14 para formar el gran desagüe de la 25. Y la subcuenca 27 aporta caudales a la 25 para formar la salida de la 26 o final de toda la C.R. Pero son caudales que en muchas ocasiones son relativamente altos y con concentraciones bajas de nitratos que diluyen las descargas de nitratos. Por lo que su tratamiento no es relevante para el conjunto del desagüe de la C.R.

- C** Establecer sendos humedales para tratar el agua que desagua por las subcuencas 11 y 12. Estas son las subcuencas por las que vierte el agua a la subcuenca 14.



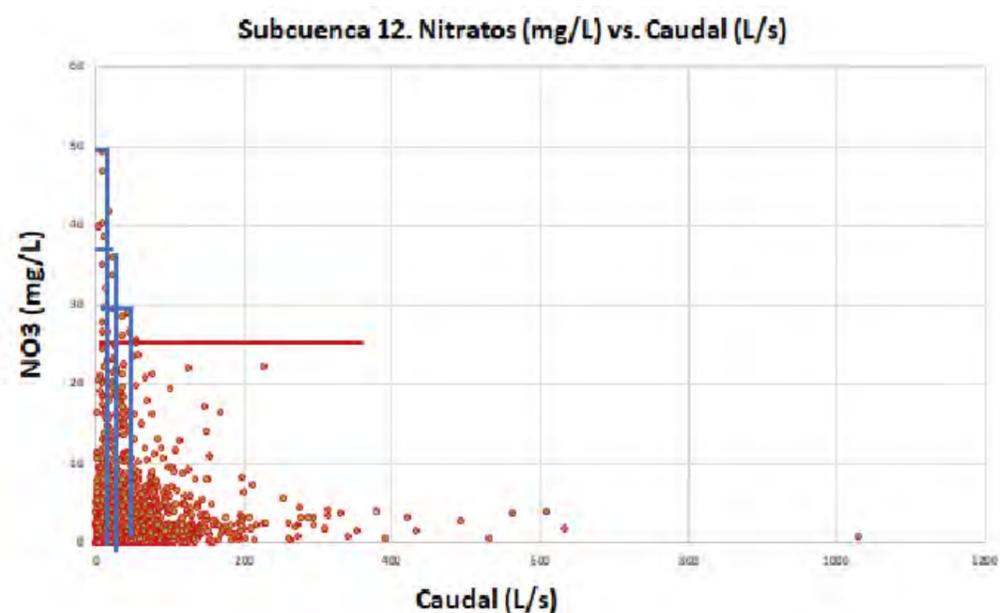


Fig. 5. Relación entre la concentración de nitratos y el caudal en el agua excedente por las subcuencas 11 (arriba) y 12 (abajo).

Se requerirían 2,7 ha y 2,3 ha para tratar las aguas de las subcuencas 11 y 12, respectivamente. Sin embargo, al igual que sucedía en el planteamiento anterior, quedarían sin tratar las descargas de la subcuenca 24 y siguientes.

En la tabla siguiente se incluye un breve resumen de los resultados obtenidos.

Desagüe	Subcuenca	Caudales (l/s)	Nitratos (mg/l)	Sugerencia	Área de humedal (ha)
DG 12	7	La gran mayoría de los casos inferiores a 20 L/s. Caudales irrelevantes para ser tratados.	Los casos de caudales entre 20 y 100 L/s tienen nitratos inferiores a 25 mg/L.	No es relevante para poner un humedal	
	8	Inferiores a 20 L/s. Caudales irrelevantes para ser tratados.	Los casos de caudales entre 20 y 100 L/s tienen nitratos inferiores a 25 mg/L.	No es relevante para poner un humedal	
	6	La gran mayoría inferiores a 50 L/s. Menos del 5% entre 100 y 200 L/s, y solo 3 casos entre 200 y 300 L/s.	Los casos de caudales superiores a 50 L/s llevan nitratos inferiores a 25 mg/L.	No es relevante para poner un humedal	
	3	La gran mayoría inferiores a 40. Caudales irrelevantes para ser tratados.	Los caudales superiores a 40 L/s (máximo son hasta 125) llevan nitratos inferiores a 25 mg/L.	No es relevante para poner un humedal	
	4	Caudales inferiores a 50 L/s.	Los caudales superiores a 50 L/s llevan nitratos inferiores a 25 mg/L. Si hay casos de concentraciones de 480 mg/l con caudales de 50 L/s.	Hay casos de concentraciones de 48 mg/l con caudales de 45 L/s que pueden requerir tratamiento.	1,3
	12	Caudales inferiores a 50 L/s. Los superiores a 50 L/s llevan nitratos en concentraciones inferiores a 25 mg/L.	Los caudales superiores a 50 L/s llevan nitratos inferiores a 25 mg/L. Las concentraciones de nitratos entre 25 y 50 mg/L corresponden a caudales inferiores a 50 L/s en su mayor parte, y muy pocos entre 50 y 100 L/s.	Requeriría tratamiento	2,3
DG 14	11	Por este desagüe bajarían caudales entre 35 y 100 L/s con concentraciones entre 45 y 58 mg/L.		Requerirían tratamiento	2,7
	14	Por este desagüe bajarían caudales relevantes entre 50 y 175 L/s y nitratos entre 30 y 60 mg/L.		Requeriría tratamiento	4
DG 24	24	Aporta caudales inferiores a 25 L/s los casos con concentraciones de nitratos entre 25 y 50 mg/L.		No requiere tratamiento	
DG 26	27	Aporta poca descarga de nitratos, inferior a 50 L/s los caudales que llevan nitratos por encima de 25 mg/L (y hasta 60 máximo).		No requiere tratamiento	
	25	Aporta grandes caudales (entre 50 y 250 L/s).	Con concentraciones de nitratos entre 30 y hasta 60 mg/L.	Requeriría tratamiento	5
	26	Aporta grandes caudales (entre 50 y 500 L/s).	Con concentraciones de nitratos inferiores a 25 mg/L.	Y, en muy pocas ocasiones, muy bajos caudales (inferiores a 50 L/s) con concentraciones de nitratos relativamente bajas (entre 25 y 47,5 mg/L).	5

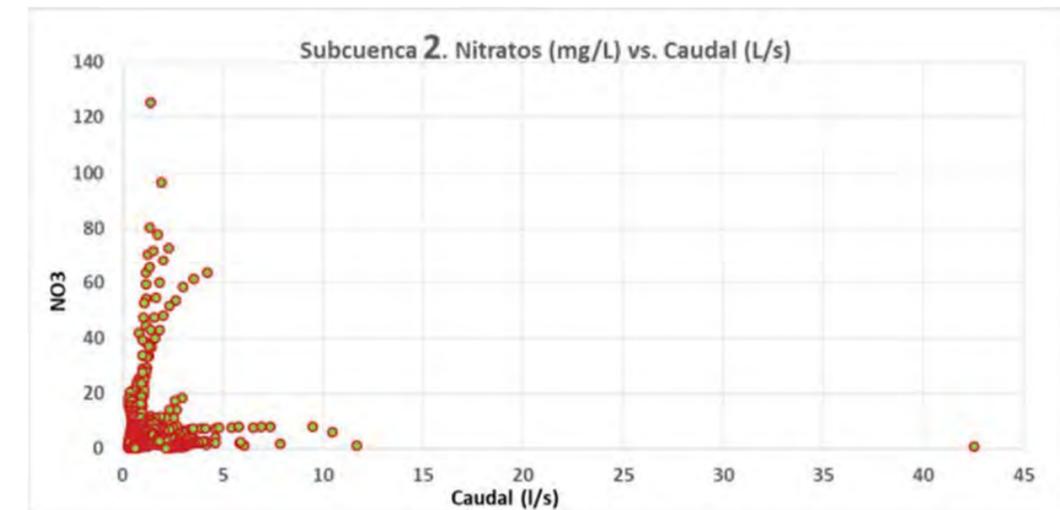
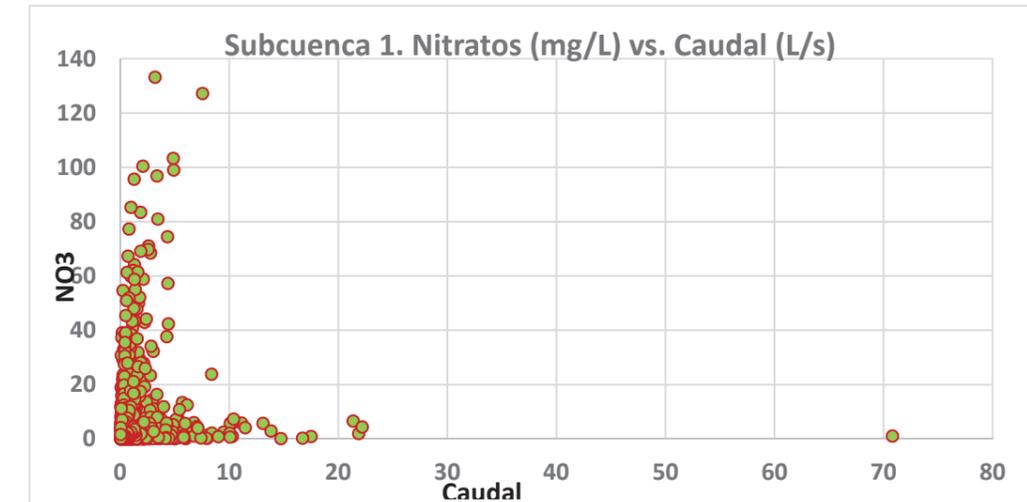
Conclusión

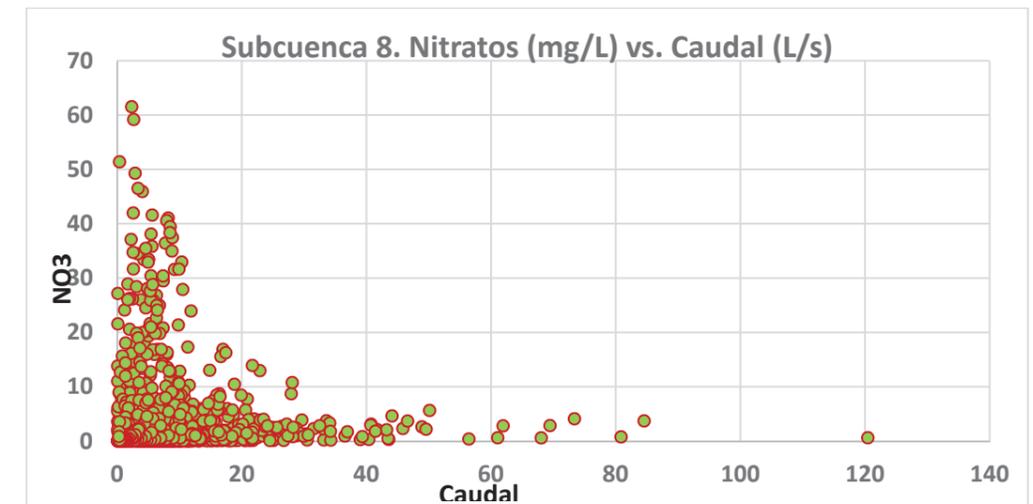
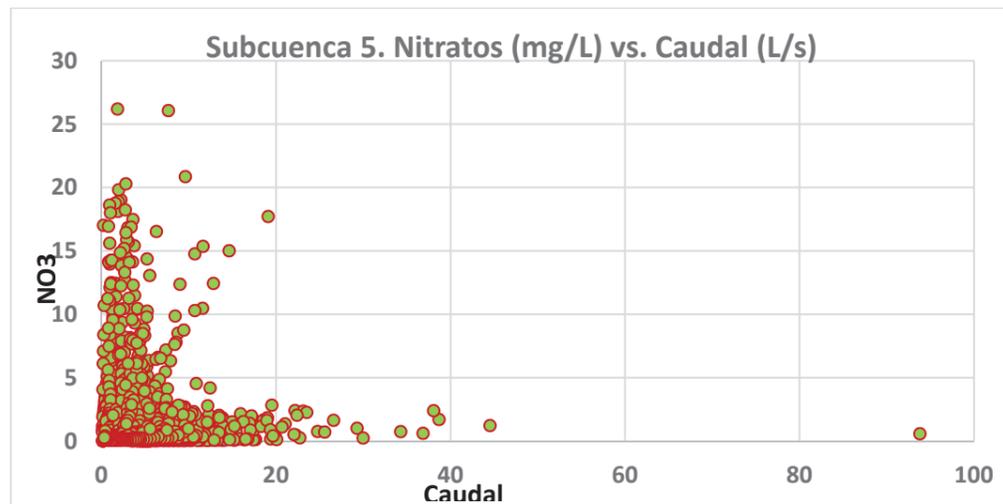
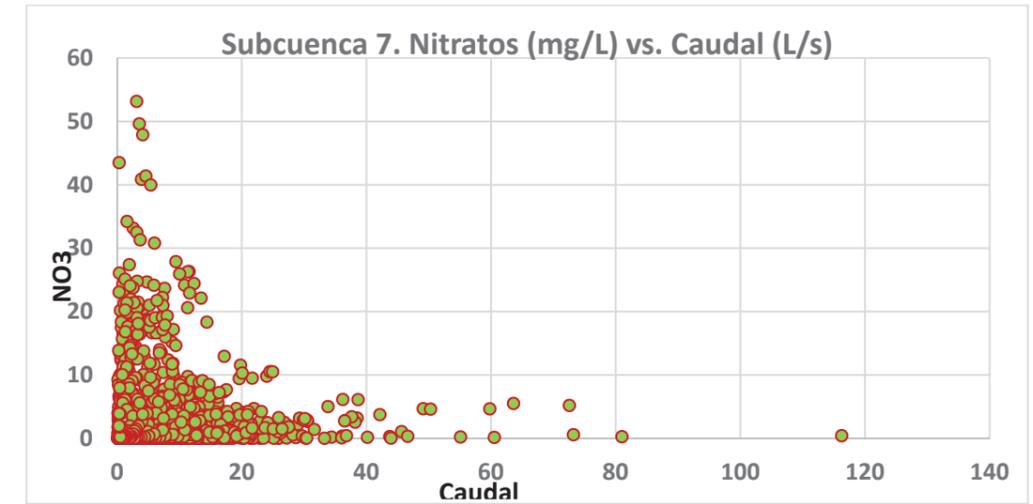
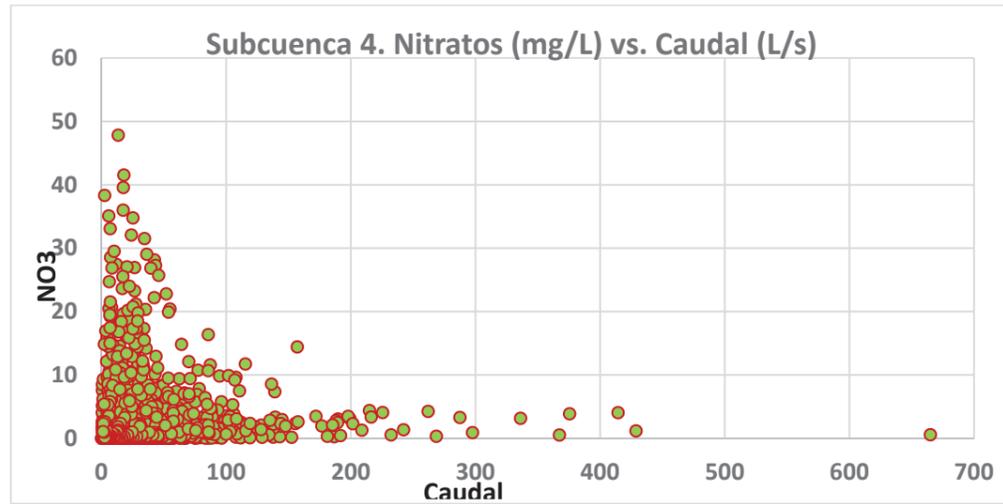
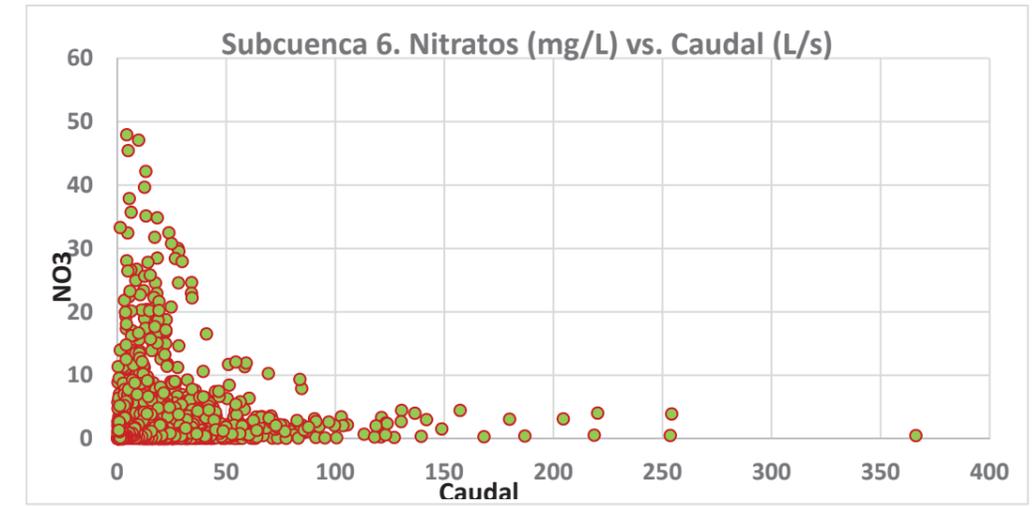
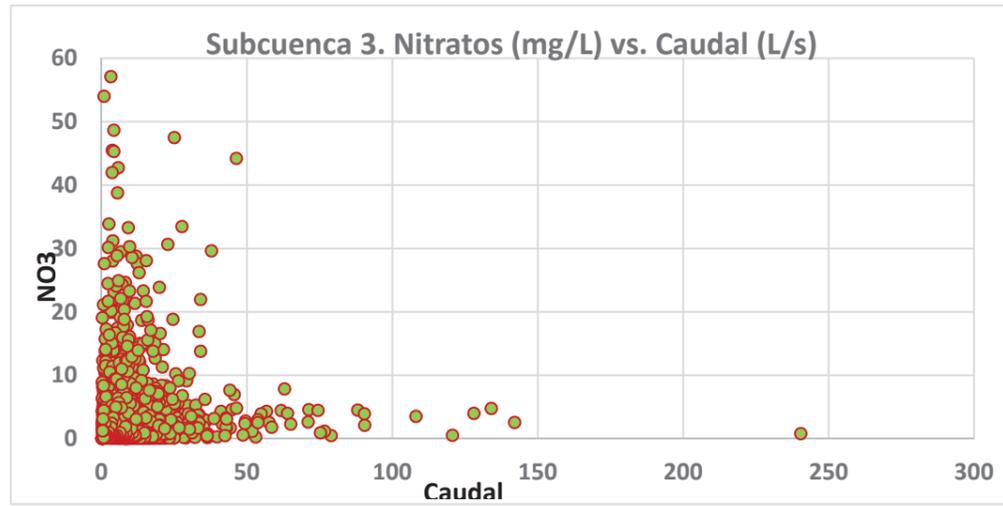
A la vista de los resultados obtenidos, parece más conveniente implantar un humedal de poco más de 5 ha al final de la C.R. preferentemente en el desagüe D1, de forma que podrían tratarse así las aguas provenientes de toda la CR, incluyendo las correspondientes a las subcuencas 27, 28 y 29, sitas en la zona sur. Así, con un humedal al final de la C.R., también se trataría el conjunto de las descargas con menor gasto constructivo y menores requerimientos de controles, sistemas de aporte del agua a los humedales distintos y demás complementos que se multiplicarían por cada humedal.

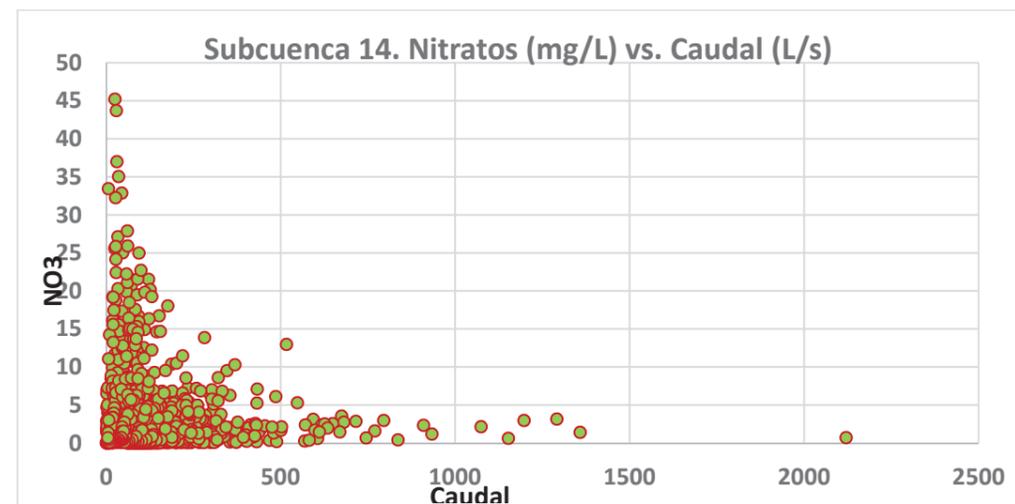
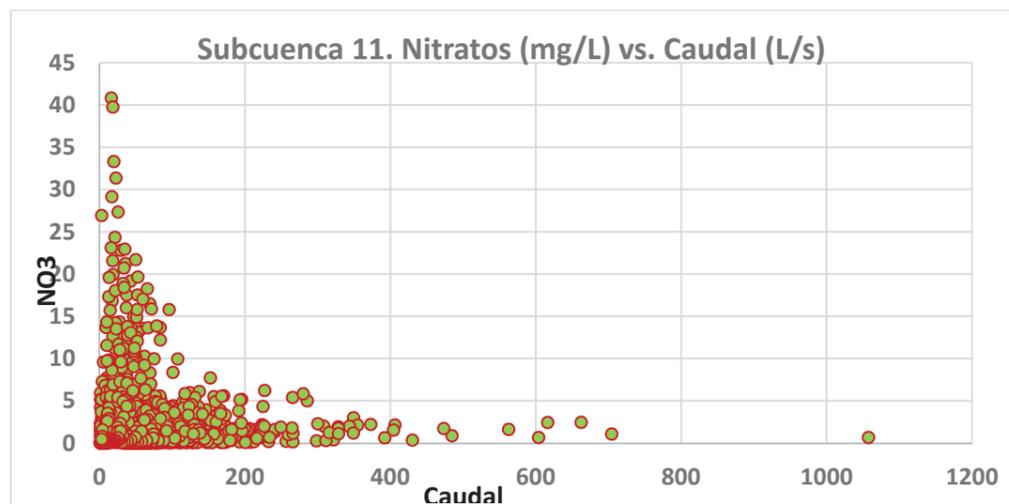
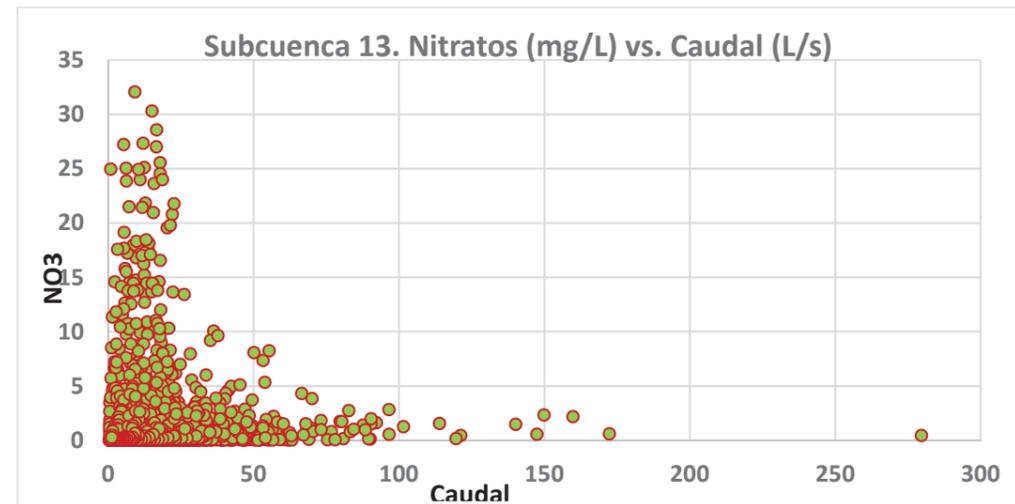
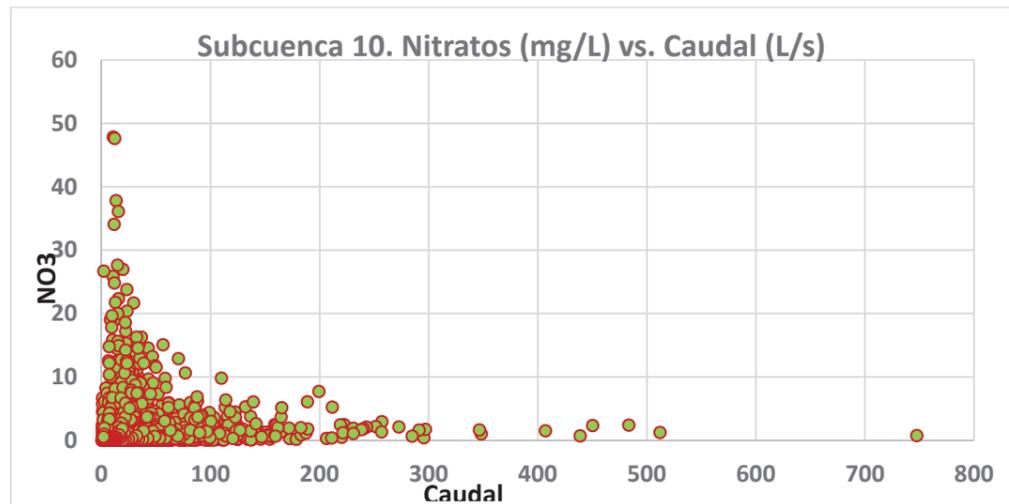
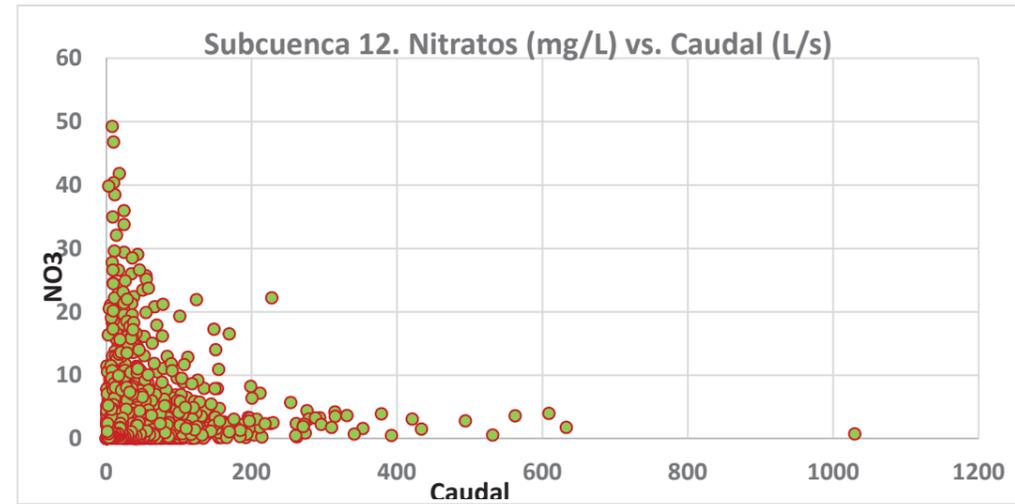
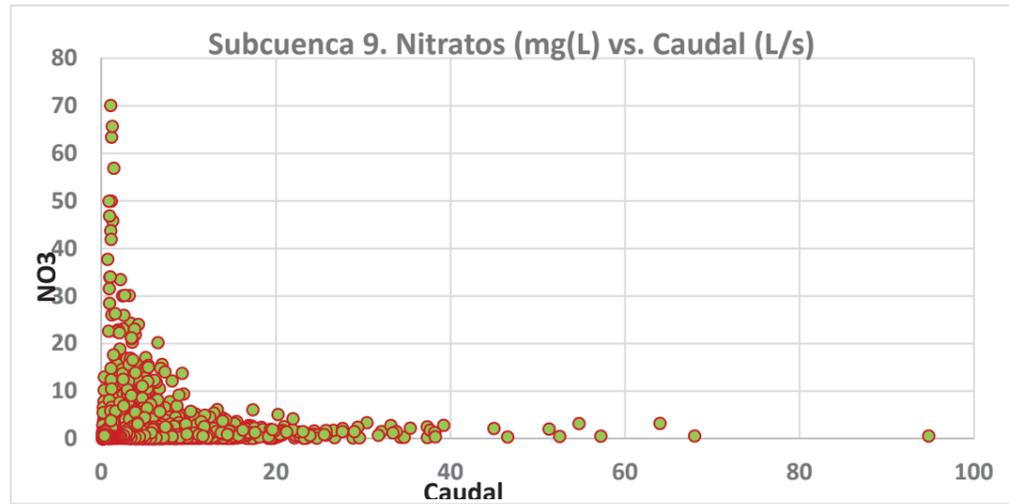
En el resto de planteamientos, en los que se consideran varios humedales, no se reduce el área de humedales requerida, con el agravante de que una pequeña parte de las subcuencas, por tanto de las aguas de descarga, quedarían sin tratar.

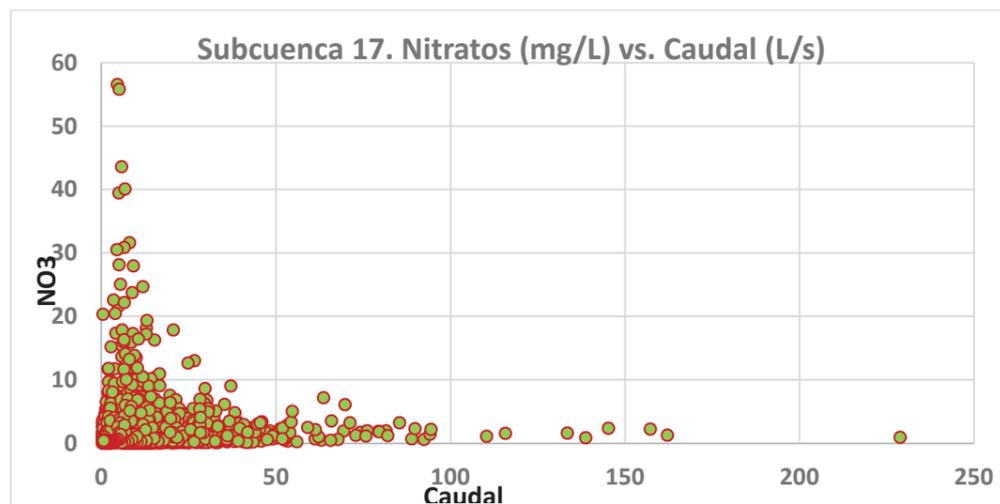
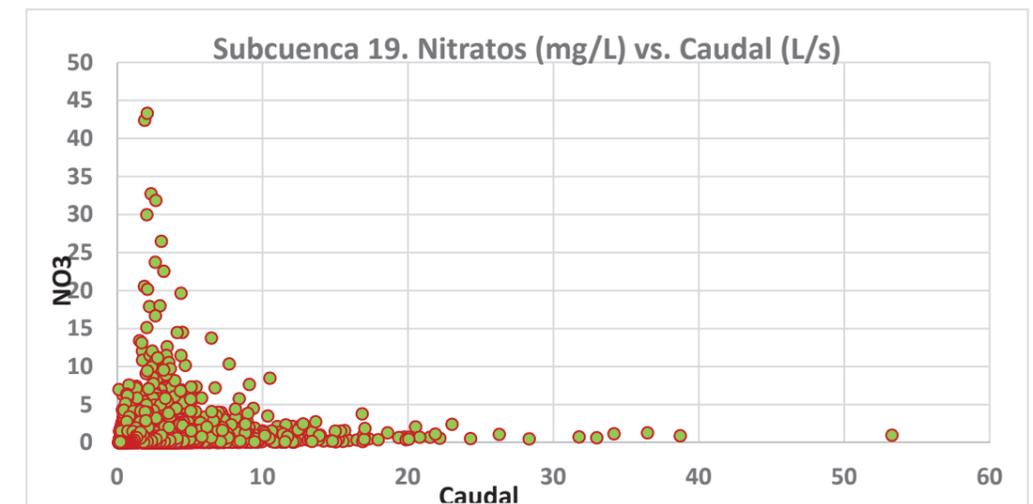
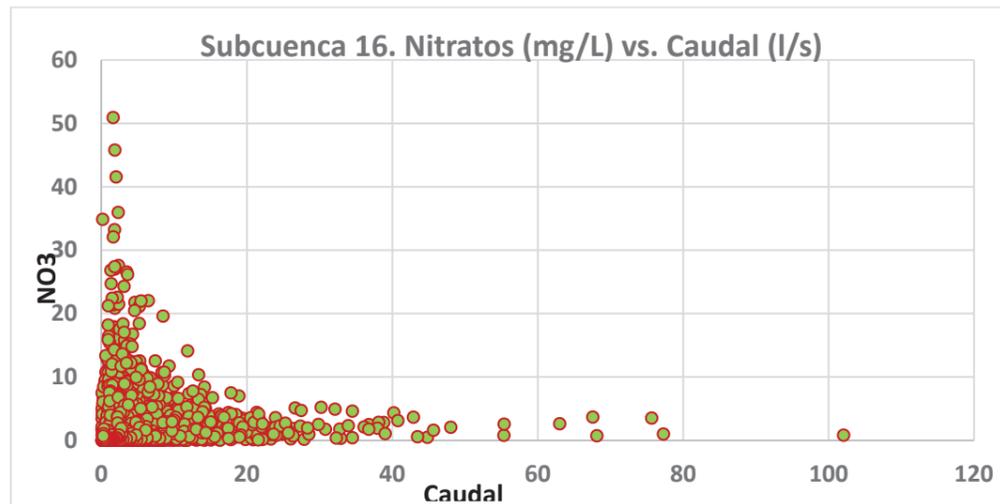
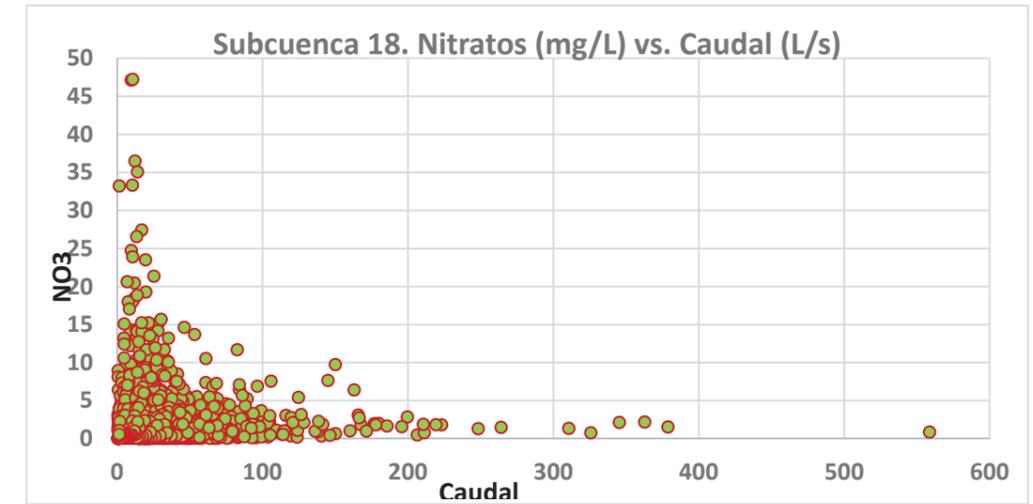
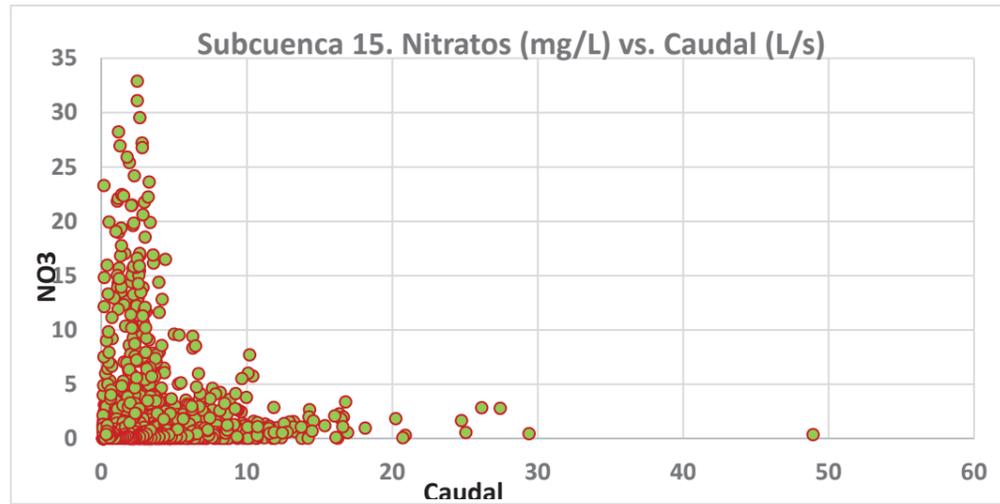
Anexo

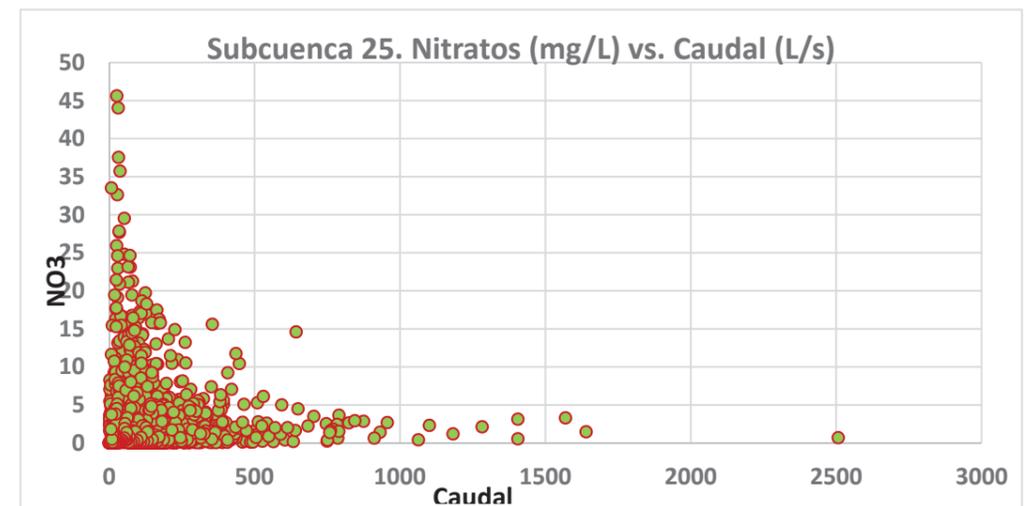
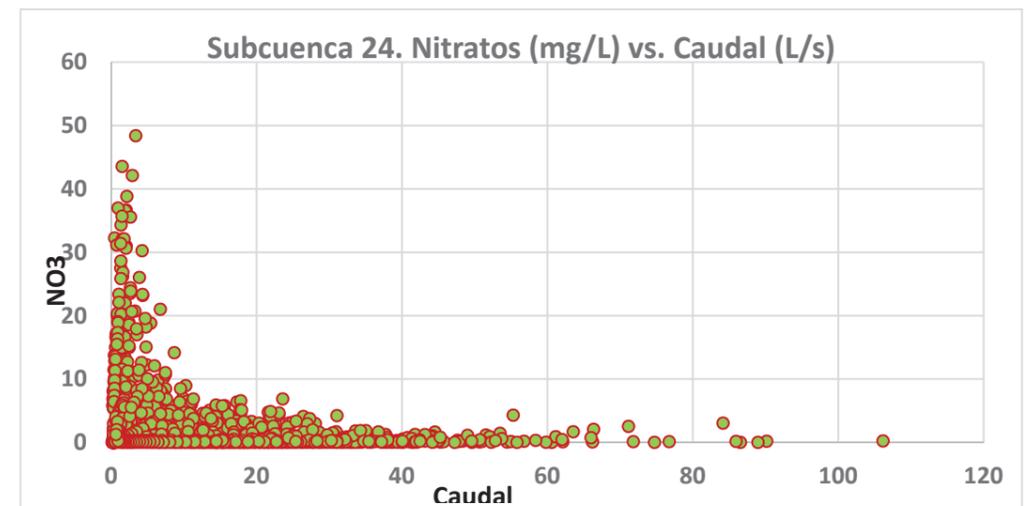
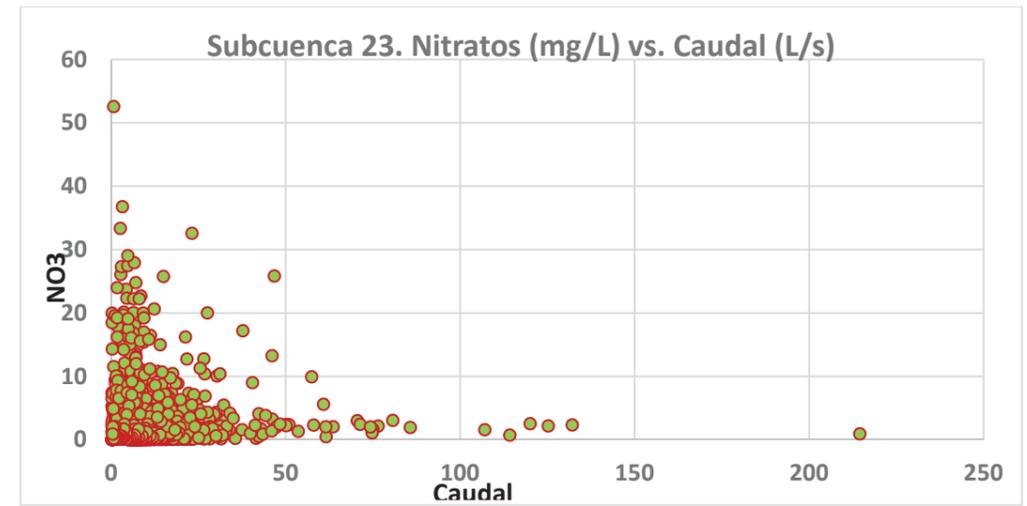
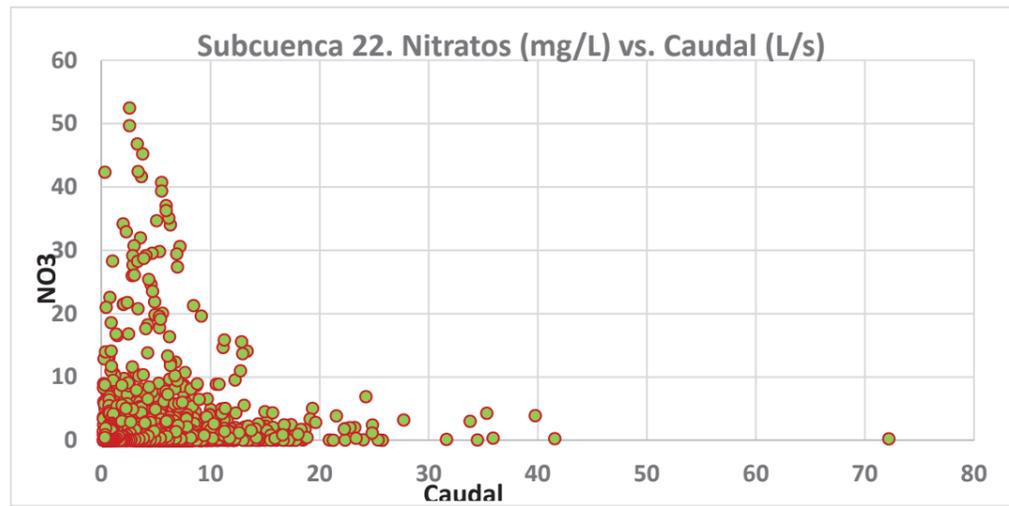
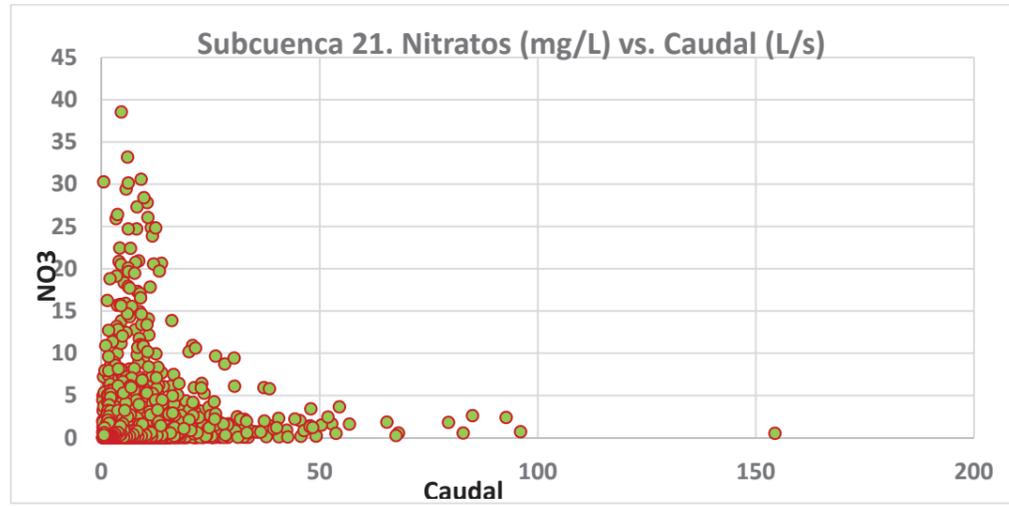
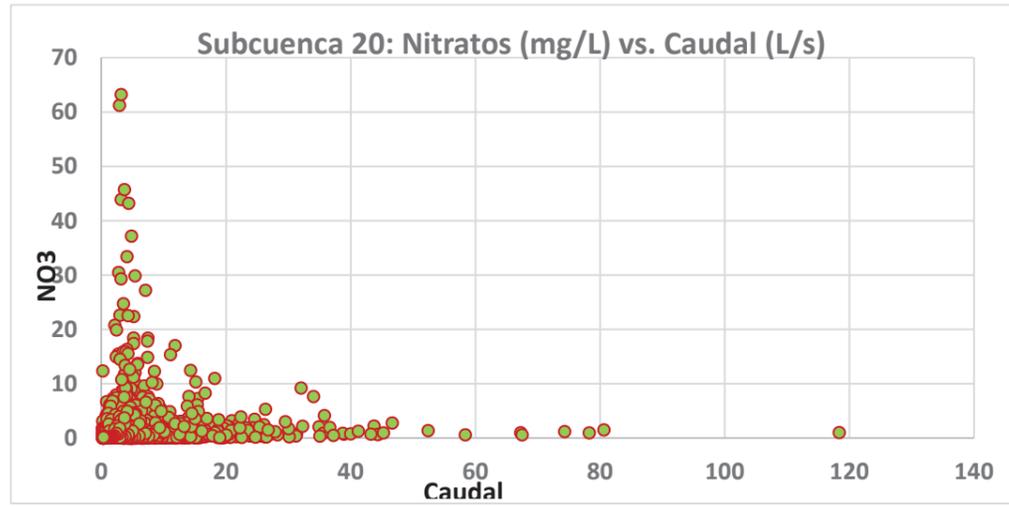
Gráficas ilustrativas de las relaciones nitratos vs. Caudal de las diferentes subcuencas de la C.R. Santa Ana

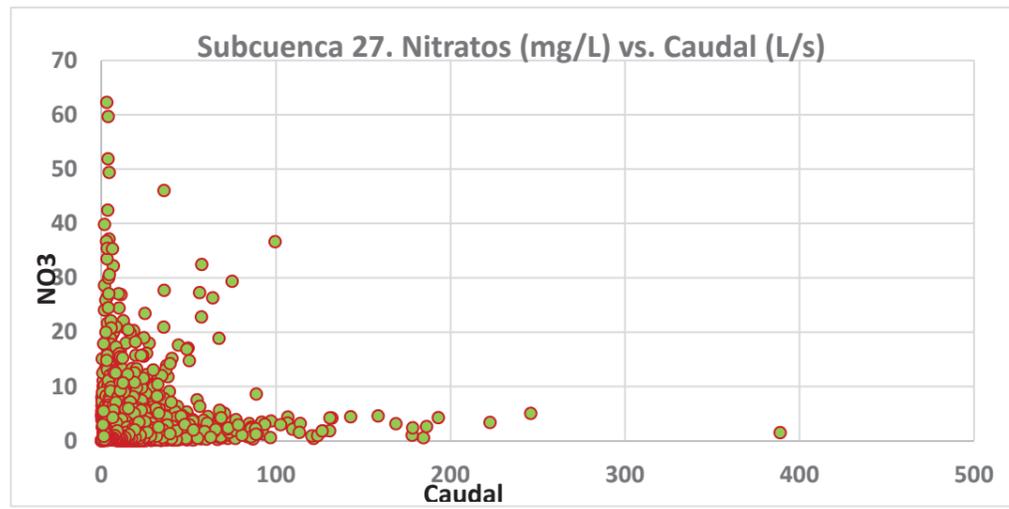
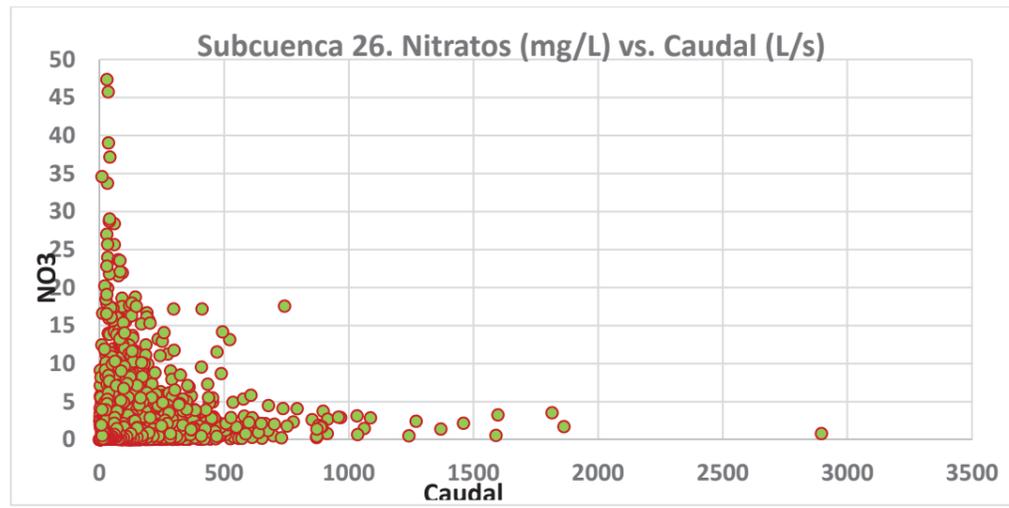


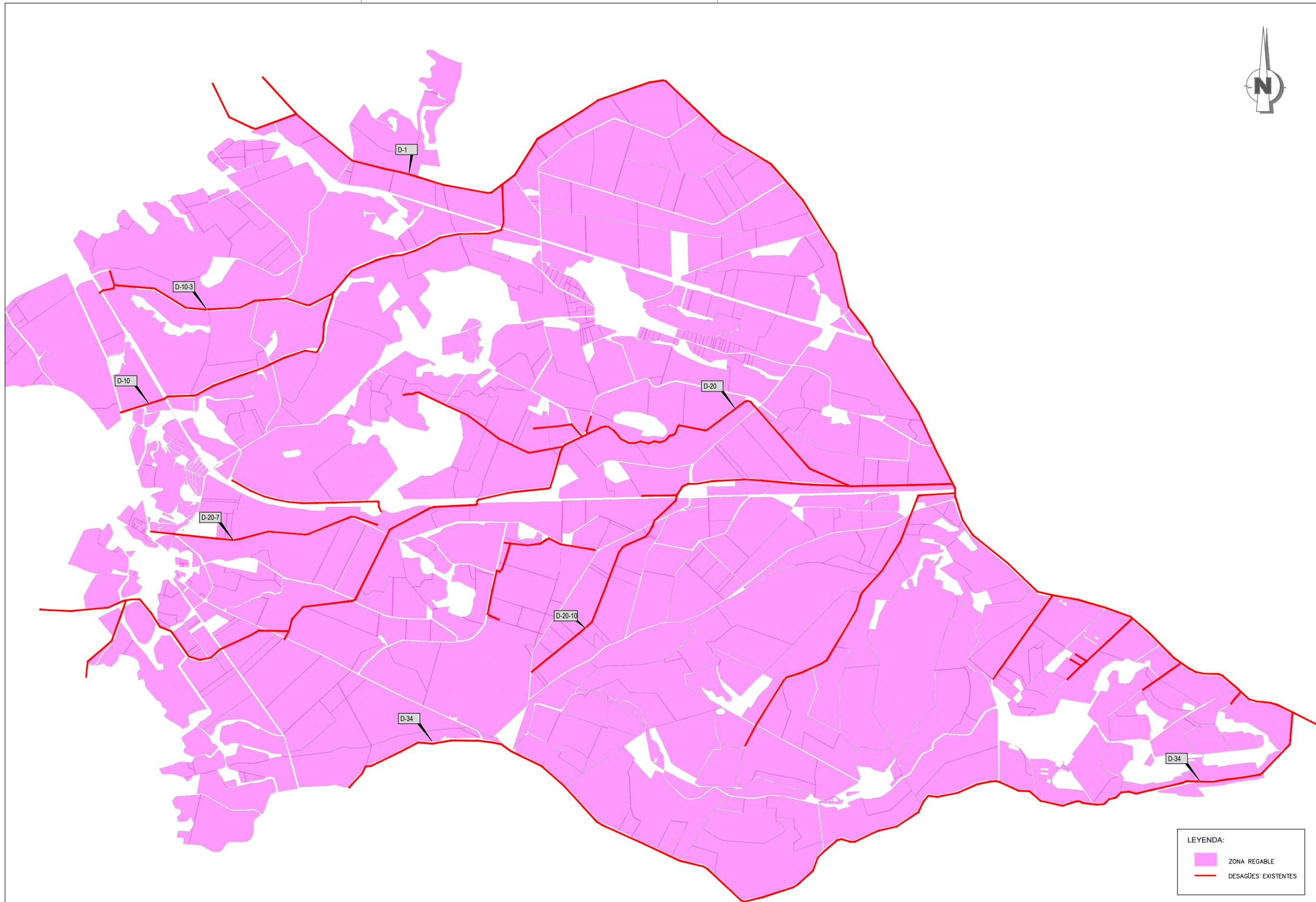






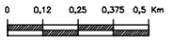


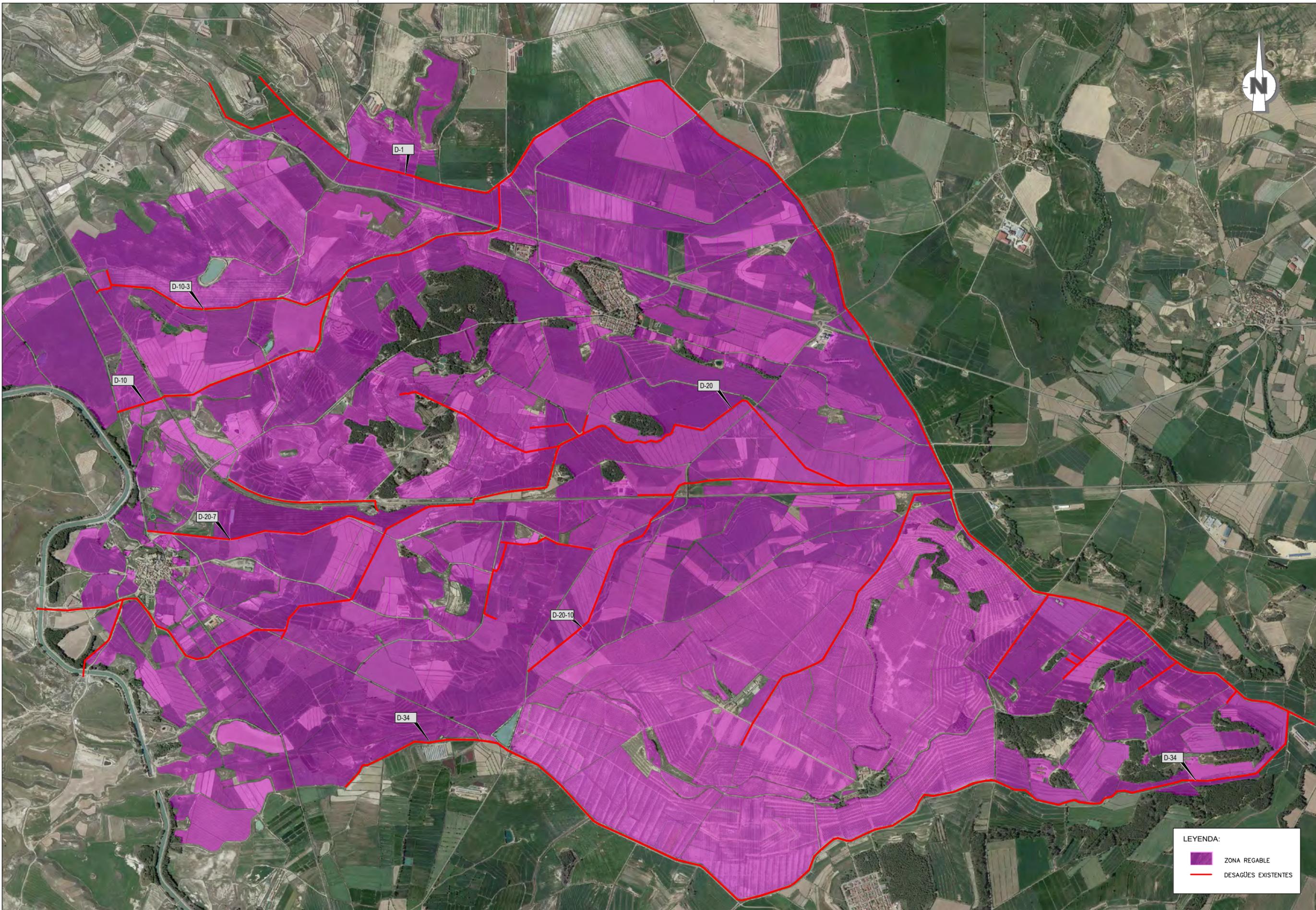




LEYENDA:

- ZONA REGABLE
- DESAGÜES EXISTENTES

PROMOTOR: C.R. DE SANTA ANA	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES SANTA ANA (HUESCA)	CONSULTOR: EL INGENIERO AGRÓNOMO  Fdo. DANIEL CAMEO MORENO	 CONSULTORA DE INGENIERÍA	ESCALA: 1 : 25.000 UNE A3	 GRÁFICAS	FECHA: JUNIO DE 2022 REFERENCIA: 20-013	DESIGNACIÓN: DESAGÜES PLANTA GENERAL	Nº DE PLANO: 01 Nº DE HOJA: 1 de 1
--------------------------------	---	--	---	---------------------------------	---	---	--	---



LEYENDA:

- ZONA REGABLE
- DESAGÜES EXISTENTES

PROMOTOR: <p style="text-align: center;">C.R. DE SANTA ANA</p>	TÍTULO DEL PROYECTO: <p style="text-align: center;">PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES SANTA ANA (HUESCA)</p>	CONSULTOR: EL INGENIERO AGRÓNOMO Fdo. DANIEL CAMEO MORENO	ESCALA: <p style="text-align: center;">1 : 25.000</p> UNE A3	 GRÁFICAS	FECHA: JUNIO DE 2022 REFERENCIA: 20-013	DESIGNACIÓN: <p style="text-align: center;">DESAGÜES PLANTA GENERAL</p>	Nº DE PLANO: <p style="text-align: center;">01</p> Nº DE HOJA: <p style="text-align: center;">1 de 1</p>
---	---	---	---	--------------	---	---	--

ANEJO 11.- PLAN DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DEL HABITAT PRIORITARIO 6220

Plan básico de gestión y conservación de valores Red Natura 2000
Hábitat - 6220 - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea

El presente Plan constituye el instrumento básico de gestión del valor Red Natura 2000 (hábitats, flora y fauna), aquí referido, cuyo fin último es la identificación de las medidas necesarias para el cumplimiento de los objetivos de conservación del citado valor en cuestión. Su aplicación permite garantizar el mantenimiento o restablecimiento de su estado de conservación favorable, en el ámbito de la Red Natura 2000 de Aragón.

Este documento complementa a los Planes básicos de gestión que se han elaborado para cada uno de los Espacios Protegidos Red Natura 2000 (EPRN2000) de Aragón, que territorializan y concretan las medidas de gestión y conservación a aplicar.

INVENTARIO

1. DATOS BÁSICOS **VALOR DE CONSERVACIÓN AUTONÓMICO: MEDIO**

a. Identificación

Código: 6220 **Nombre:** Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea

Grupo Directiva: FORMACIONES HERBOSAS NATURALES Y SEMINATURALES

Subgrupo Directiva: Formaciones herbosas secas seminaturales y facies de matorral

b. Estatus de protección

Anexo I directiva Hábitat	Prioritario
Si	Si

c. Presencia en EPRN2000

IMAGEN 1



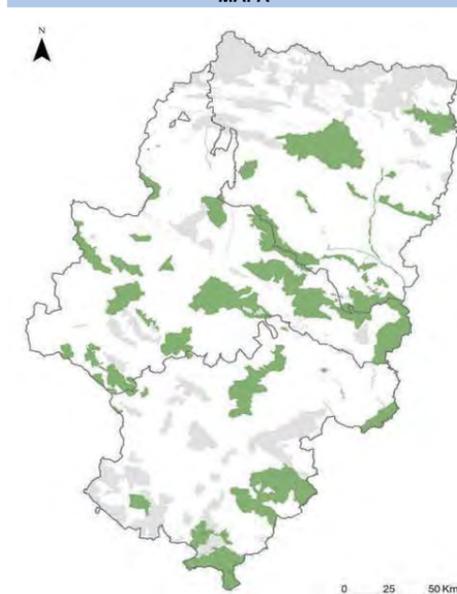
Autor: Eduardo Viñuales Cobos

IMAGEN 2



Autor:

MAPA



Autor: Dirección General de Medio Natural y Gestión Forestal

Método de trabajo

El método de trabajo se describe en el documento "Metodología de elaboración de los Planes básicos de gestión y conservación de valores Red Natura 2000, y de los Planes básicos de gestión y conservación de los Espacios Protegidos Red Natura 2000".

Resumen de la presencia en EPRN

	Región Biogeográfica		TOTAL
	Mediterránea	Alpina	
ZEPA	19	2	21
LIC/ZEC	39	1	40
LIC/ZEC&ZEPA	2	0	2

Seguidamente se relacionan los Espacios Protegidos Red Natura 2000 en los que se encuentra presente este valor, sea o no objeto de gestión en el mismo. Esta relación, además de un indicador de presencia/ausencia del valor en los Espacios Protegidos Red Natura 2000 ayuda, de manera indirecta, a orientar los objetivos y medidas de conservación de los valores objeto de gestión en cada Espacio, de una forma coherente e integrada en toda la Red. Para ello, se considera la esencialidad, entendida como la relevancia que para la conservación de un valor determinado, supone la existencia en buen estado de conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000 en el que se integra. El indicador de esencialidad se clasifica como regional, cuando su relevancia es reseñable en el ámbito de la Unión Europea y en el nacional; es considerado local, cuando su relevancia es reseñable en el ámbito de la Comunidad Autónoma.

Presencia en espacios ZEPA	Provincia	Formul.	Esencial		Eliminar
			Regional	Local	
Región biogeográfica: Alpina					
ES0000015 - Sierra y Cañones de Guara	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000281 - El Turbón y Sierra de Sis	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Región biogeográfica: Mediterránea					
ES0000015 - Sierra y Cañones de Guara	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000017 - Cuenca de Gallocanta	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000180 - Estepas de Monegrillo y Pina	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000181 - La Retuerta y Saladas de Sástago	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000182 - Valcuerna, Serreta Negra y Liberola	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000183 - El Basal, Las Menorcas y Llanos de Cardiel	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000281 - El Turbón y Sierra de Sis	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000289 - Lagunas y carrizales de Cinco Villas	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000290 - La Sotonera	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000291 - Serreta de Tramaced	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000292 - Loma la Negra - Bardenas	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000295 - Sierra de Alcubierre	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000297 - Sierra de Moncayo - Los Fayos - Sierra de Armas	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000298 - Matarraña - Aiguabarreix	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000299 - Desfiladeros del río Jalón	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000300 - Río Huerva y Las Planas	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Plan básico de gestión y conservación de valores Red Natura 2000
6220 - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea

Presencia en espacios ZEPA	Provincia	Especial			
		Formul.	Regional	Local	Eliminar
Región biogeográfica: Mediterránea					
ES0000303 - Desfiladeros del río Martín	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000307 - Puertos de Beceite	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES0000539 - Montes de Alfajarín y Saso de Osera	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presencia en espacios LIC/ZEC					
Presencia en espacios LIC/ZEC	Provincia	Especial			
		Formul.	Regional	Local	Eliminar
Región biogeográfica: Alpina					
ES2410025 - Sierra y Cañones de Guara	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Región biogeográfica: Mediterránea					
ES2410025 - Sierra y Cañones de Guara	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410030 - Serreta Negra	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410071 - Congosto de Olvena	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410073 - Ríos Cinca y Alcanadre	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410074 - Yesos de Barbastro	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410075 - Basal de Ballobar y Balsalet de Don Juan	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410076 - Sierras de Alcubierre y Sigena	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410084 - Liberola - Serreta Negra	Huesca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420036 - Puertos de Beceite	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420092 - Barranco de Valdemesón - Azaila	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420111 - Montes de la Cuenca de Gallocanta	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420112 - Las Planetas - Claverías	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420113 - Parque Cultural del Río Martín	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420114 - Saladas de Alcañiz	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420115 - Salada de Calanda	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420116 - Río Mezquín y Oscuros	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420117 - Río Bergantes	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420118 - Río Algars	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420119 - Els Ports de Beseit	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420126 - Maestrazgo y Sierra de Gúdar	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420129 - Sierra de Javalambre II	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420136 - Sabinars de Saldón y Valdecuencia	Teruel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430028 - Moncayo	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430043 - Laguna de Gallocanta	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Plan básico de gestión y conservación de valores Red Natura 2000
6220 - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea

Presencia en espacios LIC/ZEC	Provincia	Especial			
		Formul.	Regional	Local	Eliminar
Región biogeográfica: Mediterránea					
ES2430066 - Río Arba de Biel	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430078 - Montes de Zuera	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430079 - Loma Negra	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430082 - Monegros	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430083 - Montes de Alfajarín - Saso de Osera	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430086 - Monte Alto y Siete Cabezos	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430088 - Barranco de Valdeplata	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430089 - Sierra de Nava Alta - Puerto de la Chabola	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430091 - Planas y estepas de la margen derecha del Ebro	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430097 - Río Matarranya	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430103 - Sierras de Algairén	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430104 - Riberas del Jalón (Bubierca - Ateca)	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430106 - Los Romerales - Cerropozuelo	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430109 - Hoces de Torralba - Río Piedra	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430110 - Alto Huerva - Sierra de Herrera	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presencia en espacios LIC/ZEC&ZEPA					
Presencia en espacios LIC/ZEC&ZEPA	Provincia	Especial			
		Formul.	Regional	Local	Eliminar
Región biogeográfica: Mediterránea					
ES2430090 - Dehesa de Rueda y Montolar	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430105 - Hoces del río Mesa	Zaragoza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

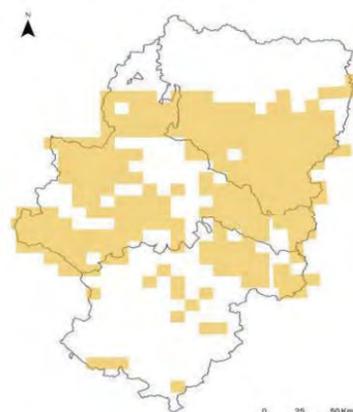
a. Área de distribución

General:

Comarcas con clima mediterráneo de toda la Península Ibérica e islas Baleares, también presente en zonas cálidas de las regiones atlántica y alpina.

Aragón:

Estos pastizales, de amplia distribución en las zonas semiáridas, cubren los claros de los matorrales mediterráneos. En el Valle del Ebro, los albardineros y espartales ocupan poca extensión, por lo que a priori podría parecer que el HIC 6220 está poco extendido. Sin embargo, es muy frecuente la comunidad de terófitos en los claros de matorrales muy abundantes como los gypsícolas (HIC 1520) o los halonitrófilos (HIC 1430), por lo que hay que tener en cuenta este hecho al valorar su distribución, presentan una clara distribución coincidente con sustratos de carácter margoso o arcillosos con clara naturaleza basófila e incluso sobre sustratos de yeso. En Aragón su distribución se centra en el Valle del Ebro, las estribaciones de la Ibérica Zaragozaana y los somontanos oscenses.



Autor: Dirección General de Medio Natural y Gestión Forestal

b. Requerimientos ecológicos básicos (Aragón)

Características generales:

Pastizales xerofíticos mediterráneos, compuestos en su mayoría por gramíneas vivaces y anuales, desarrollados por lo general, sobre sustratos calcáreos medianamente profundos e incluso superficialmente pedregosos. Forman parte los pastizales basófilos conocidos como "albardineros" (caracterizados por *Lygeum spartum*) y "espartales" (dominados por especies del género *Stipa*), así como los "lastoneros" o "fenalares" (representados por *Brachypodium retusum*). También se incluyen una serie de pastizales pioneros y ralos dominados por pequeñas plantas anuales de desarrollo primaveral fugaz, que ocupan principalmente suelos esqueléticos y erosionados de calizas y margas; no obstante, algunas comunidades también se desarrollan sobre los yesos. Estos pastizales, de amplia distribución en las zonas semiáridas, cubren los claros de los matorrales mediterráneos. En el Valle del Ebro, los albardineros y espartales ocupan poca extensión, por lo que a priori podría parecer que el HIC 6220 está poco extendido. Sin embargo, es muy frecuente la comunidad de terófitos en los claros de matorrales muy abundantes como los gypsícolas (HIC 1520) o los halonitrófilos (HIC 1430), por lo que hay que tener en cuenta este hecho al valorar su distribución.

Litología y edafología: Suelos básicos ricos en sales de yeso o carbonatos.

Topografía: Pendientes suaves, lomas y paisajes llanos.

Ombrotipos

- Árido:
- Semiárido:
- Seco:
- Subhúmedo:
- Húmedo:
- Hiperhúmedo:
- Ultrahúmedo:

Termotipos

- Inframediterráneo:
- Termomediterráneo:
- Mesomediterráneo:
- Supramediterráneo:
- Oromediterráneo:
- Criomediterráneo:
- Termotemplado:
- Mesotemplado:
- Supratemplado:
- Orotemplado:
- Criotemplado:



Plan básico de gestión y conservación de valores Red Natura 2000
6220 - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea

3. VALORACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

En este apartado se analiza el estado de conservación de cada valor Red Natura 2000, atendiendo a los principales parámetros que lo conforman: área de ocupación, estructura y funciones, y perspectivas futuras.

Para cada uno de estos parámetros se realizan dos primeras evaluaciones, una de la situación actual y otra de la tendencia futura, con la información disponible en este momento, al objeto de disponer de criterios objetivos suficientes para una evaluación regional. Dicha evaluación contempla el resultado obtenido por aplicación de la matriz, que se genera siguiendo los criterios adaptados de evaluación del artículo 17 de la Directiva Hábitats.

a. Parámetros de referencia (situación actual)

ÁREA DE OCUPACIÓN

Área de ocupación en ZEC (ha): 5998

Fuente: Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino; Trabajos inéditos de gestión ambiental del Gobierno de Aragón.

Fecha: 2018

Calidad de datos:

Criterio: Estimación basada principalmente en juicio experto con datos muy incompletos

Tendencia: Disminución (-)

Evaluación estado conservación: U1: Desfavorable inadecuado

ESTRUCTURAS y FUNCIONES

Tendencia: Desconocido (x)

Evaluación estado conservación: XX: Desconocido

PERSPECTIVAS FUTURAS

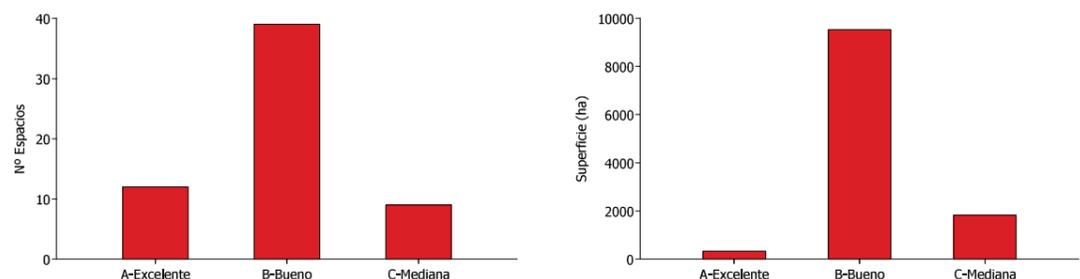
Evaluación estado conservación: XX: Desconocido

b. Estado de conservación autonómico

Estado de conservación regional (Matriz)	Tendencia estado de conservación regional
U1: Desfavorable inadecuado	Desconocido (x)

c. Evaluación global del valor en los Espacios Protegidos Red Natura 2000 para la conservación del tipo de hábitat natural en cuestión (datos del Formulario Normalizado de Datos).

Los datos que aparecen reflejados en este apartado corresponden a la valoración realizada en los Formularios Normalizados de Datos vigentes, por lo que debe considerarse orientativa. Además, se encuentra sujeta a cambios posteriores a esa fecha, por evolución natural y/o mejora del conocimiento científico.



Plan básico de gestión y conservación de valores Red Natura 2000
6220 - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea

d. Prioridades de conservación del valor RN2000

El análisis a escala regional de la situación y estado de conservación de los diferentes hábitats y especies ha permitido establecer distintas categorías de valor de conservación (1: Alto; 2: Medio; 3: Bajo) para cada grupo de valores Red Natura 2000 (hábitats, flora y fauna, (no aves) y aves), así como identificar los EPRN200 más relevantes para su conservación, lo que hace posible focalizar los recursos y esfuerzos de conservación, para mejorar la eficacia y la eficiencia en la gestión.

d.1 Valor del conservación autonómico

VALOR DE CONSERVACION AUTONÓMICO: 2

d.2 EPRN 2000 prioritarios para la conservación (regional y local)

EPRN2000 declarados, considerados esenciales para la conservación del hábitat.

LIC/ZEC	Esencial Regional	Esencial Local
ES2410025 - Sierra y Cañones de Guara	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410030 - Serreta Negra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410071 - Congosto de Olvena	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2410074 - Yesos de Barbastro	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ES2410075 - Basal de Ballobar y Balsalet de Don Juan	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ES2410076 - Sierras de Alcubierre y Sigena	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ES2410084 - Liberola - Serreta Negra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420114 - Saladas de Alcañiz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2420115 - Salada de Calanda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES2430079 - Loma Negra	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ES2430082 - Monegros	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ES2430086 - Monte Alto y Siete Cabezos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ES2430091 - Planas y estepas de la margen derecha del Ebro	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LIC/ZEC&ZEPA	Esencial Regional	Esencial Local
ES2430090 - Dehesa de Rueda y Montolar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

DIAGNÓSTICO**4. PRESIONES, AMENAZAS Y CONDICIONANTES DE GESTIÓN**

En este apartado se señalan las presiones y amenazas identificadas sobre el presente valor Red Natura 2000, según lo establecido por la Agencia Europea de Medioambiente (AEMA) (http://cdr.eionet.europa.eu/help/habitats_art17/ - Reporting guidelines Article 17 (pdf)), que define los conceptos de presiones y amenazas de la siguiente manera:

Presiones: Son los elementos de cambio o impactos que han actuado dentro del período de informe actual y tienen un impacto en la viabilidad a largo plazo de los valores de la red Natura 2000.

Amenazas: Son elementos de cambio o impactos futuros / previsibles (dentro de los dos próximos períodos de informe) que probablemente afecten la viabilidad a largo plazo de los valores de la red Natura 2000. Las amenazas no deben cubrir amenazas teóricas, sino más bien aquellas cuestiones que se consideren razonablemente probables. Esto puede incluir la continuación de presiones.

a. Presiones y amenazas

A continuación, se presentan las presiones y amenazas que afectan a este valor Red Natura 2000. La nomenclatura de este listado se basa en el último listado de referencia de presiones y amenazas que aprueba la AEMA, y que se cumplimenta desde España para el último informe sexenal de aplicación de las Directivas Hábitats y Aves.

El siguiente listado compila las presiones y amenazas del presente valor Red Natura 2000 con el código regional interno asignado a las mismas. Avanzado este documento, en el Cuadro de trazabilidad, se puede consultar la correspondencia entre el código regional de las presiones y amenazas, y el empleado por la AEMA. Este listado se ordena según la importancia asignada a cada una de las presiones y amenazas; las categorías de importancia establecidas aluden a su impacto, real o posible, y son: alta, media y baja. La relevancia que supone el conocimiento de las presiones y amenazas de importancia alta y media para la conservación de este valor justifican un breve desarrollo de las mismas, que ayuda a profundizar en sus características específicas.

Importancia: ALTA**001 - Conversión en tierras agrícolas (excluyendo drenaje y quema)**

La conversión en tierras agrícolas provoca transformación de márgenes, y las operaciones de concentración parcelaria modifican el trazado de caminos y ribazos, eliminándolos en muchas ocasiones. Ello conlleva la consiguiente pérdida de hábitat, en lugares en donde cualquier mínima mancha de vegetación ofrece un recurso imprescindible para muchos animales y plantas.

010 - Pastoreo extensivo o infra pastoreo por parte del ganado

La falta de presión ganadera puede provocar el crecimiento de especies más agresivas o dominantes que lleven a las especies más vulnerables a disminuir en tamaño poblacional o a desaparecer.

016 - Irrigación en tierras agrícolas

La irrigación de tierras agrícolas modifica las condiciones de habitabilidad del suelo.

028 - Construcción y explotación de presas para la agricultura

La construcción de presas para la agricultura puede implicar infraestructuras de gran tamaño, restando superficie al hábitat por ocupación de terrenos.

031 - Conversión en bosque desde otros usos del suelo, o forestación (excluyendo el drenaje)

La conversión en bosque destruye este hábitat que se caracteriza, entre otras cosas, por la dominancia de plantas herbáceas que son lugar de cría y alimentación de muchas especies adaptadas a los espacios abiertos.

Importancia: MEDIA**005 - Eliminación de pequeñas características del paisaje para la consolidación de parcelas de tierras agrícolas (setos, muros de piedra, juncos, zanjas abiertas, manantiales, árboles solitarios, etc.)**

La eliminación de ribazos en la actividad agrícola conlleva la destrucción del hábitat y microambientes necesarios para su persistencia y regeneración, en paisajes agrícolas.

006 - Abandono del manejo de pastizales (p.e. cese del pastoreo o siega)

El abandono de esta actividad supone un embastecimiento de su vegetación y una pérdida de nutrientes, provenientes del estiércol.

011 - Quemadas agrícolas

Las quemadas agrícolas incontroladas provocan afecciones a estas especies inflamables por destrucción directa de vegetación superficial, mermando áreas de vegetación sensible que puede tardar cierto tiempo en su regeneración natural y retardando la sucesión natural de la vegetación en ese entorno.

Importancia: MEDIA**017 - Aplicación de fertilizantes naturales en tierras agrícolas**

Aplicación de fertilizantes de origen natural.

018 - Aplicación de fertilizantes sintéticos (minerales) en tierras agrícolas

Puede alterar la composición faunística en cuanto a invertebrados y cambiar las condiciones físico-químicas del suelo.

019 - Uso de productos fitosanitarios en la agricultura

Los herbicidas pueden afectar a las comunidades propias de este hábitat en paisajes agrícolas, especialmente en las zonas de contacto a los cultivos. Además el uso de pesticidas disminuye drásticamente las poblaciones de determinados insectos cuya función polinizadora puede resultar clave para la persistencia y dispersión de algunas especies vegetales que conforman el hábitat.

046 - Extracción de minerales (p.e. rocas, metales, gravas, arenas, conchas)

Cualquier alteración de la superficie del terreno provoca la desaparición de este hábitat en la zona alterada

067 - Conversión de otros usos de la tierra a viviendas, asentamientos o áreas recreativas (excluyendo drenaje y modificación de costas, estuarios y condiciones costeras)

Supone la pérdida definitiva de superficies de terrenos útiles como hábitat de especies amenazadas en Aragón. Además provocan frecuentemente fragmentación de ecosistemas.

069 - Conversión de otros usos de la tierra a áreas comerciales/industriales (excluyendo los drenajes y la modificación de la línea de costa, estuarios y condiciones costeras)

Supone la pérdida definitiva de superficies de terrenos útiles, como hábitat de especies amenazadas en Aragón. Además provocan frecuentemente fragmentación de ecosistemas

119 - La sucesión natural resulta en un cambio en la composición de las especies (que no sea por cambios directos de las prácticas agrícolas o forestales)

La disminución o el aumento de la presión antrópica o los condicionantes de la crisis climática pueden acelerar estos procesos naturales.

Importancia: BAJA**009 - Pastoreo intensivo o sobre pastoreo por parte del ganado****025 - Actividades agrícolas generadoras de contaminación del suelo****034 - Abandono de la gestión forestal tradicional****040 - Clareos, claras y cortas de regeneración****042 - Transporte de madera****049 - Vertido/dépósito de materiales inertes de explotaciones terrestres****056 - Energía eólica, undimotriz (olamotriz) y mareomotriz (incluyendo la infraestructura)****058 - Energía solar (incluyendo la infraestructura)****060 - Transporte de electricidad y comunicaciones (cables)****064 - Carreteras, caminos, ferrocarriles e infraestructuras relacionadas (p.e. puentes, viaductos, túneles)****070 - Creación y desarrollo de infraestructuras deportivas, turísticas o de ocio (fuera de las áreas urbanas o recreativas)****071 - Actividades deportivas, turísticas y de ocio****088 - Captura, recolección y tomas ilegales****091 - Uso de municiones de plomo o de pesca con palangre****097 - Ejercicios y operaciones terrestres militares, paramilitares o policiales**

Este tipo de ejercicios se traduce en erosiones por lugares de paso, de vehículos y personas

107 - Enfermedades de plantas y animales, patógenos y plagas**108 - Contaminación de origen mixto**

Importancia: BAJA

118 - Procesos naturales abióticos (p.e. erosión, sedimentación, secado, inmersión, salinización)

130 - Cambio climático (genérico)

b. Condicionantes de gestión

- Alguno de los subtipos de hábitat tienen un gran interés pastoral por su buena productividad y la calidad del pasto (majadales).
- Alguno de los subtipos de hábitat, dado su carácter pionero, se instalan con rapidez tras cualquier tipo de perturbación.
- Hay muchas situaciones de difícil o imposible representación cartográfica de este hábitat cuando queda inmerso en otras comunidades vegetales.
- Se trata de formaciones poco estables rápidamente sustituidas si se produce el abandono del aprovechamiento ganadero extensivo de carácter tradicional.

OBJETIVOS**5. OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN, DE GESTIÓN Y ESPECÍFICOS**

a. Objetivo de conservación	Mejora del		
	Mantener	Restablecer	Conocimiento
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Mantener su área de distribución actual, conservando su estructura y funciones, delimitando subtipos, para su exclusión del HIC (albardinales) o su mayor valorización (estipares basófilos) y revisando su delimitación regional

b. Objetivos de gestión**Objetivos en relación con el área de ocupación y con las estructuras y funciones**

- Planificación y ejecución de gestión preventiva.
Conservación de los hábitats de pastos del Anexo I frente al impacto de la conversión en tierras agrícolas dentro de los EPRN2000 de Aragón.
- Planificación y ejecución de gestión activa.
Conservación de los hábitats de pastos de zonas subestépicas, del Anexo I dentro de los EPRN2000 de Aragón ante el impacto de convertir hábitats seminaturales en bosque y de bosques seminaturales en plantaciones forestales intensivas.
Conservación de los pastos dentro de los EPRN2000 de Aragón a través de la promoción de las mejores prácticas agrícolas para evitar el impacto de las quemadas.
Conservación del funcionamiento ecológico de los hábitats pastos subestépicos del Anexo I dentro de los EPRN2000 de Aragón ante el impacto de la conversión de usos de la tierra a viviendas, asentamientos o áreas recreativas.
Conservar la funcionalidad de hábitat manteniendo la estructura de los pastos del Anexo I dentro de los EPRN2000 de Aragón mediante prácticas agrícolas tradicionales.
Prevenir y corregir las alteraciones de las características hídricas, favoreciendo los procesos naturales de recuperación en aquellas zonas afectadas por regadíos en los de los hábitats de pastos del Anexo I dentro de los EPRN2000 de Aragón.
- Reducir las presiones y amenazas.
Conservación de los pastos del Anexo I dentro de los EPRN2000 de Aragón ante el impacto de la conversión de usos de la tierra a viviendas, asentamientos o áreas recreativas.
Conservación del funcionamiento ecológico de los pastos subestépicos del Anexo I frente a la conversión de otros usos de la tierra a áreas comerciales/industriales dentro de los EPRN2000 de Aragón.

Objetivos en relación con el área de ocupación y con las perspectivas futuras

- Aumentar su área de distribución actual.
Restauración ecológica de los hábitats del Anexo I que corrijan los daños procedentes de la conversión en tierras agrícolas de zonas con pastos subestépicos dentro de los EPRN2000 de Aragón.

Objetivos en relación con el área de ocupación, con las estructuras y funciones, y con las perspectivas futuras

- Mejorar aspectos esenciales del hábitat.
Conservación de los pastos del Anexo I dentro de los EPRN2000 de Aragón frente a los cambios en la composición de las especies por sucesión natural.
- Mejorar estado de conservación de los valores de la RN2000.
Conservación de los hábitats naturales, especialmente los del Anexo I, que resulten más adecuados en cada situación y prevengan los efluentes de diferente naturaleza en el entorno de los pastizales subestépicos del Anexo I dentro de los EPRN2000 que lo necesiten a través de la promoción de las mejores prácticas agrícolas.
Conservación de los hábitats naturales, que resulten más adecuados en cada situación y prevengan los efluentes de diferente naturaleza en el entorno de los pastizales subestépicos del Anexo I dentro de los EPRN2000 que lo necesiten a través de la promoción de las mejores prácticas agrícolas.
Conservación del funcionamiento ecológico, favorecer y potenciar los elementos de interés para fauna y flora vinculada a las formaciones de pastizales subestépicos del Anexo I dentro de los EPRN2000 de Aragón

c. Objetivos específicos

- Mantener su área de distribución actual.
- Mantener aspectos esenciales del hábitat.
- Establecer prioridades territoriales.



Plan básico de gestión y conservación de valores Red Natura 2000
6220 - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea

LAS MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y SU RELACIÓN CON LAS PRESIONES Y AMENAZAS

6. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN

Las medidas establecidas en el presente Plan básico de gestión y conservación conforman el repertorio de medidas reglamentarias, administrativas o contractuales, identificadas a partir de las exigencias ecológicas y del análisis de presiones y amenazas, que se proponen sean abordadas para la consecución de los objetivos de conservación. Se trata de medidas cuyo ámbito de aplicación es para el conjunto de la Red Natura en donde se encuentra presente el valor, aunque puede ser conveniente su concreción a escala de Espacio Protegido Red Natura 2000, en cuyo caso aparecerán recogidas en el correspondiente Plan básico de gestión y conservación del mismo.

Las medidas enunciadas a continuación configuran la estrategia diseñada para alcanzar los objetivos de gestión y conservación del valor Red Natura 2000 en el período de aplicación del Plan, pudiendo ser adoptadas todas ellas o solo parcialmente.

Primeramente, se presenta la batería completa de medidas que afectan al presente valor, con objeto de ofrecer una visión general de las mismas. Posteriormente, se individualiza la relación de las medidas con las PYA, según lo presentado en el "Cuadro de trazabilidad", ofreciendo una descripción de aquellas medidas valoradas con importancia alta y media, que correspondan a presiones y amenazas de las mismas categorías, por tratarse de aquellas que se han considerado más relevantes para la conservación del presente valor Red Natura 2000.

En cualquier caso, la protección de las especies y sus hábitats que establece la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, preside todas las medidas de gestión que se señalan.

6.1. LISTADO DE MEDIDAS

- 001 - Evitar la conversión de hábitats naturales y seminaturales, y de hábitats de especies en tierras agrícolas.
- 002 - Restaurar pequeñas características del paisaje en tierras agrícolas.
- 003 - Mantener las prácticas agrícolas extensivas existentes y las características del paisaje agrícola.
- 004 - Reinstaurar prácticas agropecuarias apropiadas para abordar el abandono, incluyendo la siega, el pastoreo, la quema o medidas similares.
- 005 - Adaptar la siega, el pastoreo y otras actividades agropecuarias equivalentes.
- 006 - Dejar de segar, de pastorear y otras actividades agropecuarias similares.
- 007 - Recrear los hábitats agrícolas del Anexo I.
- 009 - Gestionar el uso de fertilizantes naturales y químicos en producción agropecuaria (animal y vegetal).
- 013 - Reducir/eliminar la contaminación del suelo debida a la actividad agropecuaria.
- 014 - Gestionar las operaciones e infraestructuras de drenaje y riego en agricultura.
- 016 - Evitar la conversión de hábitats seminaturales en bosque.
- 017 - Mantener las prácticas de manejo y explotación tradicional del bosque existentes.
- 018 - Reinstaurar las prácticas de gestión y explotación forestal.
- 020 - Adaptar/cambiar las prácticas de gestión y explotación forestal.
- 021 - Detener las prácticas de gestión y explotación forestal.
- 023 - Restauración de los hábitats forestales del Anexo I.
- 024 - Otras medidas relacionadas con las prácticas forestales.
- 025 - Adaptar/gestionar la extracción de recursos no energéticos.
- 026 - Adaptar/gestionar la extracción de recursos energéticos.
- 027 - Adaptar/gestionar las instalaciones y el funcionamiento de las energías renovables
- 030 - Reducir el impacto de carreteras e infraestructuras del transporte.
- 031 - Restauración/creación de hábitats a partir de recursos, lugares de explotación o áreas dañadas, debido a la instalación de la infraestructura de energías renovables.



Plan básico de gestión y conservación de valores Red Natura 2000
6220 - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea

- 037 - Reducir el impacto de las operaciones de transporte y la infraestructura.
- 038 - Restauración de hábitats de áreas afectadas por el transporte.
- 040 - Gestionar el cambio de usos del suelo debido a la construcción y el desarrollo de infraestructuras.
- 041 - Restauración del hábitat de áreas afectadas por infraestructuras, funcionamiento y actividades residenciales, comerciales, industriales y recreativas.
- 042 - Reducir el impacto del deporte al aire libre, el ocio y las actividades recreativas.
- 050 - Control/erradicación de la caza, la pesca y la recolección de plantas ilegalmente.
- 052 - Reducir el impacto debido al envenenamiento por plomo.
- 057 - Reducir el impacto de las operaciones e instalaciones militares.
- 063 - Control y erradicación de enfermedades, patógenos y plagas en plantas y animales.
- 064 - Reducir el impacto de fuentes de contaminación mixtas.
- 067 - Gestión de hábitats (que no sean agricultura o bosques) para ralentizar, detener o revertir procesos naturales.
- 079 - Integrar dentro de la gestión de los hábitats y especies de interés comunitario las políticas europeas de conservación de la biodiversidad y adaptación al cambio climático.

6.2. TRAZABILIDAD

El presente cuadro constituye el paso "bisagra" que explicita las relaciones existentes entre las presiones y amenazas (PYA) y las medidas propuestas para minimizar o eliminar las citadas PYA. El orden de la tabla se presenta según la importancia de las medidas, en orden descendente, priorizando aquellas más importantes. El segundo criterio de ordenación es el de la importancia de las PYA; por lo tanto, encabezan la lista las medidas más importantes con presiones y amenazas más fuertes. En definitiva, este cuadro pretende ayudar a visibilizar las prioridades de actuación para la conservación de este valor Red Natura 2000.

El cuadro de trazabilidad sirve de guía en la evaluación de medidas presentadas en el siguiente apartado, ayudando a comprender su importancia y su vínculo con cada PYA.

Legenda del cuadro de trazabilidad y de correspondencia con la Unión Europea:

- PYA: Código de la Presión y Amenaza Regional.
- PYA UE: Código de la Presión y Amenaza de acuerdo con el Portal de Referencia para el reporte de información del art. 17 de la Directiva Hábitats de EIONET (http://cdr.eionet.europa.eu/help/habitats_art17/).
- Impo PYA: Importancia de la Presión y Amenaza.
- Medida: Código de la Medida Regional.
- Medida UE: Código de la Medida de acuerdo con el Portal de Referencia para el reporte de información del art. 17 de la Directiva Hábitats de EIONET (http://cdr.eionet.europa.eu/help/habitats_art17/).
- Impo Medida: Importancia de la Medida.

Cuadro de trazabilidad y de correspondencia con la AEMA de la Unión Europea

Grupo Funcional	PYA	PYA UE	Impo. PYA	Medida	Medida UE	Impo. Medida
F2	070	F05	BAJA	023	CB08	-
F2	001	A01	ALTA	001	CA01	ALTA
F2	006	A06	MEDIA	003	CA03	ALTA
F2	006	A06	MEDIA	004	CA04	ALTA
	017	A19	MEDIA	009	CA09	ALTA
	018	A20	MEDIA	009	CA09	ALTA

	016	A18	ALTA	014	CA15	ALTA
F2	001	A01	ALTA	023	CB08	ALTA
C1	005	A05	MEDIA	002	CA02	MEDIA
F2	011	A11	MEDIA	005	CA05	MEDIA
F2	009	A09	BAJA	005	CA05	MEDIA
F2	009	A09	BAJA	006	CA06	MEDIA
C1	025	A29	BAJA	013	CA14	MEDIA
C1	031	B01	ALTA	016	CB01	MEDIA
C1	049	C06	BAJA	025	CC01	MEDIA
C1	064	E01	BAJA	037	CE01	MEDIA
F2	067	F01	MEDIA	040	CF01	MEDIA
F2	069	F03	MEDIA	040	CF01	MEDIA
F2	070	F05	BAJA	040	CF01	MEDIA
F2	067	F01	MEDIA	041	CF02	MEDIA
F2	088	G11	BAJA	050	CG04	MEDIA
	119	L02	MEDIA	067	CL01	MEDIA
F2	130	N	BAJA	079	CN01	MEDIA
F2	010	A10	ALTA	005	CA05	BAJA
F2	011	A11	MEDIA	006	CA06	BAJA
C1	031	B01	ALTA	007	CA07	BAJA
F2	067	F01	MEDIA	007	CA07	BAJA
F2	069	F03	MEDIA	007	CA07	BAJA
C1	056	D01	BAJA	007	CA07	BAJA
	058	D03	BAJA	007	CA07	BAJA
F2	070	F05	BAJA	007	CA07	BAJA
C1	019	A21	MEDIA	009	CA09	BAJA
	028	A32	ALTA	014	CA15	BAJA
	034	B04	BAJA	017	CB02	BAJA
	034	B04	BAJA	018	CB03	BAJA
	040	B12	BAJA	020	CB05	BAJA
	040	B12	BAJA	021	CB06	BAJA
F2	067	F01	MEDIA	023	CB08	BAJA
F2	069	F03	MEDIA	023	CB08	BAJA
C1	056	D01	BAJA	023	CB08	BAJA
	058	D03	BAJA	023	CB08	BAJA
	042	B16	BAJA	024	CB15	BAJA
C1	046	C01	MEDIA	025	CC01	BAJA
C1	049	C06	BAJA	026	CC02	BAJA
C1	056	D01	BAJA	027	CC03	BAJA
	058	D03	BAJA	027	CC03	BAJA

C1	060	D06	BAJA	030	CC06	BAJA
C1	046	C01	MEDIA	031	CC07	BAJA
C1	049	C06	BAJA	031	CC07	BAJA
C1	056	D01	BAJA	031	CC07	BAJA
	058	D03	BAJA	031	CC07	BAJA
C1	060	D06	BAJA	031	CC07	BAJA
C1	064	E01	BAJA	038	CE06	BAJA
F2	069	F03	MEDIA	041	CF02	BAJA
F2	070	F05	BAJA	041	CF02	BAJA
F2	071	F07	BAJA	042	CF03	BAJA
F2	091	G14	BAJA	052	CG06	BAJA
	097	H01	BAJA	057	CH01	BAJA
C1	107	I05	BAJA	063	CI07	BAJA
F2	108	J	BAJA	064	CJ01	BAJA
	118	L01	BAJA	067	CL01	BAJA

6.3. DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS

A continuación se relaciona la explicación de cada una de las medidas, identificadas por su importancia y agrupadas según los parámetros de evaluación empleados previamente en el diagnóstico del estado de conservación. Cada explicación va precedida por la combinación del código de la PYA y de la medida que se explica, expresando su relación unívoca, tal y como se presenta en el "Cuadro de trazabilidad".

Medidas en relación con perspectivas futuras

Importancia: ALTA

001 - 001

Evitar y prevenir la pérdida de estos hábitats, debido a la conversión en tierras agrícolas mediante intensificación de cultivos, concentraciones parcelarias, roturación de márgenes, laboreo intensivo y la expansión del regadío, etc.

017 - 009

Con el fin de que se mantenga el estado trófico natural, que permite el mantenimiento de este hábitat, evitar que la aplicación de fertilizantes sintéticos (minerales) en los alrededores implique una llegada de nutrientes a los mismos. Fomentar el desarrollo de agricultura ecológica, que reduzca o elimine el uso de pesticidas y el exceso de fertilizantes, en el entorno de los humedales temporales.

018 - 009

Con el fin de que se mantenga el estado trófico natural, que permite el mantenimiento de este hábitat, evitar que la aplicación de fertilizantes naturales y químicos en los alrededores implique una llegada de nutrientes a los mismos. Fomentar el desarrollo de agricultura ecológica, que reduzca o elimine el uso de pesticidas y el exceso de fertilizantes, en el entorno de los humedales temporales.

Importancia: MEDIA

025 - 013

Reducir/eliminar la contaminación del suelo debida a la actividad agropecuaria.

049 - 025

Adaptar/gestionar la extracción de recursos no energéticos.

Importancia: BAJA

019 - 009

Gestionar el uso de fertilizantes naturales y químicos en producción agropecuaria (animal y vegetal).

Medidas en relación con perspectivas futuras

Importancia: BAJA

040 - 021

Detener las practicas de gestión y explotación forestal.

046 - 025

Adaptar/gestionar la extracción de recursos no energéticos.

049 - 026

Adaptar/gestionar la extracción de recursos energéticos.

091 - 052

Reducir el impacto debido al envenenamiento por plomo.

108 - 064

Reducir el impacto de fuentes de contaminación mixtas.

Medidas vinculadas a la estructura y funciones

Importancia: ALTA

016 - 014

Con el fin de que se mantenga el régimen hidrológico natural que permite el mantenimiento de estos hábitats, promover la gestión de los riegos los hábitats agropecuarios de los alrededores y de las orlas para que los excedentes de riego no puedan entrar en ellos.

Importancia: MEDIA

005 - 002

Promover y facilitar la restauración de elementos y procesos de los paisajes agrarios que resulten de interés para la conservación de la fauna y flora silvestres, sirviendo de apoyo para las migraciones de ciertas especies de aves, para el intercambio genético o como hábitats de reproducción / alimentación dentro de estos hábitats. Los elementos referidos pueden ser setos, muros de piedra, estanques, bosques pequeños, bordes alrededor de campos, zanjas, caminos naturales, etc.

Importancia: BAJA

028 - 014

Gestionar las operaciones e infraestructuras de drenaje y riego en agricultura.

034 - 017

Mantener las practicas de manejo y explotación tradicional del bosque existentes.

034 - 018

Reinstaurar las prácticas de gestión y explotación forestal.

060 - 030

Reducir el impacto de carreteras e infraestructuras del transporte.

097 - 057

Reducir el impacto de las operaciones e instalaciones militares.

Medidas vinculadas a la mejora de los hábitats

Importancia: -

070 - 023

Importancia: ALTA

001 - 023

Con el fin de recuperar el estado de conservación de este hábitat, causado por la conversión en tierras agrícolas, se promoverá la restauración ecológica de los hábitats forestales del Anexo I que resulten más adecuados en cada situación.

006 - 003

Promover y facilitar las medidas dirigidas al mantenimiento de la agricultura y ganadería en extensivo, para evitar su abandono.

006 - 004

Promover y facilitar las medidas dirigidas a reinstaurar prácticas agropecuarias apropiadas para abordar el abandono, incluyendo la siega, el pastoreo, la quema o medidas similares que favorezcan la conservación de estos hábitats.

Medidas vinculadas a la mejora de los hábitats

Importancia: MEDIA

009 - 005

Adaptar la siega, el pastoreo y otras actividades agropecuarias equivalentes.

009 - 006

Dejar de segar, de pastorear y otras actividades agropecuarias similares.

011 - 005

Promover el uso de técnicas alternativas a las quemas agrícolas en las zonas colindantes a este hábitat.

031 - 016

Evitar la conversión de estos hábitats en bosques, que no permitan el desarrollo natural de su estructura o especies.

067 - 041

Promover y facilitar las medidas de restauración de estos hábitats en áreas con impactos negativos debidos al desarrollo de viviendas, asentamientos o áreas recreativas, que favorezcan la recreación de estos hábitats en áreas con riesgo de erosión, restaurar elementos hidrológicos para conservar y corrijan alteraciones.

119 - 067

Promover las medidas de gestión de hábitats para ralentizar, detener o revertir el proceso de cambio en la composición de las especies por sucesión natural en estos hábitats. Por ejemplo: la gestión y restauración de hábitats naturales abiertos impactados por procesos de colonización. Acciones que favorezcan a especies típicas del hábitat frente a oportunistas como eliminación de poblaciones de especies competidoras o realizar reforzamiento de las poblaciones.

Importancia: BAJA

010 - 005

Adaptar la siega, el pastoreo y otras actividades agropecuarias equivalentes.

011 - 006

Dejar de segar, de pastorear y otras actividades agropecuarias similares.

031 - 007

Recrear los hábitats agrícolas del Anexo I.

040 - 020

Adaptar/cambiar las prácticas de gestión y explotación forestal.

042 - 024

Otras medidas relacionadas con las prácticas forestales.

046 - 031

049 - 031

Restauración/creación de hábitats a partir de recursos, lugares de explotación o áreas dañadas, debido a la instalación de la infraestructura de energías renovables.

056 - 007

Recrear los hábitats agrícolas del Anexo I.

056 - 023

Restauración de los hábitats forestales del Anexo I.

056 - 027

Adaptar/gestionar las instalaciones y el funcionamiento de las energías renovables

056 - 031

Restauración/creación de hábitats a partir de recursos, lugares de explotación o áreas dañadas, debido a la instalación de la infraestructura de energías renovables.

058 - 007

Recrear los hábitats agrícolas del Anexo I.

058 - 023

Restauración de los hábitats forestales del Anexo I.

058 - 027

Adaptar/gestionar las instalaciones y el funcionamiento de las energías renovables

058 - 031

Medidas vinculadas a la mejora de los hábitats

Importancia: BAJA

060 - 031

Restauración/creación de hábitats a partir de recursos, lugares de explotación o áreas dañadas, debido a la instalación de la infraestructura de energías renovables.

064 - 038

Restauración de hábitats de áreas afectadas por el transporte.

067 - 007

Recrear los hábitats agrícolas del Anexo I.

067 - 023

Restauración de los hábitats forestales del Anexo I.

069 - 007

Recrear los hábitats agrícolas del Anexo I.

069 - 023

Restauración de los hábitats forestales del Anexo I.

069 - 041

Restauración del hábitat de áreas afectadas por infraestructuras, funcionamiento y actividades residenciales, comerciales, industriales y recreativas.

070 - 007

Recrear los hábitats agrícolas del Anexo I.

070 - 041

Restauración del hábitat de áreas afectadas por infraestructuras, funcionamiento y actividades residenciales, comerciales, industriales y recreativas.

118 - 067

Gestión de hábitats (que no sean agricultura o bosques) para ralentizar, detener o revertir procesos naturales.

Medidas vinculadas a la población, y estructura y funciones

Importancia: MEDIA

130 - 079

Integrar dentro de la gestión de los hábitats y especies de interés comunitario las políticas europeas de conservación de la biodiversidad y adaptación al cambio climático.

Medidas vinculadas a la población

Importancia: MEDIA

088 - 050

Control/erradicación de la caza, la pesca y la recolección de plantas ilegalmente.

Medidas vinculadas al área

Importancia: MEDIA

067 - 040

Promover y facilitar aquellos usos del suelo que prevengan o minimicen los efectos del cambio de uso del suelo debido a la construcción y desarrollo de viviendas, asentamientos, viviendas dispersas o áreas recreativas.

069 - 040

Promover una gestión de uso del suelo que prevengan o minimicen los efectos del cambio de uso del suelo a áreas comerciales/industriales.

070 - 040

Gestionar el cambio de usos del suelo debido a la construcción y el desarrollo de infraestructuras.

Importancia: BAJA

071 - 042

Reducir el impacto del deporte al aire libre, el ocio y las actividades recreativas.

Medidas vinculadas al área y la población

Importancia: MEDIA

064 - 037

Reducir el impacto de las operaciones de transporte y la infraestructura.

Importancia: BAJA

107 - 063

Control y erradicación de enfermedades, patógenos y plagas en plantas y animales.

EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO
7. INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO

Para evaluar el seguimiento del valor objeto de gestión del presente Plan se seleccionaron los indicadores que se presentan a continuación, en los que se describen los protocolos para su obtención.

Indicador de Área de Ocupación
Superficie

La variación de la superficie de ocupación puede apoyarse en la mejor información cartográfica disponible (principalmente en HRL y SIOSE), si bien será necesaria una cartografía de hábitat más detallada y, en su caso, comprobaciones de campo.

Indicador de Estructura y Funciones
Intervalos de cobertura de matorral

Se determinará en aquellas ZEC de importancia regional para el HIC por su extensión y continuidad espacial la cobertura de matorral (intervalos) para evaluar el grado de avance del mismo. A falta de información de mayor detalle, se utilizará como base la información del MFE y SIOSE para evaluaciones a gran escala.

Riqueza de especies típicas y/o de interés para la conservación

Se determinará en aquellas ZEC de importancia regional para el HIC por su extensión y continuidad espacial la presencia de especies típicas y/o de interés para la conservación.

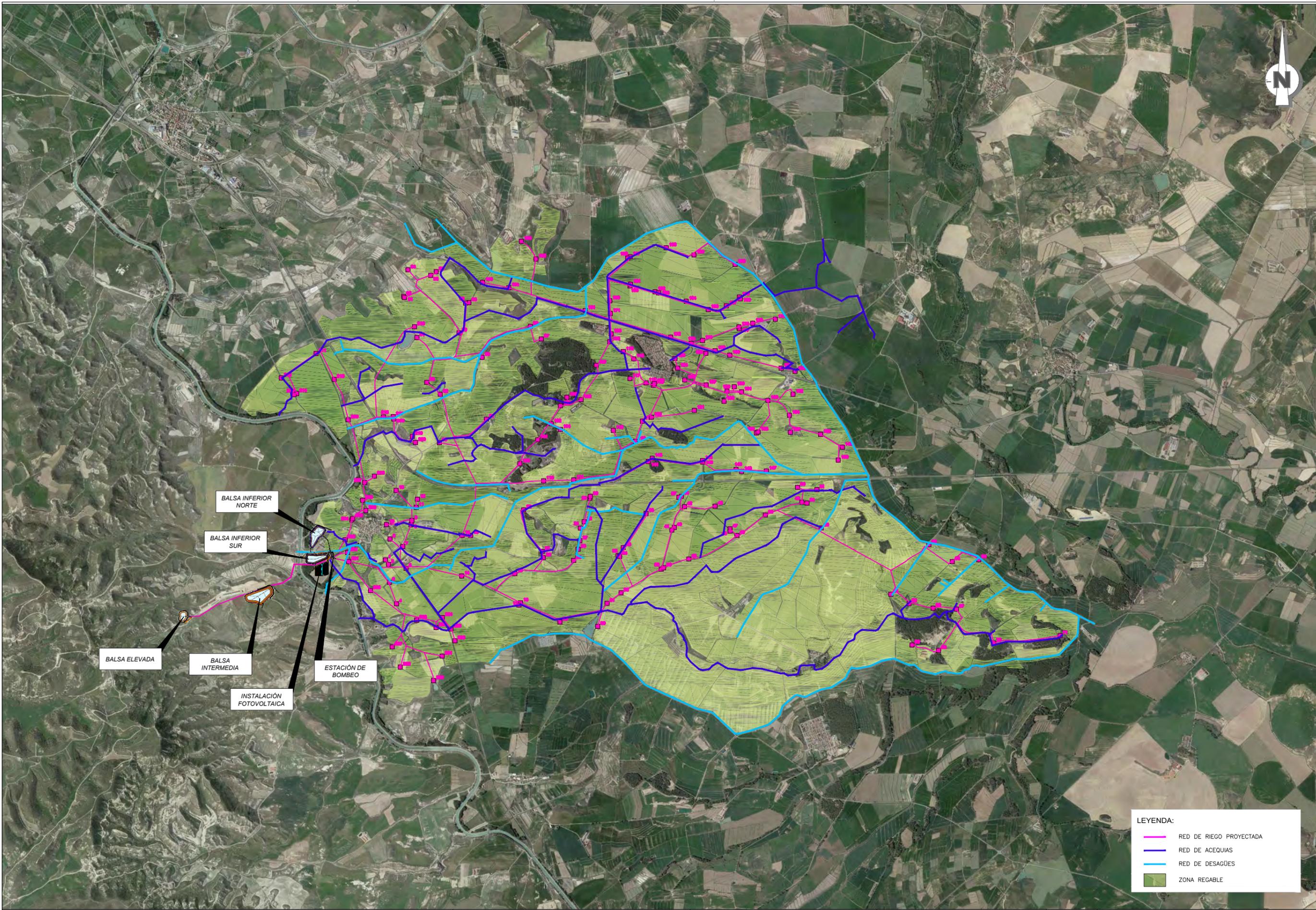
Indicador de Perspectivas Futuras
Valoración cualitativa de las presiones y amenazas

Valoración pericial de la presencia, incidencia y tendencia de presiones y amenazas, teniendo en cuenta la resiliencia del HIC. Se realizará en aquellas ZEC de importancia regional para el HIC y/o en aquellas en las que la presencia de presiones y amenazas suponga una barrera para la mejora del estado de conservación del HIC a nivel regional.

8. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- Ríos S, y Salvador F.M. 2009. 6220 Pastizales xerofíticos mediterráneos de vivaces y anuales (*). En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 88 pp.
- VVAA. (Sanz, V, Director Técnico) (2004-inacabado). Mapa de Hábitat de Aragón. Gobierno de Aragón. Informe inédito.
- Gobierno de Aragón. Manuales de Gestión del hábitat: Fichas de manejo y conservación. Planes de gestión Red Natura 2000. Informe inédito.

ANEJO 12.- PLANO DE LA RED DE ACEQUIAS Y DESAGÜES DE LA C.R. SANTA ANA



LEYENDA:

- RED DE RIEGO PROYECTADA
- RED DE ACEQUIAS
- RED DE DESAGÜES
- ZONA REGABLE

TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS EN EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES SANTA ANA (HUESCA)

BENEFICIARIO:
COMUNIDAD DE REGANTES SANTA ANA

CONSULTOR:
 EL INGENIERO AGRÓNOMO

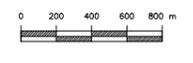
 Fdo. DANIEL CAMEO MORENO

ESCALA:
1 : 40.000
 UNE A3

FECHA:
DICIEMBRE DE 2022
 REFERENCIA:
20_013

DESIGNACIÓN:
RED DE ACEQUIAS Y DESAGÜES

Nº DE PLANO:
01
 Nº DE HOJA:
1 de 1



GRÁFICAS

ANEJO 13.- ESTUDIO AGRONÓMICO DEL PROYECTO

ÍNDICE

ANEJO 13.- ESTUDIO AGRONÓMICO DEL PROYECTO

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ANEJO	1
2	SUPERFICIE Y CULTIVOS A REGAR	1
3	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	1
4	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	1
5	CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA.....	2
6	CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL DEL CULTIVO	3
7	CÁLCULO DE LA LLUVIA EFECTIVA	3
9	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES BRUTAS DE AGUA DE RIEGO	4
10	NECESIDADES DE RIEGO DE LA ALTERNATIVA ADOPTADA.....	5

ANEJO 13.- ESTUDIO AGRONÓMICO DEL PROYECTO

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

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

En el presente estudio se calcularán las necesidades hídricas de la alternativa de cultivos planteada, indicando para ello las necesidades mensuales en m³/ha, volumen anual consumido y caudal ficticio continuo expresado en l/s y ha.

2 SUPERFICIE Y CULTIVOS A REGAR

La superficie total para la que se plantea la Modernización del regadío mediante las actuaciones planteadas en el presente documento es de 2.714,5256 Ha, estando dedicada en la actualidad al desarrollo de cultivos extensivos, fundamentalmente alfalfa, Cultivos leñosos, fundamentalmente almendro y otros cultivos forrajeros, maíz y cereales de invierno (trigo y cebada).

La alternativa de cultivos planteada es la que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1. Alternativa de Cultivos Planteada

Cultivo	Superficie (%)
Almendro	35,00%
Alfalfa	15,00%
Maíz	35,00%
Cebada	15,00%
TOTAL	100,00

De cualquier forma, debemos considerar la alternativa de cultivos planteada como una aproximación a la realidad futura que nos permita obtener una estimación de las necesidades futuras, teniendo claro que dicha alternativa puede variar en mayor o menor medida en función de los cultivos finalmente desarrollados por los agricultores implicados.

3 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Para la estimación de las necesidades hídricas de los cultivos incluidos en la alternativa de cultivos estudiada se ha seguido el procedimiento de cálculo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en su publicación "Las necesidades de agua de los cultivos".

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

- 1.- *Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo)*; considerada como el consumo de agua de una superficie extensa de hierba, uniforme, de 8 a 15 cm de altura, en crecimiento activo, sombreando la totalidad del suelo y bien provista de agua.
- 2.- *Cálculo de la evapotranspiración de los cultivos (ETc)*; considerada como las necesidades hídricas brutas de los cultivos para su desarrollo óptimo, representando la cantidad de agua que debe existir en la zona radical del cultivo para satisfacer su demanda evaporativa.
- 3.- *Cálculo de las necesidades hídricas netas de los cultivos (NHn)*; consideradas como la cantidad de agua a suministrar a la zona radical del cultivo mediante el riego. Para ello, se deduce a la ETc la cantidad de agua aportada por la precipitación efectiva (PE).
- 4.- *Cálculo de las necesidades brutas de agua de riego de los cultivos (NRb)*; consideradas como la cantidad de agua que el sistema de riego ha de proporcionar en parcela para que, una vez deducidas las pérdidas debidas a la propia eficiencia del riego, la cantidad de agua que se almacene en dicha zona radical sea igual a las NHn del cultivo.

El estudio se realizará considerando el espacio de un mes, utilizando como datos de partida las medias de los meses y suponiendo que todos los días de cada mes tienen las mismas necesidades.

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.

4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Para conocer los datos climáticos de la zona afectada se hace uso de los datos disponibles en el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR). En la web del SIAR, se puede ver información climática de la estación de Tardienta (la más próxima a la zona de estudio).

Esta estación se encuentra situada a 360 metros de altitud sobre el nivel del mar, en las siguientes coordenadas UTM (Huso 30):

- X: 706.522
- Y: 4.649.380

En esta ficha se indican, para cada mes:

- La precipitación media mensual.
- La temperatura media de las temperaturas máximas.
- La temperatura media de las temperaturas medias.
- La temperatura media de las temperaturas mínimas.
- Media mensual de la humedad relativa media diaria del aire (%).
- Media mensual de la evapotranspiración diaria de una hierba en mm/día.
- Evapotranspiración

En la siguiente tabla se pueden observar los valores mensuales y anuales de los principales valores climáticos de relevancia para el cálculo de las necesidades. Siendo valores climáticos desde el año 2004 hasta la actualidad.

Tabla 2. Ficha climática de la estación de Tardienta (Huesca)

MEDIA MES	PREC mm	T ^a Max °C	T ^a Min °C	T ^a Med °C	HR Min %	ET _o mm/d	ET _o mm/mes
Enero	28,60	17,23	-5,27	5,07	81,94	1,12	34,59
Febrero	24,96	18,68	-5,72	6,08	73,88	1,83	51,28
Marzo	50,21	23,60	-2,56	9,21	70,69	2,66	82,34
Abril	45,20	27,62	0,50	12,48	70,42	3,57	107,06
Mayo	36,13	30,96	2,83	16,22	64,59	4,94	153,09
Junio	31,14	36,29	8,28	20,99	58,49	5,77	172,98
Julio	24,45	37,78	11,74	23,98	54,78	6,48	200,73
Agosto	24,66	37,64	10,46	23,36	58,77	5,52	171,26
Septiembre	25,71	32,99	5,78	19,22	66,15	4,04	121,09
Octubre	50,64	28,79	1,08	14,34	74,59	2,40	74,53
Noviembre	45,30	21,42	-3,19	8,80	83,40	1,25	37,41
Diciembre	18,50	16,35	-5,32	5,24	85,39	0,84	26,06
Anual	405,50	27,45	1,55	13,75	70,26	3,45	1.232,42

La temperatura media anual es de 13,75 °C, siendo enero el mes más frío, con 5,07 °C de temperatura media, y julio y agosto los más calurosos con 23,98 °C y 23,36 °C, respectivamente.

La precipitación media anual es de 405,50 mm, siendo marzo y octubre los meses más lluviosos con 50,21 mm y 50,64 mm de precipitación media respectivamente y julio el más seco con 24,45 mm.

La ET_o media anual es de 1.232,42mm, siendo diciembre el mes en que es menor con 26,06 mm. En julio alcanza el mayor valor, con 200,73 mm.

5 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

En la siguiente tabla se muestra el valor de la evapotranspiración de referencia (ET_o), obtenido de la publicación citada en el apartado anterior.

Tabla 3. Evapotranspiración de Referencia (ET_o).

MES	ET _o mm/d	ET _o mm/mes
Enero	1,12	34,59
Febrero	1,83	51,28
Marzo	2,66	82,34
Abril	3,57	107,06
Mayo	4,94	153,09
Junio	5,77	172,98
Julio	6,48	200,73
Agosto	5,52	171,26
Septiembre	4,04	121,09
Octubre	2,40	74,53
Noviembre	1,25	37,41
Diciembre	0,84	26,06
TOTAL	3,45	1.232,42

Esta estimación de la evapotranspiración de referencia se ha realizado según el método de FAO-USDA Blaney-Criddle (Doorenbos y Pruitt, 1.977; Allen y Pruitt, 1.986).

6 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL DEL CULTIVO

Para tener en cuenta las características del cultivo sobre sus necesidades de agua, se presenta el coeficiente de cultivo (K_C). Este coeficiente representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que obtenga rendimientos óptimos.

En la elección de los valores de K_C se han considerado los valores recogidos para los diferentes cultivos en la red SIAR para la zona de Tardienta.

Así, se han tomado los valores recomendados para la comarca de Los Monegros ajustados a la realidad del proyecto, por ser la comarca a la que corresponde la zona de estudio y en la que se obtienen los datos precisos para la totalidad de los cultivos analizados en la Alternativa adoptada en el presente Proyecto.

Tabla 4. Coeficientes de cultivo K_C

MES	Almendro	Alfalfa	Maíz	Cebada
Enero	0,00	0,76	0,00	0,79
Febrero	0,00	0,77	0,00	0,95
Marzo	0,34	0,82	0,00	1,05
Abril	0,58	0,82	0,00	1,05
Mayo	0,58	0,84	0,47	0,83
Junio	0,83	0,84	0,80	0,25
Julio	0,95	0,85	1,01	0,00
Agosto	0,80	0,85	1,01	0,00
Septiembre	0,74	0,84	0,90	0,00
Octubre	0,49	0,80	0,57	0,00
Noviembre	0,00	0,77	0,00	0,00
Diciembre	0,00	0,76	0,00	0,73

Para obtener la evapotranspiración real del cultivo, siguiendo las directrices establecidas por Doorenbos y Pruitt, 1.977, basta con multiplicar la ET_0 por el coeficiente K_C , siguiendo la siguiente expresión:

$$ET_C = K_C \times ET_0$$

Siendo:

- K_C : Coeficiente del cultivo mensual.
- ET_0 : Evapotranspiración de referencia (mm/día), (mm/mes).
- ET_C : Evapotranspiración del cultivo (mm/día), (mm/mes).

Tabla 5. Evapotranspiración (ET_C) de los cultivos (mm/mes)

MES	Almendro	Alfalfa	Maíz	Cebada
Enero	0,00	26,29	0,00	27,33
Febrero	0,00	39,49	0,00	48,72
Marzo	28,00	67,52	0,00	86,46
Abril	62,09	87,79	0,00	112,41
Mayo	88,79	128,60	71,95	127,06
Junio	143,57	145,30	138,38	43,25
Julio	190,69	170,62	202,74	0,00
Agosto	137,01	145,57	172,97	0,00
Septiembre	89,61	101,72	108,98	0,00
Octubre	36,52	59,62	42,48	0,00
Noviembre	0,00	28,81	0,00	0,00
Diciembre	0,00	19,81	0,00	19,02
TOTAL	776,28	1.021,12	737,51	464,25

7 CÁLCULO DE LA LLUVIA 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

Para la estimación de esta precipitación efectiva en la publicación consultada se ha aplicado el método del Soil Conservation Service del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Dastane, 1.974).

Se trata de un método empírico desarrollado a partir de numerosos trabajos experimentales, en el que se calcula la PE mensual a partir de la precipitación total mensual, de la ET_c del cultivo y del déficit de humedad de agua en el suelo.

Este método considera que el límite máximo de la PE mensual es la ET_c mensual del cultivo en el mes considerado.

Se calcula la PE para cada cultivo, por lo que ésta puede variar de un cultivo a otro. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$PE = f(D) \left[1,25P^{0,824} - 2,93 \right] 10^{0,000955ET_c}$$

Donde: PE = precipitación efectiva mensual (mm/mes)
P = precipitación total mensual (mm/mes)
ET_c = evapotranspiración de cultivo mensual, (mm/mes).
f(D) = función correctora para un déficit de humedad en el suelo distinto de 75 mm. Para D = 75 mm, f(D) = 1

Esta función correctora f(D) se ha calculado según la fórmula (Cuenca, 1.989):

$$f(D) = 0,53 + 0,0116D - 8,94E - 5 \cdot D^2 + 2,32E - 7 \cdot D^3$$

Dónde: Déficit humedad suelo, mm (Se ha supuesto D = 75 mm)

Según esto, los valores de lluvia efectiva mensual, en la zona considerada y para los cultivos analizados, son los que se indican en la siguiente tabla. Por la torrencialidad de las precipitaciones en el mes de julio se ha optado por considerar nula la precipitación efectiva en este periodo.

Tabla 6. Precipitación Efectiva (PE) para cada uno de los cultivos (mm/mes)

MES	Almendro	Alfalfa	Maíz	Cebada
Enero	0,00	17,89	0,00	17,93
Febrero	14,78	16,12	0,00	16,45
Marzo	30,39	33,15	0,00	34,56
Abril	29,76	31,49	0,00	33,24
Mayo	25,64	27,98	24,71	27,89
Junio	25,12	25,22	24,84	20,15
Julio	22,03	21,08	22,62	0,00
Agosto	19,74	20,12	21,36	0,00
Septiembre	18,53	19,03	19,34	0,00
Octubre	31,20	32,83	31,62	0,00
Noviembre	26,01	27,71	0,00	0,00
Diciembre	0,00	11,39	0,00	11,37

8 NECESIDADES HÍDRICAS NETAS DE LOS CULTIVOS

Las necesidades hídricas netas (NH_N) se calculan como la diferencia entre evapotranspiración del cultivo y la precipitación efectiva:

$$NH_N = ET_C - PE$$

En el proceso de cálculo seguido se han considerado las condiciones locales de cada cultivo, reflejándose este hecho en la obtención de estas necesidades netas.

Tabla 7. Necesidades hídricas netas (mm/mes)

MES	Almendro	Alfalfa	Maíz	Cebada
Enero	0,00	8,40	0,00	9,40
Febrero	0,00	23,36	0,00	32,26
Marzo	0,00	34,37	0,00	51,90
Abril	32,34	56,30	0,00	79,17
Mayo	63,15	100,61	47,25	99,17
Junio	118,45	120,08	113,54	23,09
Julio	168,67	149,55	180,12	0,00
Agosto	117,27	125,46	151,61	0,00
Septiembre	71,07	82,68	89,64	0,00
Octubre	5,32	26,79	10,87	0,00
Noviembre	0,00	1,09	0,00	0,00
Diciembre	0,00	8,41	0,00	7,65
Total	576,26	737,11	593,03	302,65

9 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES BRUTAS DE AGUA DE RIEGO

Para la estimación de las necesidades brutas de agua de riego es necesario conocer la eficiencia actual y futura en la aplicación del riego (relación entre agua aplicada y la realmente útil para las plantas). En la eficiencia de aplicación del riego influyen varios factores como:

- Calidad de los materiales.
- Diseño de la instalación.
- Manejo del riego (frecuencia y tiempo de los riegos).
- Mantenimiento de las instalaciones.

Se considera para este estudio una eficiencia de riego del 75 % para la alfalfa, el maíz y la cebada, mientras que para el almendro se considerará una eficiencia de riego del 85 %, puesto que las características del riego instalado (riego por goteo), junto con el grado de tecnificación y la gestión realizada por los técnicos de la finca permiten considerar una mejor eficiencia.

Las necesidades reales o brutas de riego se obtendrán restando a la evapotranspiración del cultivo las lluvias efectivas y dividiéndolo por el coeficiente de eficiencia del riego.

Las necesidades brutas vienen dadas por la expresión:

$$NR_B = NH_N / EA$$

Tabla 8. Necesidades hídricas brutas (mm/mes)

MES	Almendro	Alfalfa	Maíz	Cebada
Enero	0,00	11,20	0,00	12,53
Febrero	0,00	31,15	0,00	43,02
Marzo	0,00	45,83	0,00	69,20
Abril	35,93	75,07	0,00	105,56
Mayo	70,17	134,15	62,99	132,23
Junio	131,61	160,11	151,39	30,79
Julio	187,41	199,39	240,16	0,00
Agosto	130,30	167,27	202,14	0,00
Septiembre	78,97	110,24	119,52	0,00
Octubre	5,91	35,73	14,49	0,00
Noviembre	0,00	1,46	0,00	0,00
Diciembre	0,00	11,22	0,00	10,20
Total	640,29	982,82	790,70	403,54

10 NECESIDADES DE RIEGO DE LA ALTERNATIVA ADOPTADA

Para el cálculo de las necesidades de agua de riego totales de la alternativa de cultivos estudiada, se tendrá en cuenta la superficie total destinada a cada uno de los tipos de cultivo que la componen y la demanda hídrica estimada para cada uno de ellos.

Tal y como se ha mencionado en el apartado 2 del presente estudio, como dato orientativo de las previsiones futuras diremos que la alternativa de cultivos estudiada en este caso es la siguiente:

Tabla 9. Superficie de riego y necesidades teóricas de la Alternativa estudiada

Cultivo	m ³ /ha y año	Superficie (ha)	m ³ /año
Almendro	6.402,94	950,08	6.083.329,47
Alfalfa	9.828,20	407,18	4.001.834,95
Maíz	7.907,02	950,08	7.512.332,00
Cebada	4.035,40	407,18	1.643.128,40
TOTAL		2.714,53	19.240.624,82

Las necesidades que se generan para el total de las 4.014,85 ha son de 33.734.323,29 m³/año.

Es interesante conocer las demandas que se generan mensualmente, ya que estas varían mes a mes en función del estado del cultivo.

Estas necesidades brutas teóricas de agua de riego, recogidas en la Tabla 10, serían las necesarias para obtener el máximo rendimiento de la plantación.

Tabla 10. Necesidades teóricas de la Alternativa estudiada

Mes	Almendro (m ³ /ha)	Alfalfa (m ³ /ha)	Maíz (m ³ /ha)	Cebada (m ³ /ha)	TOTAL (m ³ /ha)
Enero	0,00	112,01	0,00	125,30	35,60
Febrero	0,00	311,52	0,00	430,18	111,26
Marzo	0,00	458,29	0,00	692,00	172,54
Abril	359,30	750,69	0,00	1.055,65	396,70
Mayo	701,71	1.341,49	629,94	1.322,33	865,65
Junio	1.316,10	1.601,11	1.513,93	307,93	1.276,87
Julio	1.874,08	1.993,94	2.401,60	0,00	1.795,58
Agosto	1.302,98	1.672,74	2.021,44	0,00	1.414,46
Septiembre	789,71	1.102,44	1.195,22	0,00	860,09
Octubre	59,07	357,25	144,89	0,00	124,97
Noviembre	0,00	14,56	0,00	0,00	2,18
Diciembre	0,00	112,17	0,00	102,00	32,13
TOTAL	6.402,94	9.828,20	7.907,02	4.035,40	7.088,02

Tabla 11. Necesidades de diseño de la Alternativa estudiada

Mes	m ³ /mes	m ³ /mes y ha	mm/día	l/s y ha
Enero	96.624,46	35,60	0,11	0,01
Febrero	302.006,26	111,26	0,36	0,04
Marzo	468.374,63	172,54	0,56	0,06
Abril	1.076.865,71	396,70	1,28	0,15
Mayo	2.349.828,04	865,65	2,79	0,32
Junio	3.466.093,32	1.276,87	4,12	0,48
Julio	4.874.137,85	1.795,58	5,79	0,67
Agosto	3.839.576,11	1.414,46	4,56	0,53
Septiembre	2.334.742,07	860,09	2,77	0,32
Octubre	339.240,78	124,97	0,40	0,05
Noviembre	5.929,98	2,18	0,01	0,00
Diciembre	87.205,58	32,13	0,10	0,01
TOTAL	19.240.624,82	7.088,02		

Tal y como se puede observar en las tablas anteriores, el periodo de máximas necesidades se produce en el mes de julio, con una demanda de 0,67 l/s y ha.

Al ser la superficie total a cultivar de 2.714,5256 ha, el caudal ficticio continuo total será de 1.819,79 l/s, que será el caudal considerado para el dimensionamiento de las infraestructuras hidráulicas objeto del presente proyecto.

De igual modo, el volumen anual demandado por la totalidad de la superficie regable considerada será de 19.240.624,82 m³/año, con un consumo medio de 7.088,02 m³/ha y año.