

Trabajo Fin de Grado

Análisis de la distribución de cultivos en los
regadíos tradicionales y modernos en la cuenca del
rio Guadalopillo (Teruel)

Analysis of crop distribution in traditional and
modern irrigated areas of the Guadalopillo river
basin (Teruel)

Autor/es

Alejandro Pascual Omedas

Director/es

Reiné Viñales, Ramón Juan

Losada García, José Ángel

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

2017

Llámallo aldea, pueblo o como quieras; es ese rincón rural de mar o de montaña en el que has nacido, vives o has pasado buena parte de tu vida y que te enseña un montón de cosas que no se pueden aprender en ninguna otra parte.

Raquel Piñeiro

Agradecimientos

Estas líneas van dedicadas a todas las personas que me ayudaron en algún momento de este trabajo:

A todo el personal de la Confederación Hidrográfica del Ebro, en especial a José Ángel Losada y Teresa Carceller por toda la información que han aportado y a mi tío Manolo Omedas que fue el que me propuso el trabajo.

A Ramón Reine por dedicarme parte de su tiempo y dirigir mi trabajo.

A todos los agricultores que me dedicaron su tiempo para ayudarme y en general a todos los agricultores de todos los pueblos que son los que evitan que el despoblamiento rural sea más acusado.

A toda mi familia en especial a mis padres y mi hermano por el apoyo recibido en todo momento.

Resumen

Desde la Confederación Hidrográfica del Ebro se manifestó la idea de realizar un estudio de las parcelas del SIGPAC de regadío en la cuenca del Guadalopillo las cuales ocupaban una superficie total de 718,95 hectáreas. El estudio se realiza con el fin de conocer la situación de la zona, tener datos de la distribución de los cultivos y las hectáreas cultivadas por cada cultivo, conocer la cantidad de hectáreas que están abandonadas, estudiar la red de infraestructuras necesarias para tener un sistema de regadío, y por último observar la función que tiene el embalse de Gallipuéen en este entorno para ver las diferencias aguas arriba y aguas abajo del embalse. Mediante técnicas de fotointerpretación con herramientas de GIS y comprobando los datos in situ en el campo se realizaron mapas temáticos, de los cuales se sacaron datos, en los cuales se podían ver los distintos cultivos, las parcelas que tienen sistema de riego, una red de las infraestructuras necesarias para poder realizar dichos regadíos y las parcelas que están abandonadas. Los datos obtenidos en el estudio han indicado diferencias aguas arriba y aguas abajo del embalse de Gallipuéen, sobre todo en el caso de la cantidad de superficie abandonada ya que aguas arriba la superficie abandonada es mucho mayor que aguas abajo. Esto se debe al tipo de población y a las infraestructuras.

Palabras clave – Cuenca del Guadalopillo, superficie abandonada, distribución de cultivos, fotointerpretación, regadío.

Abstract

From the Hydrographic Confederation of the Ebro the idea of a project of the plots of the irrigated SIGPAC in the Guadalopillo Basin was manifested. They occupied a total area of 718.95 hectares. The project is made in order to know the situation of the area, to have data on the distribution of crops and the hectares cultivated by each crop, to know the amount of hectares that are abandoned, to study the network of infrastructures necessary to have a irrigation system, and finally observe the function of the Gallipuéen reservoir in this environment to see the differences upstream and downstream of the reservoir. Using photointerpretation techniques with GIS tools and checking the data in situ in the field, thematic maps were made. From this maps, data were extracted, in which you could see the different crops, plots that have irrigation system, the network of infrastructures necessary to be able to make these irrigations and the plots that are abandoned. The data obtained in the project have indicated differences upstream and downstream of the Gallipuéen reservoir, especially in the case of the amount of abandoned surface since upstream it is much larger than downstream. This is due to the type of population already Infrastructure.

Keywords - Guadalopillo Basin, abandoned area, crop distribution, photointerpretation, irrigation.

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	9
1.1 Los regadíos tradicionales en las zonas desfavorecidas	9
1.2 El abandono de los campos	10
1.2.1 Factores que influyen en los campos abandonados	10
1.2.1.1 Hidromorfología	10
1.2.1.2 Erosión	11
1.2.1.3 Crecidas	11
1.2.2 Sucesión natural de un campo abandonado	11
1.3 Antecedentes	12
2 . Objetivos	13
3 . Material y métodos	14
3.1 Área de estudio	14
3.1.1 El medio físico	14
3.1.2 El rio Guadalopillo	16
3.2 Descripción del trabajo de campo	18
3.3. Descripción del trabajo de gabinete	19
3.4 Tratamiento de los datos y análisis estadístico	19
4 . Resultados y discusión	21
4.1. Infraestructuras del regadío en la cuenca del Guadalopillo	21
4.2 Distribución de los cultivos de regadío	21
4.2.1 Análisis general	22
4.2.2 Aguas arriba del embalse de Gallipué n	23
4.2.3 Aguas abajo del embalse de Gallipué n	24
4.3 Distribución de las parcelas abandonadas	25
4.3.1 Análisis general	25
4.3.2 Aguas arriba del embalse de Gallipué n	26
4.3.3 Aguas abajo del embalse de Gallipué n	27
4.4 Distribución de las parcelas de regadío	28
4.4.1 Análisis general	28
4.4.2 Aguas arriba del embalse de Gallipué n	29
4.4.3 Aguas abajo del embalse de Gallipué n	30
4.5 Dimensión de las parcelas estudiadas	30

5. Conclusiones	35
6. Propuestas de actuación	36
6.1. Reforestar con ayuda de la PAC	36
6.2. Repoblar con maderas nobles	37
6.3. Restructurar los campos de cultivo	37
6.4. Agricultura y ganadería de gran calidad	38
6.5. Encina trufera	38
7. Bibliografía	39
8. Anexos	40
Anexo 1: Mapas de la distribución de los cultivos.	
Anexo 2: Mapas de regadío	
Anexo 3: Mapas proporcionados por la CHE	
Anexo 4: Fotografías	

1. Introducción

1.1 Los regadíos tradicionales en las zonas desfavorecidas

En ambientes semiáridos, los aspectos sociales y económicos relacionados con la desertificación son especialmente importantes porque la sostenibilidad económica de los sistemas de cultivo que se pueden practicar en las regiones secas es a menudo un factor limitante. Las graves crisis económicas y sociales que ha vivido la agricultura tradicional en los últimos años han provocado que la población rural de las zonas desfavorecidas emigre hacia las zonas urbanas. Existen otros aspectos complejos que pueden acentuar los problemas de desertificación relacionados con la agricultura de secano en las regiones mediterráneas. Los más importantes pueden ser: diversidad de los paisajes, superposición de varios cultivos, condiciones climáticas caracterizadas por sequías estacionales y una fuerte variabilidad las precipitaciones. (Quarenta, 2006)

La despoblación constituye un serio problema para una gran parte de las regiones semiáridas, sobre todo porque la emigración afecta a los miembros más jóvenes y con mayor nivel de estudios de la población. Este proceso se debe en parte a un problema creciente de aislamiento, tanto geográfico como cultural, que está considerado como la principal limitación de estas regiones. A pesar de esta compleja situación, el sector agrícola sigue teniendo una función importante en la cuenca del Mediterráneo tanto en el uso de la tierra como desde el punto de vista socioeconómico. Por lo tanto, evaluar los efectos de las prácticas actuales, en términos de conservación de los recursos y deficiencia de uso, podría ser útil para identificar las debilidades de esos sistemas y las medidas de corrección que permitirían mejorar la organización de las explotaciones y la sostenibilidad global de sus actividades. (Quarenta, 2006).

Los regadíos tradicionales en estas en estas zonas desfavorecidas pueden jugar un papel crucial en el mantenimiento de la población rural, puesto que permiten asegurar las producciones de los distintos cultivos con independencia de la pluviometría anual que condiciona las producciones de los secanos.

Algunas zonas de regadío de la cuenca del Ebro tienen problemas para garantizar el suministro de agua soportado tanto por aguas superficiales como apoyado por subterráneas. Esta situación se agrava en los meses de verano o en épocas de sequía (Figura 3), cuando se hace más difícil mantener los caudales ecológicos de los ríos y la presión extractiva de los mismos alcanza sus máximos. Para minimizar estas afecciones se plantean medidas enfocadas a la explotación coordinada con agua subterránea que sirvan de apoyo a las captaciones de agua superficial en los momentos de menor disponibilidad de recurso superficial. (Carceller, 2015).

Las captaciones de agua superficial en los regadíos tradicionales no siempre garantizan el suministro a las áreas de regadío en las temporadas de menor disponibilidad y mayor demanda. Los acuíferos disponen de una capacidad de regulación natural cuya inercia supera los ciclos climáticos, lo que permite su explotación en épocas de escasez de recurso superficial cuya reposición está

garantizada por los ciclos de recarga natural. En este sentido, la integración de las aguas subterráneas en la explotación del recurso hídrico aporta una mayor solidez al sistema. (Carceller, 2015)

1.2 El abandono de los campos

Durante las últimas cinco décadas, la literatura científica ha acuñado el término *tierras marginales* para hacer referencia a los espacios abandonados como consecuencia de su escaso valor productivo. El abandono del cultivo ha sido fruto de los cambios económicos sufridos por la Europa mediterránea en la segunda mitad del siglo XX, y de la dificultad de mecanización del cultivo en laderas de elevada pendiente. (Cerdà, 2003)

El concepto de tierra marginal se refiere a aquellas tierras de escasa fertilidad, lo que llevó, en sistemas socioeconómicos de autoabastecimiento, a su explotación como pastos, bosques, matorrales o incluso eriales. En la cuenca mediterránea, al menos la mitad de los suelos presentan limitaciones para el cultivo con las modernas técnicas agrícolas. Suelos poco potentes, pedregosos, escasos en nutrientes y situados en laderas muy pendientes explican estas circunstancias. (Cerdà, 2003)

El abandono de los cultivos determina que, a corto plazo, en los suelos se instalen condiciones favorables al desarrollo de altas tasas de erosión. Sin embargo, a largo plazo, la recuperación vegetal puede favorecer la reducción de las tasas de erosión, además de incorporar restos vegetales que propiciarán el aumento de la biota edáfica y con ello el desarrollo de los suelos. (Cerdà, 2003)

El abandono de las prácticas agrarias está dando lugar a una pérdida de diversidad paisajística. Allí donde había bosques, matorrales, prados de siega, prados de diente, barbecho, cereal, hortalizas, frutales, etc., dentro de unos años sólo quedará una cubierta de matorral y bosques, y en unas décadas sólo bosques. Esto también supone una tendencia hacia la pérdida de diversidad, en este caso cultural y paisajística, que debemos atajar y si es posible invertir. No debemos permitir que el paisaje diverso y rico de las montañas mediterráneas basado en un mosaico de usos y aprovechamientos diversos se convierta en un paisaje monótono y pobre a causa del abandono. Y todo ello no tiene por qué estar reñido con la conservación de suelos. (Cerdà, 2003)

1.2.1 Factores que influyen en los campos abandonados

1.2.1.1 Hidromorfología

Mediante pequeñas parcelas experimentales, se puede conocer la respuesta hidromorfológica de cada microambiente a las lluvias registradas durante un corto periodo de tiempo. Los resultados ponen de manifiesto que un cubrimiento vegetal denso, con estructura de matorral y estrato herbáceo debajo, da lugar a elevadas

tasas de infiltración y escasas pérdidas de suelo. Por el contrario, si la vegetación es poco densa y existen claros, el volumen de escorrentía es elevado y la concentración de sedimentos alta, produciéndose elevadas pérdidas de suelo. (Flaño, 1996)

1.2.1.2 Erosión

La desertificación puede actuar en suelos inclinados cuando el pastoreo intensivo sigue a la agricultura. Los animales de pastoreo consumen la vegetación que trata de establecerse sobre los campos abandonados, el suelo queda desprotegido y la erosión lo degrada rápidamente. El sistema se mueve hacia la desertificación si la productividad del suelo y la tolerancia a la erosión son baja, y las condiciones bioclimáticas no permiten una recuperación rápida de la vegetación.

1.2.1.3 Crecidas

Las respuestas del caudal frente a las precipitaciones varían mucho de unas cuencas a otras en función no solo de las características de los eventos lluviosos, sino también debido a la densidad de la cubierta vegetal, la profundidad y permeabilidad de los suelos, el tipo de sustrato rocoso y los rasgos de la topografía (Arnaez, 1999), especialmente la pendiente, por lo que si en la zona de cabecera la topografía tiene una inclinación bastante acusada y la cubierta vegetal es muy baja o inexistente cuando las precipitaciones son muy altas las crecidas son mayores debido a la cantidad de campos abandonados que hay, provocando una erosión de los suelos.

1.2.2 Sucesión natural de un campo abandonado

Si no se cultivaran estas zonas se daría una sucesión natural que podría tender al climax o que apareciesen los factores anteriormente citados lo que ocasionaría una pérdida importante de suelo y de la biodiversidad del lugar (Pineda et al., 2002)

La agricultura transforma la vegetación y el paisaje de la cuenca mediterránea desde hace al menos 7000 años. En principio fue itinerante y afectaba a espacios de reducidas dimensiones, pero el progresivo desarrollo de técnicas y herramientas eficaces para controlar el medio permitió ir incrementando la superficie agrícola. La ocupación de tierras para el establecimiento de pastos y cultivos fue avanzando paulatinamente hasta el siglo pasado. Sin embargo, la tendencia se ha invertido y, aunque algunos espacios están siendo sometidos a una fuerte intensificación agraria, en las últimas décadas predomina el abandono de tierras marginales, y se prevé que esta tendencia continuaría en los próximos decenios. (Abad, 2014)

El primer y principal efecto del abandono de tierras es el inicio de un proceso de colonización vegetal, que condiciona la ocupación del suelo, la estructura del paisaje, la biodiversidad, el régimen de incendios, la hidrología a diferentes escalas espaciales, la conservación del suelo, la estética y atractivo del paisaje y la oferta de pastos. (Abad, 2014)

La sucesión vegetal en campos abandonados constituye un proceso dinámico en el que la vegetación natural inicia la invasión de un dominio del que anteriormente fue desalojada por la utilización agrícola. Dicha evolución se escalona en una serie de etapas que llevan desde comunidades pioneras hacia otras más estratificadas y, en principio, pluri-estratificadas. De ahí, que inicialmente se instalen herbáceas para dejar paso después a los matorrales y a los árboles finalmente.

El proceso esquemático de la sucesión tras el abandono pasaría por las siguientes fases (Pineda et al., 2002):

Fase inicial: Cuando un terreno con clima mediterráneo deja de cultivarse, rápidamente aparecen especies pioneras que lo colonizan, la mayoría de corta vida o anuales.

Fase media: El desarrollo del suelo y la mayor retención de humedad permite la aparición de especies de mayor tamaño.

Fase de maduración: después aparecen diversas especies de matorrales, como las aliagas, entre las que irán creciendo especies como las carrascas. De las cuales comerán mamíferos de pequeño tamaño.

Por lo tanto dejando actuar a la naturaleza se llegaría a alcanzar un clímax en el cual se instalaría la vegetación que previamente hubiese en la zona, eso sí tardaría un tiempo superior debido a que la cubierta edáfica estaría más desgastada debido a que anteriormente el cultivo habría consumido el suelo.

1.3 Antecedentes

La Confederación Hidrográfica del Ebro ha participado recientemente en el proyecto spider-center que pretendía la realización de un estudio para contribuir a la mejora en la eficiencia del uso del agua en el regadío español a través del análisis de imágenes Landsat. Mediante el análisis de estas imágenes se pretendía describir la evolución de cultivos, identificar las superficies en regadío durante los años 2014 y 2015, y estimar sus consumos hídricos, utilizando conjuntamente series temporales de imágenes multispectrales adquiridas por satélites de observación de la tierra y la meteorología desde la red SIAR. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, 2016)

El proyecto pretendía ajustar el riego a aplicar a la demanda del cultivo y contribuyendo así con motivo de la Directiva Marco del Agua a responder a las demandas que las políticas europeas establecen en el uso del agua y en relación a la monitorización y control de las superficies regadas y los consumos hídricos originados. Para grandes superficies de regadío, casi a escala regional, el estudio presentaba buenos resultados pero para una cuenca pequeña, en ocasiones deficitarias y con regadíos tradicionales los resultados del proyecto podrían ser imprecisos.

Por ello, como modelo de zona con agricultura de regadío poco intensificada y con riesgo de abandono desde la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) se tenía interés en realizar un estudio en la cuenca del río Guadalopillo (Teruel) para comparar la ocupación de los cultivos en las parcelas de regadío tradicional, aguas arriba del embalse de Gallipuéen, y aguas abajo del embalse, donde los sistemas de regadío son algo más modernos. El presente TFG se enmarca por lo tanto con ese interés, analizando en la cuenca del Guadalopillo, los municipios de Molinos y Berge, por encima de Gallipuéen y Alcorisa y Foz-Calanda, por debajo del embalse.

Históricamente toda la zona de Berge había utilizado las aguas del Guadalopillo apoyado con riegos subterráneos para regar sus parcelas. La sobreexplotación de estos pozos y los menores caudales circulantes de la cuenca a lo largo de las últimas décadas ha provocado cambios en la distribución de los cultivos, aumentando los porcentajes de parcelas dedicadas a cultivos de secano como cebada, almendros y olivos. Berge cuenta con numerosos pozos de agua manantial, pero están al borde de que su desecado. Los cultivos que se utilizaban anteriormente eran maíz o alfalfa en su mayoría. La población (sobre todo la gente de avanzada edad) sigue realizando un regadío del campo mediante el uso de la técnica a manta. La zona más abandonada está en los lindes del río, donde la vegetación de ribera está invadiendo estos terrenos abandonados. Este comentario es extrapolable a toda la cuenca pero en la zona aguas arriba que es donde se localizan los municipios de Berge y Molinos la situación es mucho más acusada debido principalmente a la falta de agua, mientras que aguas abajo del embalse de Gallipuéen la situación se normaliza un poco debido a que tienen un abastecimiento de agua permanente en todo momento.

2. Objetivos

El TFG tiene como objetivo general comparar la distribución de los cultivos y las superficies que ocupan en el regadío tradicional y en el moderno en la Cuenca del río Guadalopillo.

Objetivos específicos:

- Conocer las infraestructuras que tienen en la zona para el regadío
- Estudiar el SIGPAC y comprobar los campos de regadío
- Delimitar las zonas de regadío tradicional y las dominadas por el embalse de Gallipuéen.
- Analizar la distribución de los cultivos en ambas zonas
- Comparar por procedimientos estadísticos las dimensiones de las parcelas ocupadas por los cultivos de regadío.
- Estudiar el abandono del regadío en la zona.
- Proponer propuestas para el aprovechamiento de la superficie abandonada.

3. Material y métodos

3.1 Área de estudio

3.1.1 El medio físico

Geográficamente el presente TFG se localiza en la cuenca del Guadalopillo la cual comprende los municipios de Molinos, Berge, Alcorisa y Foz-Calanda, entre las comarcas del bajo Aragón y maestrazgo, en la provincia de Teruel.

La población en la zona de cabecera del río (Molinos, Berge) es bastante baja (258 y 246, respectivamente) mientras que la población de Alcorisa (3.374) en la parte media del río es muy superior comparada con los demás municipios (Tabla 1).

La población en la parte superior del río está muy envejecida y tiene una pirámide poblacional invertida. (Figura 1)

Tabla 1: Población de los municipios de la cuenca del Guadalopillo. INE

Municipio	Población
Molinos	258
Berge	246
Alcorisa	3.374
Foz-Calanda	269

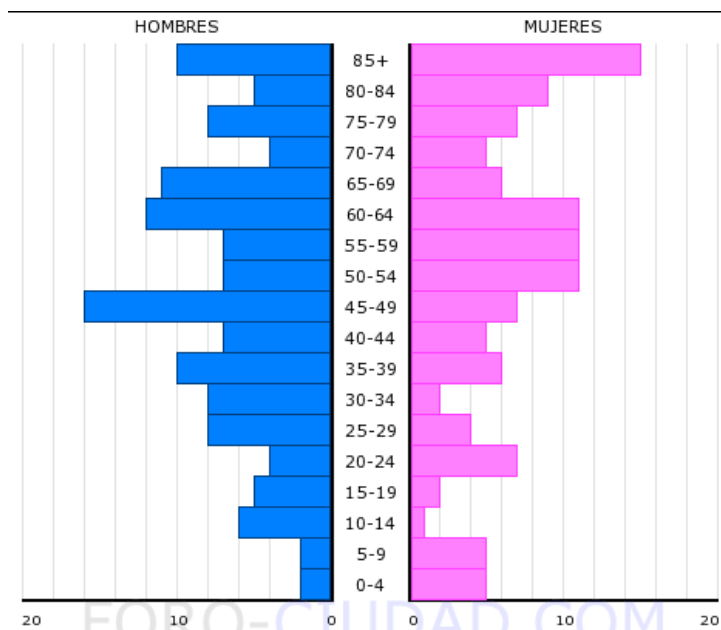


Figura 1: Pirámide poblacional del municipio de Molinos. INE

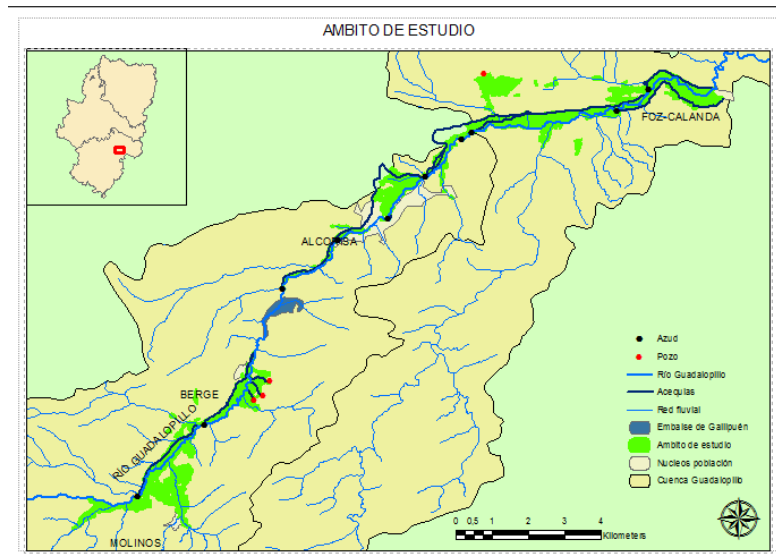


Figura 1: Ámbito de estudio

La geología del área de estudio viene determinada por dos zonas diferentes atravesadas por el río (Anexo 3, Mapa 1), siendo en la parte alta un amplio valle sinclinal en el que afloran materiales del Oligoceno, flanqueados a ambos lados por altiplanicies cretácicas, y en la parte baja del río la cuenca está constituida por un paisaje muy árido en materiales también del Oligoceno. (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2007)

El clima presenta un cierto matiz continental, dentro de sus características mediterráneas. Las temperaturas extremas y la escasez de precipitaciones inciden de forma negativa en el desarrollo agrícola de la zona. Su media de precipitaciones es muy baja: no supera en la zona más lluviosa los 650 mm de precipitaciones; las tierras situadas por debajo de los 600 metros de altura apenas reciben los 350 mm de precipitación media anual. A la escasez de lluvias se une la irregularidad de su distribución en los diferentes años y estaciones; así podemos encontrar períodos en los que las precipitaciones ni siquiera superan los 200 mm. El otoño, y en menor medida la primavera, es la estación que registra mayor cantidad de agua precipitada. Los años particularmente secos son numerosos, influyendo negativamente en los diferentes cultivos, en especial de secano. Por lo que respecta a las temperaturas anuales oscilan entre los 9° y los 15°C. Durante la época invernal las temperaturas oscilan entre los 5° y 3°C, mientras que en los meses de verano están entre los 25° y 22°C. (Gran enciclopedia Aragonesa, 2009). En el diagrama ombrotérmico de la Figura 3 se aprecia el marcado periodo seco estival, que coincide con la época de los máximos de necesidades hídricas de los cultivos.

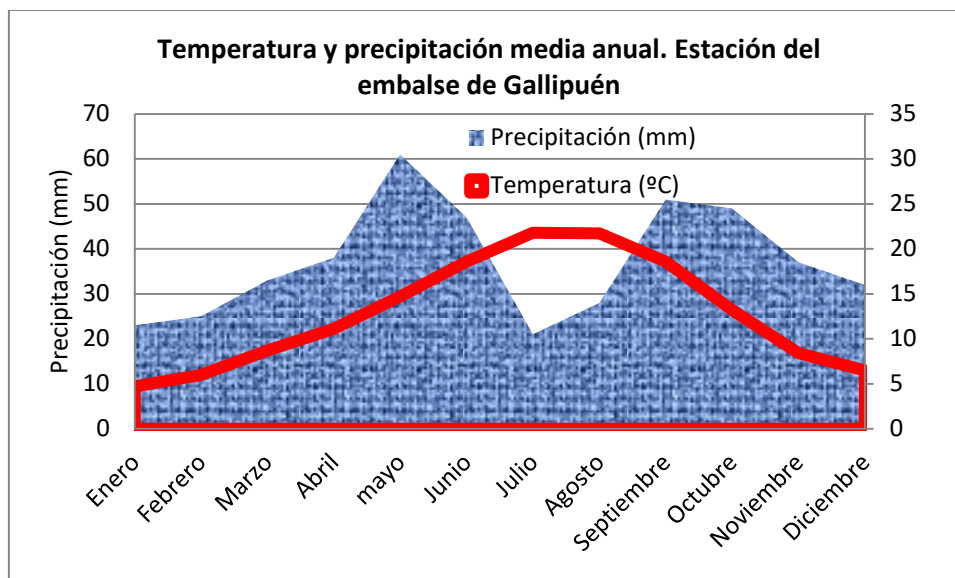


Figura 2: Diagrama ombrotermico de la estación de Alcorisa.

3.1.2 El río Guadalopillo

En el río Guadalopillo (Figura 4) a su paso por el municipio de Berge se recogen del orden de 6,6 hm³/año (1,48 l/s/km²), las aguas altas se localizan entre enero y junio, debido en parte al deshielo de la zona alta y a que la máxima cantidad de precipitaciones se localiza en esa época del año, de manera natural. La regulación del embalse de Gallipué, en el río Guadalopillo, provoca una importante alteración del régimen hidrológico del río, invirtiendo la tendencia. El régimen pasa de tener su agua alta entre enero y junio a producirse entre junio y septiembre debido a que aguas abajo del embalse es necesaria el agua para el regadío, en especial del melocotón con denominación de origen de Calanda, pero siempre se han de mantener los 30 l/s del caudal ecológico. (Confederación Hidrografica del Ebro, 2007)

Los principales vertidos al río son los procedentes de las poblaciones de Ejulve, Foz de Calanda, Molinos (las tres con depuración inadecuada), Alcorisa y Calanda (ambas disponen de una EDAR adecuada según la legislación vigente).

La vegetación que predomina a lo largo de toda la cuenca del río Guadalopillo, son zonas de la ribera, con abundante presencia de árboles y ramas caídas que modifican el cauce original del río. Estas zonas son predominantes respecto a las zonas en las que puntualmente se están realizando actuaciones de limpieza y restauración. (Confederación Hidrografica del Ebro, 2007)



Figura 3: Río Guadalopillo a su paso por Alcorisa

El embalse de Gallipuéen (Figura 5) se inauguró en el año 1927, es una presa de gravedad, que tiene una capacidad de 3,16 hm³, ocupa el término municipal de Alcorisa, cuando está al 100% de su capacidad abarca una superficie de 44 ha y es del río Guadalopillo. La presa alcanza una cota de coronación de 695,46 m y una cota de aliviadero de 695,46 m. (Confederación Hidrografica del Ebro, 2007)

El embalse se construyó para la mejora de la economía de los pueblos de la tierra, especialmente los propulsores de la idea, Alcorisa, Foz-Calanda y Calanda. Los usos de agua de este embalse son para el regadío de las zonas regables del Guadalopillo bajo que regaran unas 950 ha de riego.

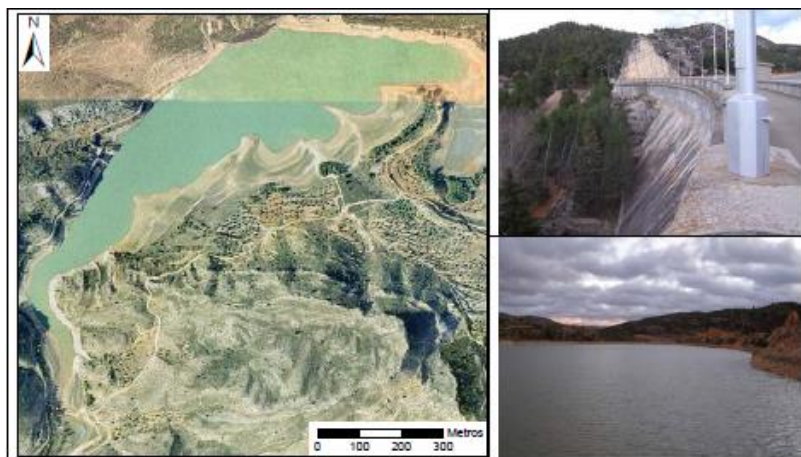


Figura 4: Embalse de Gallipuéen

Para apoyar a los regadíos tradicionales aguas arriba de Gallipué, en el área municipal de Berge el ayuntamiento de Alcorisa en coordinación con la Dirección General de Aragón tiene un pozo del cual pueden abastecerse y dar una seguridad a los agricultores en periodos de sequía por si el embalse de Gallipué no fuese suficiente.

Debido a la geología de la zona (Anexo 3, Mapa 1) sería muy difícil realizar un pozo para mejorar las prestaciones de los campos de regadío en la zona de aguas arriba del embalse debido a que habría que hacer un sondeo muy profundo para no afectar al agua superficial y llegar a los acuíferos regionales, lo que podría provocar una sobreexplotación del mismo y dejar sin agua en épocas de sequía.

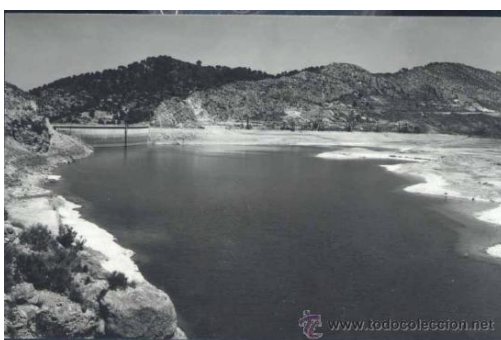


Figura 5: Embalse de Gallipué en periodo de sequía

3.2 Descripción del trabajo de campo

A lo largo de los meses de verano de 2016 comenzaron las salidas al campo con el fin de visitar in situ las parcelas de regadío. Se procedió a ir al campo con el vehículo propio Opel Kadett, lo cual resulto bastante complicado debido a que los caminos no estaban en las condiciones idóneas para conducir.

Previo a las salidas se había consultado la información del SIGPAC de las parcelas y se eligieron únicamente las que constaban en SIGPAC como regadío. En el campo se procedía a la introducción de datos gracias a la ayuda del ArcMap (Arc-Gis 10.1) como se puede observar en la Figura 7. La superficie que se verifico fue de 718,95 ha de campos en la totalidad de la cuenca: dividiéndose en dos tramos claramente diferenciados debido a que en la mitad se localiza el embalse de Gallipué, el cual era de un gran interés. En el primer tramo aguas arriba del embalse se localizaron 279,38 ha mientras que el segundo tramo aguas abajo del embalse fueron 439,57 ha.

En el campo se identificaba el tipo de cultivo que había en la parcela, si se regaba en algún momento o si estaba abandonado y/o si estaba sufriendo una sucesión natural.

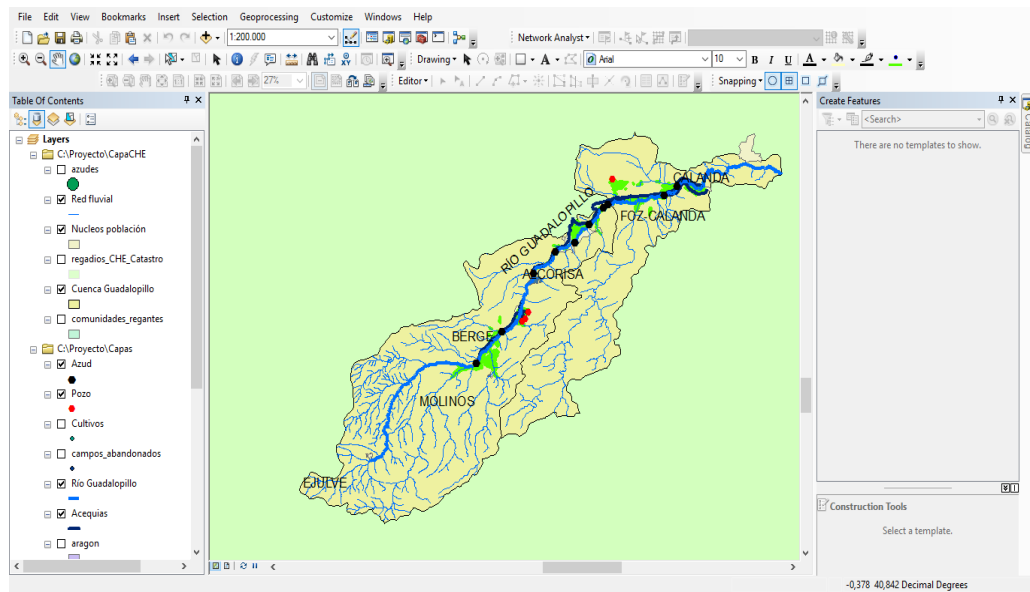


Figura 6: Ejemplo de la utilización del Arc-Gis para la obtención de datos

3.3. Descripción del trabajo de gabinete

Paralelamente a la realización del trabajo de campo se ejecutaba un trabajo de gabinete en el cual se analizaban los datos y se sacaban resultados con la opción que da Arc-Gis de exportar los datos de todas las parcelas, en las cuales interesaban los datos de superficie de cada parcela, el cultivo que se encontraba en el interior de cada parcela y la posición en la que estaban situados, a una hoja de cálculo Excel.

A través de la información contenida en el GIS-EBRO y lo observado en las visitas al campo, en Arc-Gis se incorporaron además del parcelario las distintas infraestructuras de regadío.

Con la ayuda del programa Excel se analizaran todas las parcelas que se han estudiado, con todo ello se procedió a sacar los porcentajes de abandono, los porcentajes de los distintos cultivos y más adelante se realizó el análisis estadístico.

3.4 Tratamiento de los datos y análisis estadístico

El tratamiento de los datos consistió fundamentalmente en la digitalización de estos, la preparación para el análisis estadístico y la confección de tablas y figuras. Para todas estas tareas se utilizó el programa Microsoft Excel.

También se solicitó información meteorológica de la estación “EM20 del embalse de Gallipuéñ” a la Confederación Hidrográfrica del Ebro mediante un escrito. El objetivo de esta solicitud fue obtener datos de precipitación y T^a media mensual durante el periodo en el que se realizó el seguimiento, para elaborar un diagrama ombrotérmico.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa IBM SPSS Statistics versión 22.0 (IBM Corp., 2013). Puesto que los datos no se ajustaron a distribuciones normales, se utilizaron en todos los casos pruebas no paramétricas:

- Para el análisis estadístico de la superficie de las parcelas de los distintos cultivos aguas arriba y aguas abajo del embalse. se calcularon las medias y las desviaciones estándar de las parcelas y se compararon mediante la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.
- Para el análisis estadístico de la superficie de las parcelas abandonada y cultivada aguas arriba y aguas abajo del embalse se calcularon las medias y las desviaciones estándar de las parcelas y también se compararon mediante la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes
- Para comparar las dimensiones de las parcelas de los distintos cultivos aguas arriba y aguas abajo del embalse se calcularon las medias y las desviaciones estándar de las parcelas y también se compararon mediante la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes. Cuando los resultados eran significativos se realizó como test de separación de medias la prueba pos-hoc de Bonferroni.

4. Resultados y discusión

4.1. Infraestructuras del regadío en la cuenca del Guadalopillo

A continuación se muestran las infraestructuras necesarias en la cuenca para que se puedan realizar actividades relacionadas con la agricultura de regadío. En las cuales se pueden destacar:

- Acequias
- Pozos
- Azudes
- El embalse de Gallipuéen

El sistema de acequias tanto aguas arriba como aguas abajo está muy bien conservado con un recubrimiento de hormigón en todo momento y sin ningún tipo de pérdidas de agua en filtraciones o fugas. Como es lógico todas las acequias salen de un azud los cuales se encuentran en un perfecto estado de conservación tanto aguas arriba como aguas abajo. Como se puede observar en la tabla 2 aguas abajo del embalse la longitud de las acequias es mucho mayor y en consecuencia también la superficie regada es mayor.

Todas estas infraestructuras son totalmente necesarias si no sería imposible realizar las actividades, la infraestructura más importante aguas arriba son los pozos debido a que es prácticamente la única que tienen de regar ya que por el río en los meses estivales circula muy poca cantidad de agua, mientras que aguas abajo del embalse es más importante el sistema de acequias debido a que tienen la oportunidad de tener agua todo el año.

Tabla 2: Longitud de las acequias haciendo una comparación entre aguas arriba y aguas abajo también se compara la superficie regada.

	Aguas arriba	Aguas abajo
Longitud de las acequias (m)	7561,99	23743,67
Superficie regada (ha)	39,34	324,32

4.2 Distribución de los cultivos de regadío

Los cultivos observados en los regadíos del río Guadalopillo son los típicos de la cuenca del Mediterráneo en los que destacan la alfalfa, los almendros, el cereal de invierno, los huertos para uso recreativo, el maíz, los melocotoneros y los olivos.

4.2.1 Análisis general

Los cultivos que mayoritariamente se implantan son los cereales de invierno (cebada y trigo) (44,43%) y los olivos (32,66%), se trata de cultivos típicos de secano que se les aplica una cantidad de agua para mejorar sus rendimientos productivos, como se puede ver en la Figura (8). Esto da idea de que no estamos ante unos regadíos muy productivos e innovadores, sino que más bien la agricultura que se realiza en la zona es puramente tradicional, adaptando tanto los regadíos tradicionales como los modernos a los cultivos que ya se daban en la zona. Otros como la alfalfa, los almendros o los melocotones son cultivos de carácter secundario (por ejemplo, la alfalfa suele ser complementaria de la ganadería para dar sustento al ganado), por último se tiene un conjunto de parcelas denominadas sin cultivar en las que no se puede cultivar nada debido a que es roca desnuda, son pequeñas parcelas que en el SIGPAC salen como campos cultivados pero son pequeños errores que se han cometido a la hora de cartografiar las parcelas.

Un ejemplo sería el del trigo. La producción media de trigo en secano oscila entre 2.800 y 3.000 kg/ha dependiendo de la localidad y año y en los mejores años se puede llegar a 4.000 kg/ha. En años excepcionales como los de la campaña 2013 en algunos lugares se produjeron medias de unos 7.000 kg mientras que la producción media de trigo en regadío es de 6.500 kg/ha, dependiendo de la localidad y año, considerando que en los años buenos se puede llegar a 9.500 kg/ha, si bien la producción depende mucho del tipo de riego. (Lloveras, 2015)

Tabla 3: Superficie ocupada por los distintos cultivos en toda la cuenca del Rio Guadalopillo en la que se ofrecen los resultados también en porcentajes.

Cultivo	Superficie(ha)	%
Alfalfa	74,28	12,57
Almendros	9,92	1,67
Cereal de invierno	271,97	46,03
Huertos	17,45	2,95
Maíz	1,62	0,27
Melocotones	15,7	2,65
Olivos	199,9	33,83
Total	590,84	100

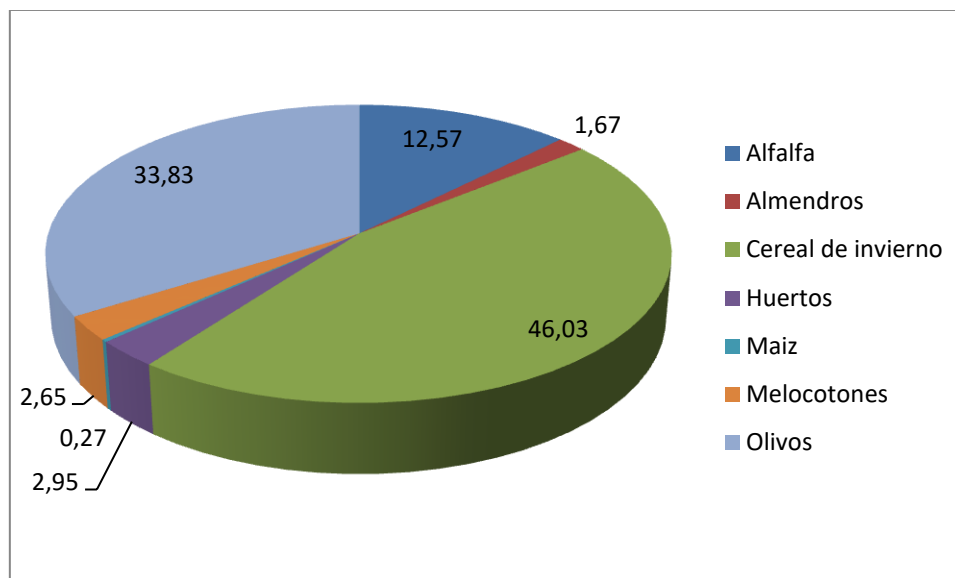


Figura 7: Superficie ocupada por cada cultivo en toda la cuenca.

4.2.2 Aguas arriba del embalse de Gallipué

Los resultados obtenidos han indicado que los cultivos prioritarios son el cereal de invierno con el 53,86% de la superficie seguida de los olivos con el 39,36% de la superficie, los demás cultivos son prácticamente residuales como la alfalfa con el 1,58% de la superficie estudiada o de ámbito recreativos como los huertos con un 2,07% de la superficie (Figura 9).

Estos resultados son debidos a que la mayoría de la gente que vive en esta zona no vive del campo y lo tiene como segunda renta.

Tabla 4: Superficie ocupada por los distintos cultivo aguas arriba del embalse de Gallipué en la que se ofrecen los resultados también en porcentajes.

Cultivo	Superficie(ha)	%
Alfalfa	3,2	1,58
Almendros	3,36	1,66
Cereal de invierno	108,77	53,86
Huertos	4,18	2,07
Maíz	0,78	0,38
Melocotones	2,16	1,06
Olivos	79,48	39,36
Total	201,93	100

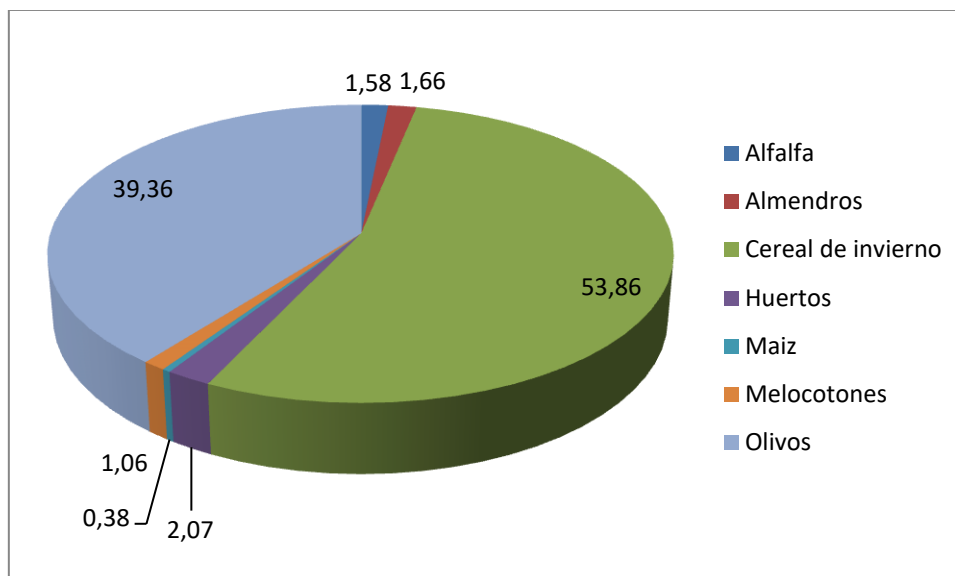


Figura 8: Superficie ocupada por cada cultivo aguas arriba del embalse de Gallipué.

4.2.3 Aguas abajo del embalse de Gallipué

Los resultados obtenidos aguas abajo han indicado que el cultivo prioritario sigue siendo el cereal de invierno con un 41,96% de la superficie seguido de los olivos con un 30,96% en este caso también hay mucha superficie ocupada con el 18,27% de la superficie ocupada, la superficie de huertos es superior que arriba debido a que la población de Alcorisa es mucho más abundante que en los municipios de Berge y Molinos por lo que hay más gente que tiene el huerto como uso recreativo. (Figura 10)

Tabla 5: Superficie ocupada por los distintos cultivo aguas abajo del embalse de Gallipué en la que se ofrecen los resultados también en porcentajes.

Cultivo	Superficie(ha)	%
Alfalfa	71,08	18,27
Almendros	6,56	1,68
Cereal de invierno	163,2	41,96
Huertos	13,27	3,41
Maíz	0,84	0,21
Melocotones	13,54	3,48
Olivos	120,42	30,96
Total	388,91	100

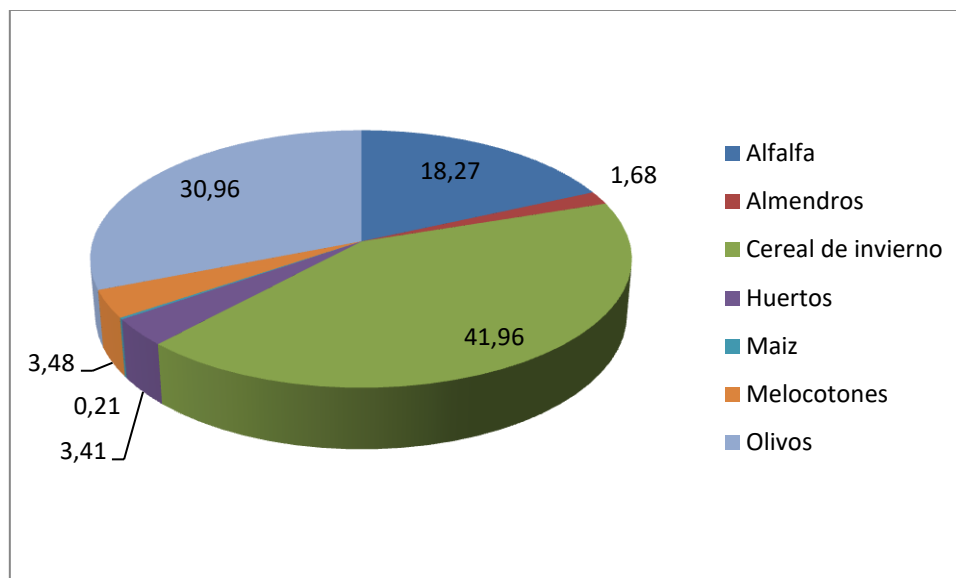


Figura 9: Superficie ocupada por cada cultivo aguas abajo del embalse de Gallipué.

4.3 Distribución de las parcelas abandonadas

4.3.1 Análisis general

El análisis general de toda la cuenca nos indica que la superficie que está abandonada es del 13,48% de la superficie como se puede observar en la tabla 6. La mayoría de parcelas que están abandonadas se sitúan en los lindes del Río Guadalopillo y muchas de ellas ya han sido colonizadas por la vegetación de ribera. Por otro lado la superficie que se encuentra sin cultivar que es la que está sobre roca desnuda y el SIGPAC la ha añadido como superficie cultivada y ha cometido un fallo es de 15,6 ha.

La superficie total de los campos estudiados ha sido de 718,95 ha, dividiéndose en 279,38 ha aguas arriba y 439,57 ha aguas abajo.

Tabla 6: Distribución de la superficie de las parcelas en toda la cuenca en las que se diferencian la superficie total, la superficie que se encuentra abandonada, la que está sin abandonar y la que está sin cultivar que son parcelas que nunca han estado cultivadas.

Superficie total (ha)	718,95
Superficie abandonada (ha)	96,91
Superficie sin abandonar (ha)	606,44
Superficie sin cultivar (ha)	15,6
% abandonado	13,48

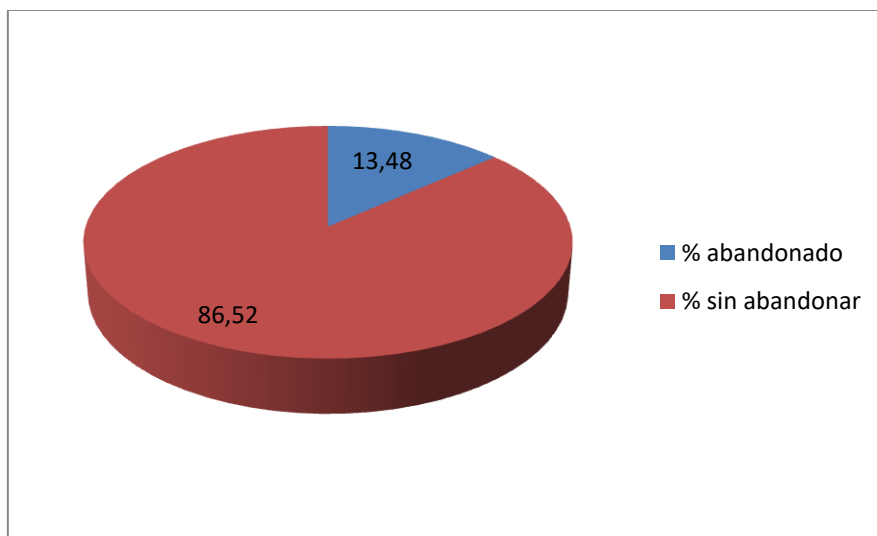


Figura 10: Superficie abandonada frente a superficie sin abandonar en toda la cuenca.

4.3.2 Aguas arriba del embalse de Gallipué

Aguas arriba del embalse la situación es mucho más acusada como se puede observar en la tabla 7 debido a que de 279,38 ha estudiadas 73,2 están abandonadas, es decir el 26%, esto puede ser debido a la despoblación rural y que la población que hay es de una edad avanzada y no pueden trabajar los campos como antes. Al tener este tipo de población, la gente emplea el campo de una forma recreativa de la cual no viven pero se mantienen con tareas que pueden realizar. La superficie sin cultivar aguas arriba es de 4,25 ha.

Tabla 7: Distribución de la superficie de las parcelas aguas arriba del embalse de Gallipué en las que se diferencian la superficie total, la superficie que se encuentra abandonada, la que está sin abandonar y la que está sin cultivar que son parcelas que nunca han estado cultivadas.

Superficie total (ha)	279,38
Superficie abandonada (ha)	73,2
Superficie sin abandonar (ha)	201,93
Superficie sin cultivar (ha)	4,25
% abandonado	26,20

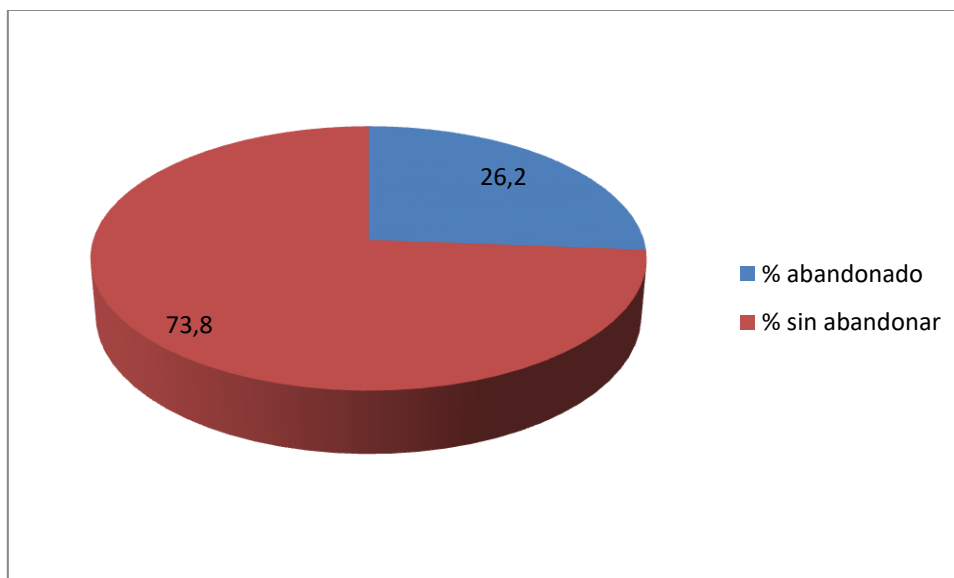


Figura 11: Superficie abandonada en comparación a la que está sin abandonar aguas arriba del embalse de Gallipué

4.3.3 Aguas abajo del embalse de Gallipué

Aguas abajo del embalse la superficie abandonada es mucho menor, solamente del 5,52% que en gran medida eran parcelas situadas en el linde del río y no podían ser aprovechadas. Estas diferencias entre los abandonos se debe en gran medida a que el embalse de Gallipué asegura agua durante todo el año y los rendimientos productivos son altos todos los años. En este caso la superficie sin cultivar es de 11,35 ha. (Tabla 8)

Tabla 8: Distribución de la superficie de las parcelas aguas abajo del embalse de Gallipué en las que se diferencian la superficie total, la superficie que se encuentra abandonada, la que está sin abandonar y la que está sin cultivar que son parcelas que nunca han estado cultivadas.

Superficie total (ha)	439,57
Superficie abandonada (ha)	23,71
Superficie sin abandonar (ha)	404,51
Superficie sin cultivar (ha)	11,35
% abandonada	5,52

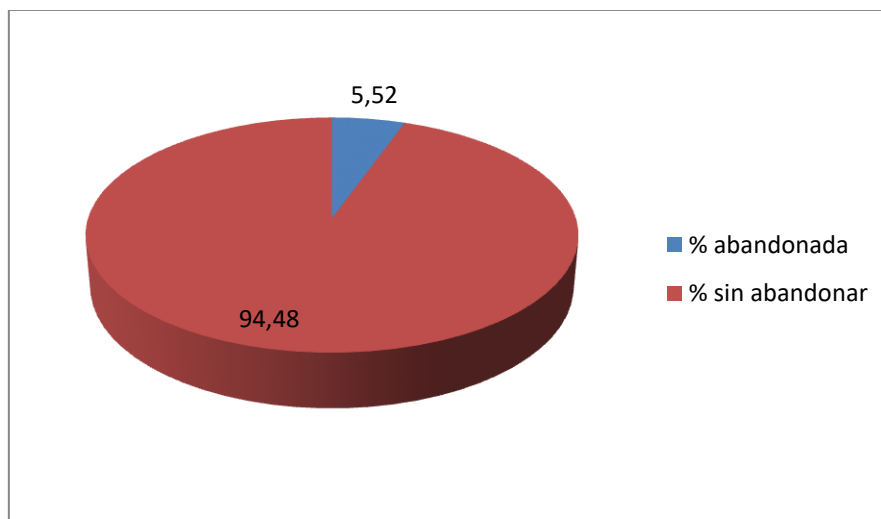


Figura 12: Superficie abandonada en comparación con la que está sin abandonar aguas abajo del embalse de Gallipuéen.

4.4 Distribución de las parcelas de regadío

4.4.1 Análisis general

Como se ha comentado anteriormente para tener un regadío necesitamos un sistema de acequias (Tabla 2) bien estructurado en las que hay una clara diferencia entre la parte de aguas abajo del embalse donde la longitud de la acequias es de 23743,67 metros, la cual es muy superior a la parte de aguas arriba (7561,99 metros), dando un total de 31.305,66 metros, por lo que solo con estas estadísticas se puede deducir que la parte superior de la cuenca tendrá muchas menos hectáreas de regadío que la parte baja como se ha deducido anteriormente. El sistema de acequias está muy bien conservado, tanto aguas arriba como aguas abajo, con un hormigonado en buen estado, en la parte superior las acequias solo tienen uso cuando el caudal no baja del caudal ecológico que impone la CHE (30 l/s) mientras que aguas abajo el río tiene asegurado su caudal ecológico en los meses de verano y los agricultores tienen también asegurado una cantidad de agua para sus explotaciones.

En cuanto a los cultivos que se encuentran en la zona, los que más alto porcentaje de regado tienen son la alfalfa (92,41%), melocotones (94,31%) y usos recreativos como los huertos (90,37%). En términos generales de las 703,35 ha solo 590,45 ha están cultivadas debido a que 15,6 ha están sin cultivar y 96,91 ha están abandonadas, por lo que un 60,61% son las parcelas que se riegan en toda la cuenca, ya que 232,72 ha no se riegan mientras que 358,12 ha son regadas, los cultivos que menor porcentaje de superficie regada tienen son los olivos (51,91%) y el cereal de invierno (54,25%), debido a que son cultivos tradicionalmente de secano pero en algunos casos se le añade agua para mejorar sus rendimientos productivos, por lo que la mayoría de superficie no regada pertenece bien al cereal de invierno (124,4 ha) o bien a los olivos (96,12 ha), por otro lado también son los cultivos que más superficie

tiene regada 147, 57 ha y 103, 78 ha respectivamente aunque la alfalfa en este caso también tiene una gran importancia con 68,64 ha (Tabla 9).

Tabla 9: Distribución de las parcelas cultivadas en la totalidad de la cuenca en la cual se pueden diferenciar los diferentes tipos de cultivos y la superficie total, la que no se riega, la que se riega y el porcentaje de regadío que tiene cada cultivo.

Cultivo	Superficie(ha)	Superficie no regada (ha)	Superficie regada(ha)	% regada
Alfalfa	74,28	5,64	68,64	92,40
Almendros	9,92	4	5,92	59,67
Cereal de invierno	271,97	124,4	147,57	54,25
Huertos	17,45	1,68	15,77	90,37
Maíz	1,62	0	1,62	100
Melocotones	15,7	0,88	14,82	94,39
Olivos	199,9	96,12	103,78	51,91
Total	590,84	232,72	358,12	60,61

4.4.2 Aguas arriba del embalse de Gallipué

El regadío aguas arriba del pantano es residual, el porcentaje de la superficie agraria útil que se riega es muy bajo (19,05%) siendo el olivo el cultivo el que menor porcentaje tiene (4,72%), lo que nos indicará que el regadío en esta zona es puramente recreativo en el caso de los huertos (principalmente cereal de invierno situado en la vega del río en zonas inundables en periodos de crecidas) (Tabla 10). Recordemos que en esta zona en el SIGPAC están catalogadas como regadío 279,93 ha, de estas solo 201,93 se cultivan y de estas según nuestros resultados solamente se riegan 39,07 ha, es decir no llega al 20% lo regado sobre lo cultivado.

Tabla 10: Distribución de las parcelas cultivadas aguas arriba del embalse de Gallipué en la cual se pueden diferenciar los diferentes tipos de cultivos y la superficie total, la que no se riega, la que se riega y el porcentaje de regadío que tiene cada cultivo.

Cultivo	Superficie(ha)	Superficie no regada (ha)	Superficie regada(ha)	% regada
Alfalfa	3,2	0	3,2	100
Almendros	3,36	2,26	1,1	32,73
Cereal de invierno	108,77	82,39	26,38	24,25
Huertos	4,18	1,68	2,5	59,80
Maíz	0,78	0	0,78	100
Melocotones	2,16	0,8	1,36	62,96
Olivos	79,48	75,73	3,75	4,71
Total	201,93	162,86	39,07	19,34

4.4.3 Aguas abajo del embalse de Gallipué

La zona perteneciente aguas abajo del embalse tiene un regadío mucho más definido con un porcentaje mucho más alto de regado total (79,98%), también se observa que hay cultivos tienen el 100% de la superficie regada como los huertos, maíz y casi los melocotones (99,41%) (Tabla 11). Aguas abajo del embalse el SIGPAC cataloga como regadío 439,57 ha, de las cuales se cultivan realmente 388,91 de estas según nuestros resultados se riegan 391,05 ha, es decir el 82% de lo cultivado. La garantía del agua embalsada permite alcanzar estos porcentajes comparado con los regadíos tradicionales aguas arriba.

Debemos comentar también que pese a tratarse de unos regadíos más modernos las especies cultivadas no difieren de las reseñadas aguas arriba del embalse.

Tabla 11: Distribución de las parcelas cultivadas aguas arriba del embalse de Gallipué en la cual se pueden diferenciar los diferentes tipos de cultivos y la superficie total, la que no se riega, la que se riega y el porcentaje de regadío que tiene cada cultivo.

Cultivo	Superficie(ha)	Superficie no regada (ha)	Superficie regada(ha)	% regada
Alfalfa	71,08	5,64	65,44	92,06
Almendros	6,56	1,74	4,82	73,47
Cereal de invierno	163,2	42,01	121,19	74,25
Huertos	13,27	0	13,27	100
Maíz	0,84	0	0,84	100
Melocotones	13,54	0,08	13,46	99,45
Olivos	120,42	20,39	100,03	83,06
Total	388,91	69,86	319,05	82,03

4.5 Dimensión de las parcelas estudiadas

Para comparar las dimensiones de todas las parcelas aguas arriba y aguas abajo del embalse de Gallipué se calcularon las medias y las desviaciones estándar de las parcelas como muestra la tabla 12 a través de la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes. Se puede observar que la mayoría de los cultivos tienen diferentes dimensiones de parcela aguas arriba y aguas abajo excepto las parcelas sin cultivar, melocotoneros y los almendros. Se observaron parcelas más grandes en los regadíos tradicionales para los cultivos de alfalfa, cereal de invierno y maíz, y más pequeños en los huertos y en el olivar. Esto puede ser debido a que aguas arriba los campos suelen ser más pequeños que arriba debido a que es una zona más montañosa y se trata de la zona alta del río exceptuando los campos abandonados que son más grandes en la zona de arriba que a la de abajo esto puede ser debido a que la mayor parte de la población que vive en la parte de arriba no viva del campo y prefiera superficies pequeñas para tener el campo como entretenimiento y segunda renta.

Tabla 12: Comparación de las superficies medias de todas las parcelas aguas arriba y aguas debajo de la presa de Gallipué. Prueba U de Mann-Whitney. Si $p < 0,05$ existen diferencias significativas. Significancia de las parcelas comparando aguas arriba y aguas abajo.

Cultivo	Media Desvsta Arriba	Media Desvsta Abajo	P-valor
Alfalfa	2136,12 \pm 1391,39	1822,49 \pm 2405,11	0.045
Almendro	2402,20 \pm 2144,81	3126,35 \pm 3621,64	0.516
Campo abandonado	3055,23 \pm 3678,82	1131,19 \pm 1104,25	0.000
Cereal de invierno	3055,23 \pm 3678,82	2796,95 \pm 5895,88	0.000
Huertos	431,41 \pm 453,31	709,62 \pm 785,57	0.000
Maíz	1564,45 \pm 776,63	524,40 \pm 718,12	0.006
Melocotones	1351,17 \pm 715,54	2020,78 \pm 1603,93	0.140
Olivos	2032,97 \pm 2410,87	2313,95 \pm 2388,11	0.000
Sin cultivar	1037,29 \pm 858,22	1366,93 \pm 1981,59	0.930

Para comparar las dimensiones de las parcelas cultivadas y abandonadas aguas arriba y aguas abajo del embalse de Gallipué se calcularon las medias y las desviaciones estándar de las parcelas. La distribución de los campos abandonados es distinta (Tabla 13) gracias a la Prueba U de Mann-Whitney, a los que están cultivados debido a que arriba los campos abandonados contra más grandes son más se abandonan mientras que abajo se abandonan los que están al lado del río y son campos más pequeños porque son menos rentables.

Tabla 13: Comparación de las superficies medias de las parcelas cultivadas y las abandonadas aguas arriba y aguas debajo de la presa de Gallipué. Prueba U de Mann-Whitney. Si $p < 0,05$ existen diferencias significativas. Significancia de las parcelas comparando aguas arriba y aguas abajo.

	Media Desvsta	Media Desvsta	P-valor
Abandonado vs cultivado arriba	3055,23 \pm 3678,82	2255,19 \pm 2946,99	0.000
Abandonado vs cultivado abajo	1131,19 \pm 1104,26	2188,73 \pm 3997,61	0.000

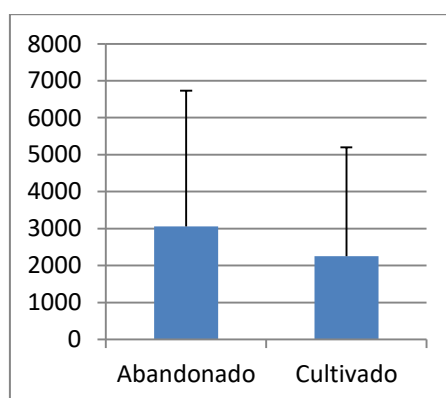


Figura 13: Comparación de la superficie de las parcelas aguas arriba del embalse de Gallipué.

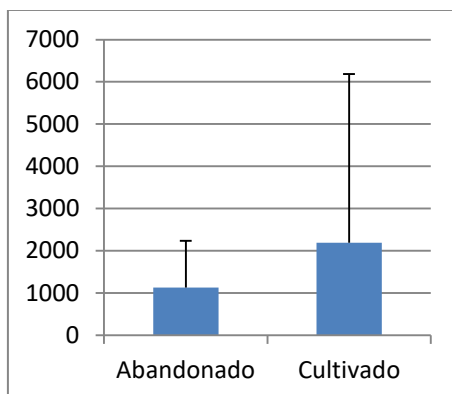


Figura 14: Comparación de la superficie de las parcelas aguas abajo del embalse de Gallipué.

Finalmente para comparar las dimensiones de las parcelas de los distintos cultivos aguas arriba del embalse de Gallipué se calcularon las medias, las desviaciones estándar, el número de muestras, el máximo y el mínimo. A través de la prueba de Kruskal-Wallis en la cual el P-Valor daba 0.000 y con la ayuda de la prueba de Bonferroni se pueden sacar similitudes en cuanto a la superficie que ocupa cada parcela de tipo de cultivo. Por un lado se tendrían los huertos como claramente las parcelas más pequeñas, y después un conjunto de cultivos en los que prácticamente solo destacarían por sus parcelas más grandes los cereales de invierno (Figura 16)

En esta prueba se ha eliminado el Maíz debido a que había poco número de muestras (5) y no daba un dato significativo. (Tabla 14)

Tabla 14: Medidas de los distintos cultivos aguas arriba en la que se muestra la media, la desviación estándar, el número de muestras, el máximo y el mínimo.

Cultivo	Media	Desvsta	Muestras	Max	Min
Alfalfa	2136,12	1391,39	15	5710,66	392,12
Almendros	2402,20	2184,05	14	8704,21	267,17
Cereal de invierno	3055,23	3678,82	356	39061,94	98,73
Melocotoneros	1351,17	715,55	16	3351,39	516,08
Olivos	2032,97	2410,87	391	22692,64	41,98
Sin cultivar	1037,29	858,23	41	3262,32	97,84
Maíz	1564,45	776,63	5	2435,60	809,21
Huertos	431,41	453,31	96	2970,08	45,59

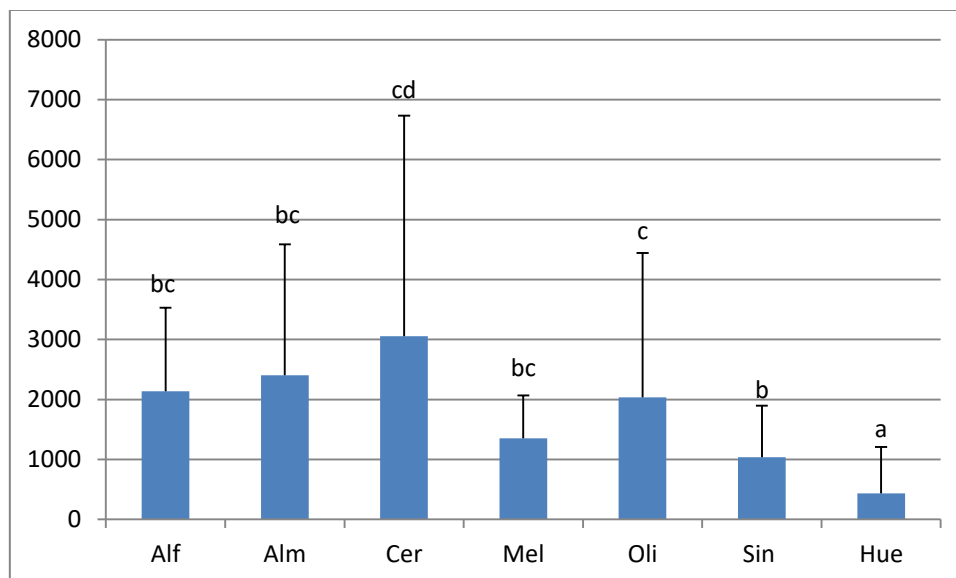


Figura 15: Distribución de los cultivos aguas arriba del embalse.

Para comparar las dimensiones de las parcelas cultivadas aguas abajo del embalse de Gallipuéen se calcularon las medias las desviaciones estándar, el número de muestras, el máximo y el mínimo. de las parcelas. A través de la prueba de Kruskal-Wallis en la cual el P-Valor daba 0.000 y con la ayuda de la prueba de Bonferroni se pueden sacar similitudes en cuanto a la superficie que ocupa cada tipo de cultivo. Por un lado se tendría un claro grupo de cultivos de dimensiones reducidas (huertos, sin cultivar y maíz), y por otro lado olivos, almendros y cereal de invierno como los que ocupan las parcelas regadas más grandes. (Figura 17)

Tabla 15: Medidas de los distintos cultivos aguas abajo en la que se muestra la media, la desviación estándar, el número de muestras, el máximo y el mínimo.

Cultivo	Media	Desvsta	Muestras	Max	Min
Alfalfa	1822,49	2405,11	391	28415,41	130,65
Almendro	3126,34	3621,65	21	17812,40	531,64
Cereal de invierno	2796,95	5895,89	566	104154,26	184,62
Melocotonero	2020,78	1603,93	67	7800,38	229,60
Olivo	2313,95	2388,12	517	22593,45	100,02
Sin cultivar	1366,93	1981,59	83	9941,21	20,00
Maíz	524,40	718,12	16	2833,52	53,74
Huertos	709,62	785,57	187	7791,89	69,76

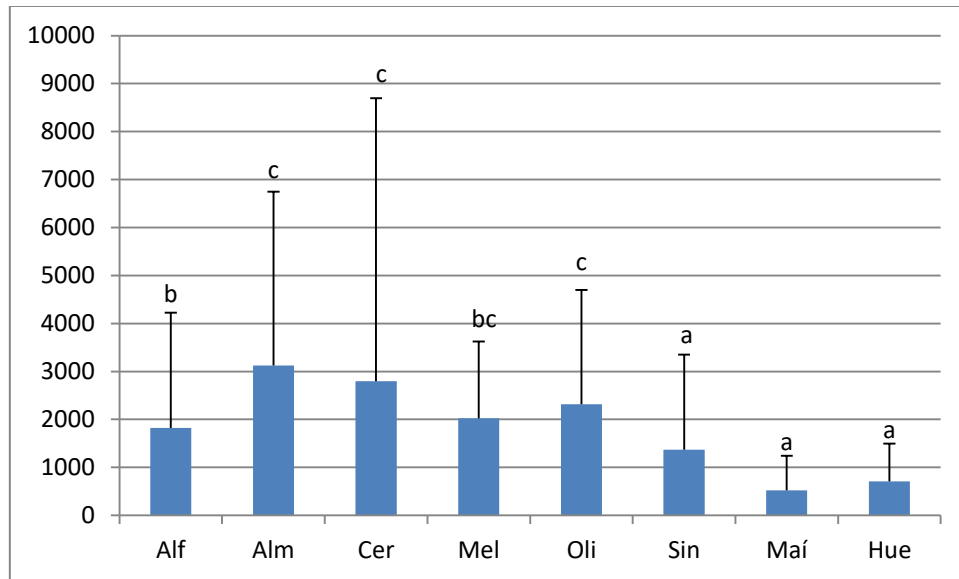


Figura 16: Distribución de los cultivos aguas abajo del embalse.

5. Conclusiones

Los regadíos tradicionales de la cuenca del río Guadalopillo aguas arriba del embalse de Gallipuéñ y los más modernos aguas abajo del embalse han presentado notables diferencias en cuanto a los siguientes parámetros:

- La red de acequias de distribución de las aguas superficiales aguas abajo del embalse es más de 3 veces mayor, esto posibilita que el área total regada gracias al pantano de Gallipuéñ sea 8 veces mayor (39 ha vs. 324 ha).
- Los cultivos implantados no difieren en las especies y muy poco en su distribución, en su mayoría se trata de cereales de invierno y olivos, lo cual denota unos regadíos en ambas zonas nada intensificados y poco innovadores.
- La superficie agraria de regadío abandonada aguas arriba del embalse es del 26%, mientras que aguas abajo del embalse solo alcanza el 5%.
- Almendros, cereales de invierno y olivos, cultivos típicos de secano se riegan aguas arriba como mucho en el 30% de las has cultivadas (olivos solo en el 4%) mientras que aguas abajo se riegan por encima del 70% de las superficies cultivadas.
- Respecto a las dimensiones de las parcelas fueron más grandes en los regadíos tradicionales para los cultivos de alfalfa, cereal de invierno y maíz, y más pequeños en los huertos y en el olivar.
- El abandono en el regadío tradicional se da en las parcelas más grandes y en el regadío más moderno en las más pequeñas.

6. Propuestas de actuación

6.1. Reforestar con ayuda de la PAC

Se entiende por forestación o reforestación el proceso de establecimiento de una masa arbórea en terrenos donde no existió nunca o ha estado ausente durante un cierto tiempo, como por ejemplo, por actividades agrarias. (Consejería de agricultura,pesca y desarrollo rural, 2014) (Consejería de agricultura,pesca y desarrollo rural, 2014)

En este sentido, la forestación de tierras agrarias ofrece interesantes oportunidades para restaurar paisajes forestales en áreas económicamente poco rentables, abandonadas o que han llegado a degradarse, como resultado del abandono o éxodo rural que ha tenido lugar en zonas rurales durante la segunda mitad del siglo XX. (Consejería de agricultura,pesca y desarrollo rural, 2014) (Consejería de agricultura,pesca y desarrollo rural, 2014)

A partir de la política Agrícola Común (PAC) se está subvencionando la transformación de terrenos agrícolas en forestales. Esta medida pretende paliar tanto los procesos erosivos, como el despoblamiento del mundo rural, manteniendo el empleo y proporcionando una renta alternativa a la retirada de tierras de la producción agraria.

Con esta práctica se conseguiría aplicar una agricultura menos extensiva, promover una actividad más respetuosa con el medio ambiente y tener una mayor calidad de los productos, habría un rejuvenecimiento de la población activa agraria, preservación del medio ambiente, generar puestos de trabajo estables y a largo plazo los recursos forestales comunitarios se incrementarían junto con una gestión del espacio natural más adecuado.

Como ejemplo de comunidad pionera tenemos Andalucía, la cual lleva realizando esta práctica de los años 90 junto con las comunidades de Castilla-la Mancha y Castilla-León en la cual se han repoblado 685.000 hectáreas. Todas ellas han sido repobladas por encinas, alcornoque, acebuche, algarrobo, pino carrasco, pino piñonero, almez, nogal, cerezo y sabina.

Este ejemplo se podría extrapolar a nuestra zona de estudio debido a que las características climáticas y geológicas son similares, aunque a menor escala.

6.2. Repoblar con maderas nobles

Una propuesta a nivel particular de cada parcela de superficie agraria útil sería la plantación de maderas nobles como pueden ser las encinas. Con ello desde el punto de vista ambiental evitaríamos la erosión y obtendríamos un sumidero de CO₂ y desde el punto de vista socio-económico se mantendría la población debido a que habría que mantener los árboles en buen estado y al cabo de una serie de años se cortarían y se venderían obteniendo un valor añadido muy alto.

6.3. Restructurar los campos de cultivo

Otra propuesta para aprovechar de manera más eficiente el agua y asegurar el cultivo y por tanto tener garantías de cosechar todos los años sería cambiar los cultivos tradicionales que gastan mucha agua por cultivos de secano en régimen deficitario para evitar enfermedades y asegurar la calidad del producto (Figura 18), como por ejemplo sustituir la alfalfa que gasta como máximo 6882 m³/ha/año por el almendro que tiene un máximo de 3859 m³/ha/año; todo esto hablando de riego por goteo.

Etc., Necesidad hídrica y dotaciones para distintos percentiles y para cada cultivo y comarca										
Comarca	Cultivo	Percentil 80 %				Percentil 50 %		Percentil 90 %		
		ETc	Necesidad hídrica	Dotación con aspersión	Dotación con goteo	ETc	NHn	ETc	NHn	
		m ³ /ha/año				m ³ /ha/año				
MAS DE LAS MATAS	Alfalfa	7060	5850	7800	6882	6580	4840	7330	62	
MAS DE LAS MATAS	Almendro	7440	6160	8213	7247	6910	4950	7740	66	
MAS DE LAS MATAS	Almendro (RD)	4570	3280	4373	3859	4260	2380	4740	37	
MAS DE LAS MATAS	Cebada	4770	3250	4333	3824	4420	2550	4990	38	
MAS DE LAS MATAS	Maiz grano	5890	4800	6400	5647	5470	3900	6130	51	
MAS DE LAS MATAS	Melocotonero (media estación)	6950	5670	7560	6671	6460	4560	7210	61	
MAS DE LAS MATAS	Melocotonero (media estación)	5980	4750	6333	5588	5560	3750	6210	51	
MAS DE LAS MATAS	Olivar	5550	3520	4693	4141	5160	2250	5790	39	
MAS DE LAS MATAS	Patata (media estación)	6390	5360	7147	6306	5960	4400	6610	57	
MAS DE LAS MATAS	Trigo	5040	3760	5013	4424	4660	2920	5230	42	

Figura 17: Necesidades hídricas y dotaciones para distintos cultivos Fuente: CHE

6.4. Agricultura y ganadería de gran calidad

Se propone que mediante los recursos que hay en la zona se pudiese explotar una agricultura y una ganadería de gran calidad como por ejemplo sería un aceite de excelentísima calidad proporcionada por los olivos de la zona o sustituyendo los campos abandonados por pastos y situando ternasco en un ámbito semi extensivo con denominación de origen ternasco de Aragón. Con todo ello se proporcionaría un empleo estable para la zona con recursos económicos y mantendría a la población joven e incluso aumentaría de población.

6.5. Encina trufera

En la Península, la trufa negra se encuentra en climas de transición entre el atlántico y el mediterráneo. En cualquier caso, este hongo hipogeo se adapta a una cierta carencia de agua durante el verano, pero con la seguridad de que ésta sea cubierta bien con tormentas de verano bien con aportes de riego, además de huir de zonas encharcadas y excesivamente calurosas y secas. (Quintana, 2007)

La rentabilidad de una plantación está en función de la producción obtenida y del precio de venta del producto. La producción fluctúa entre los 5-10 kg. en secano y los 25-30 kg. en regadío. Se plantea un supuesto de partida: una plantación de una Ha. con una densidad de plantación de 250 árboles, con aplicación de agua de riego y 35 años de vida útil. Las primeras trufas se recogen a los 9 años de plantación hasta alcanzar a los 15 años la plena producción, con los siguientes rendimientos: 10 Kg/Ha del 9-14 año y 30 Kg/Ha a partir del año 15. El precio medio de venta de la trufa se cifra en 250 €/Kg. (Quintana, 2007)

7. Bibliografía

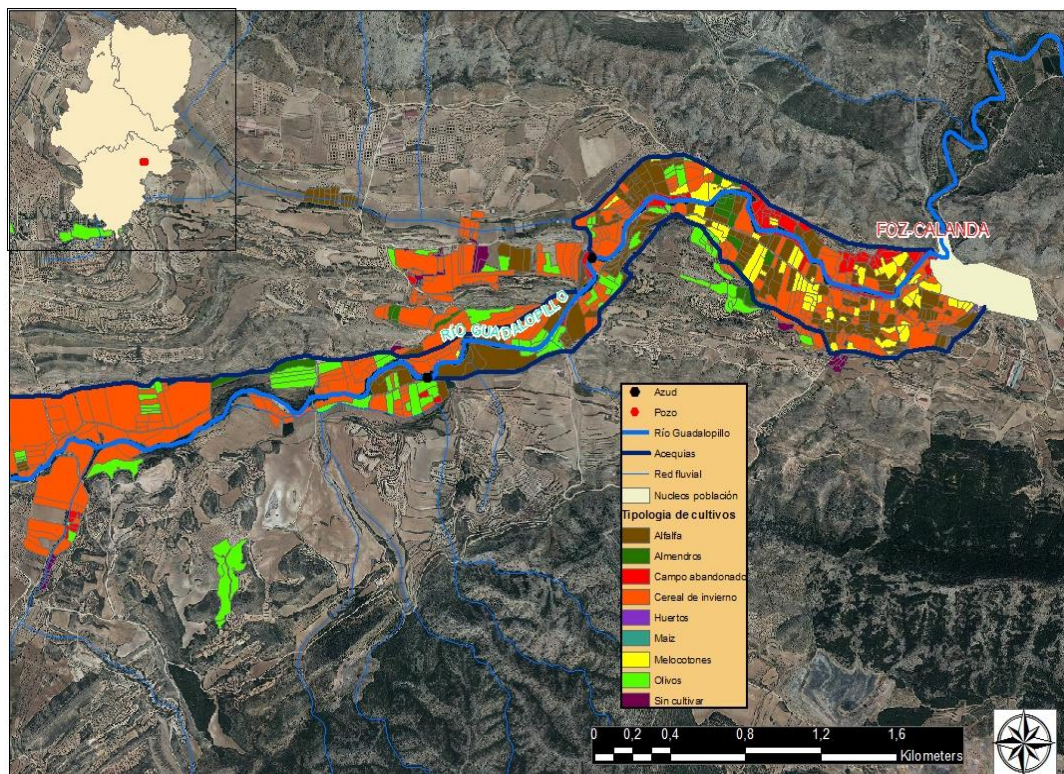
- Abad, M. E. (2014). *Cambios en la cubierta vegetal de campos abandonados en función de los modelos de campos en Cameros viejo (Sistema Ibérico)*. Zaragoza: Instituto pirenaico de ecología.
- Arnaez, J. (1999). Factores en la generación de crecidas en una cuenca de campos abandonados, Pirineo central español. *Cuadernos instituto geográfica*, 7-24.
- Carceller, T. (2015). *Plan hidrológico del Ebro 2015-2021*.
- Cerdà, A. (2003). *Tierras marginales, abandono del campo y erosión*. Valencia: Mètode.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. (2007). *Plan hidrológico de los ríos Guadalupe y Regallo*.
- Consejería de agricultura, pesca y desarrollo rural. (2014). *Programa de forestación de tierras agrarias en Andalucía*. Granada: Junta de Andalucía.
- Flaño, P. R. (1996). *Comportamiento hidromórfológico de los microambientes de campos abandonados con lluvias intensas: Experiencias en el valle de Aisa (Pirineo aragonés)*. A coruña: Sociedad Española de Geomorfología.
- Gran enciclopedia Aragonesa. (12 de 18 de 2009). Comarca del bajo Aragón. *El periódico de aragón*.
- Lloveras, J. (2015). Costes de producción de cultivos extensivos en secano y en regadío. *Vida rural*, 38-47.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2016). *INNOVACIÓN EN EL REGADÍO*.
- Quarenta, G. (2006). *Land Care In Desertification Affected Areas*. Lucinda.
- Quintana, A. (2007). Establecimiento y rentabilidad de una plantación trufera. *Sustrai*, 56-58.

8. Anexos

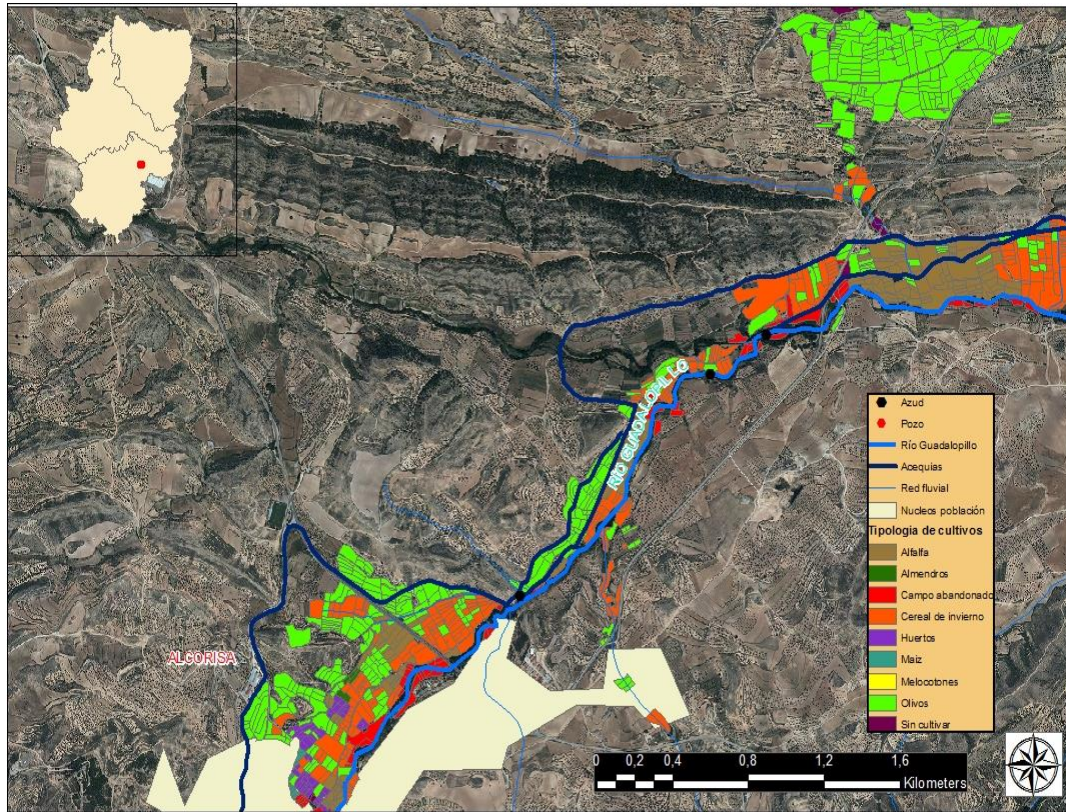
Anexo 1: Mapas de la distribución de los cultivos.

Los mapas obtenidos tras el proceso de fotointerpretación y digitalización son los siguientes:

- Mapa 1: Distribución de los cultivos Alcorisa-Foz-Calanda.
- Mapa 2: Distribución de los cultivos Alcorisa-Foz-Calanda.
- Mapa 3: Distribución de los cultivos Gallipuéen-Alcorisa.
- Mapa 4: Distribución de los cultivos Berge-Gallipuéen.
- Mapa 5: Distribución de los cultivos Molinos-Berge.



Mapa 1: Distribución de los cultivos Alcorisa-Foz-Calanda.



Mapa 2: Distribución de los cultivos Alcorisa-Foz-Calanda.

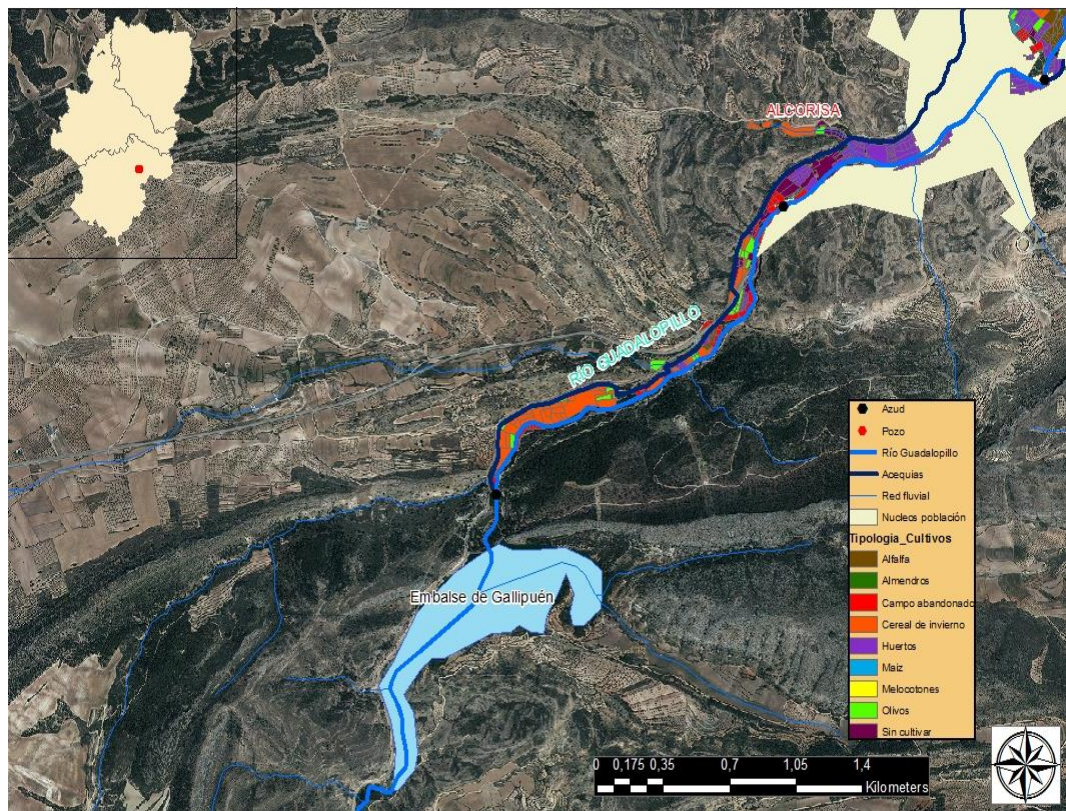
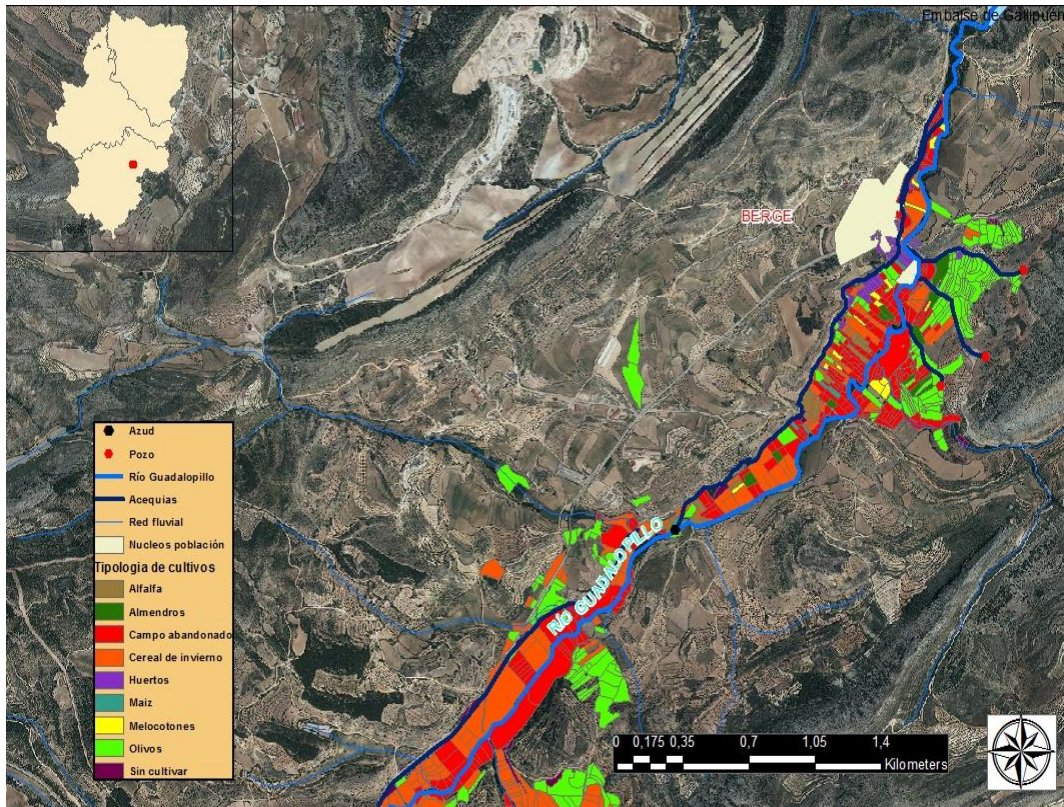
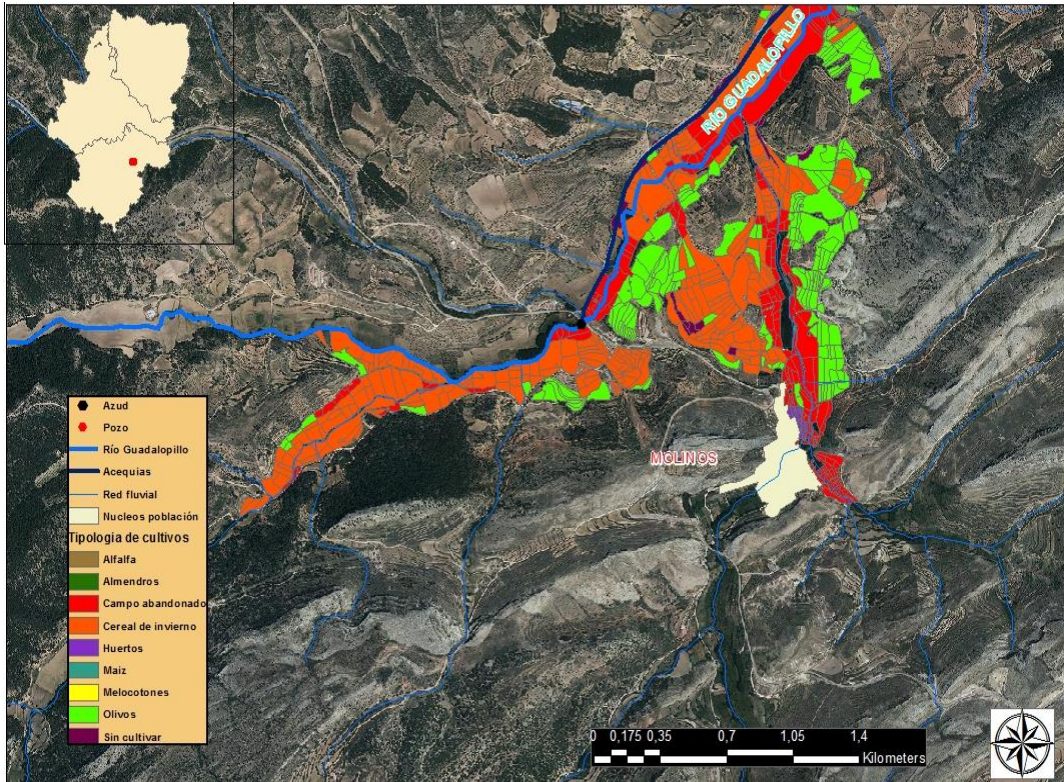


Ilustración 18• Mapa 3: Distribución de los cultivos Gallipuéen-Alcorisa.



Mapa 4: Distribución de los cultivos Berge-Gallipué.

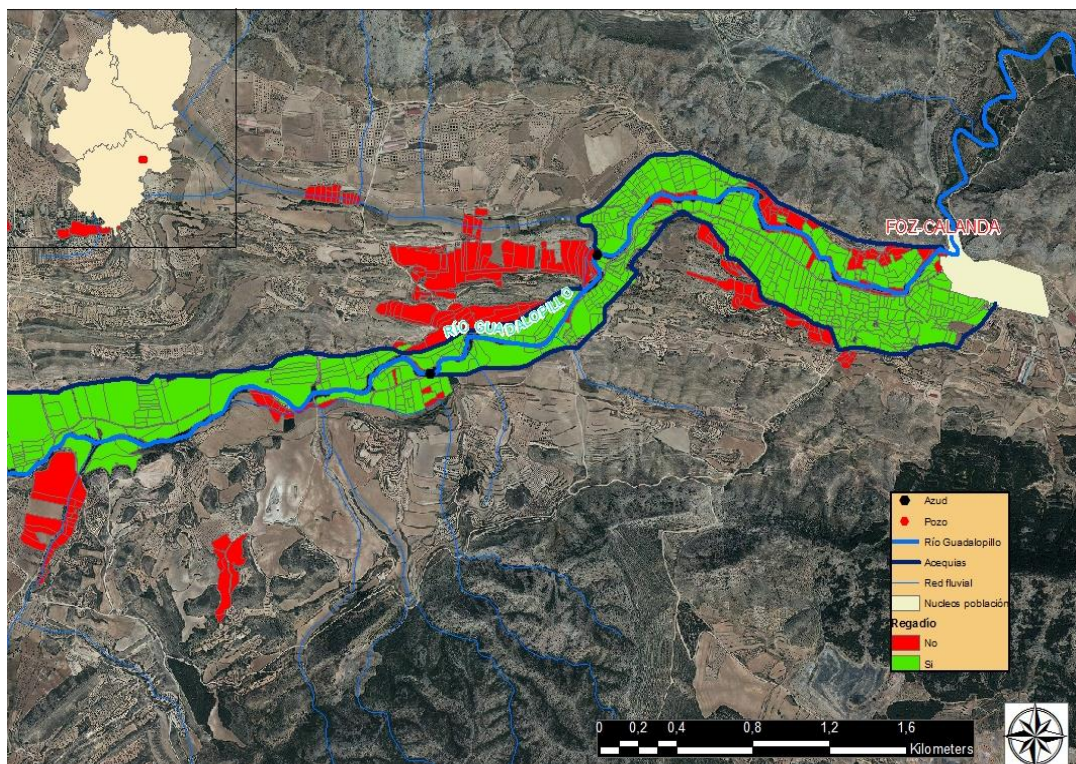


Mapa 5: Distribución de los cultivos Molinos-Berge.

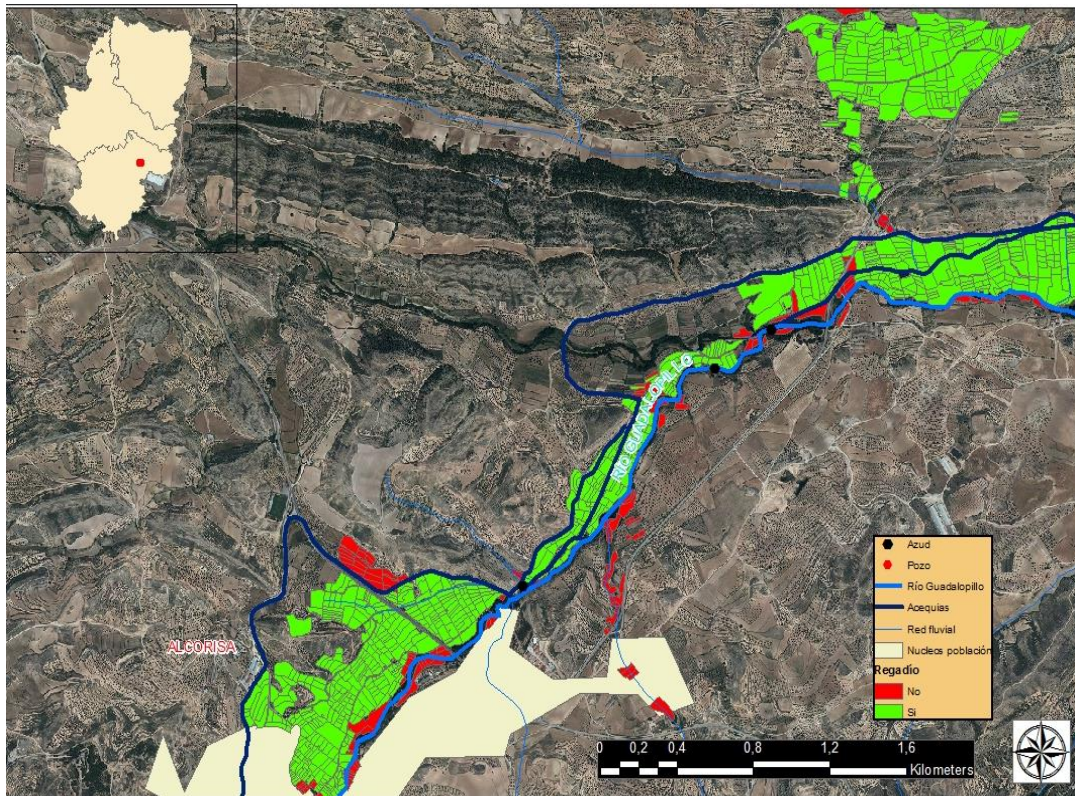
Anexo 2: Mapas de regadío

Los mapas obtenidos tras el proceso de fotointerpretación y digitalización son los siguientes:

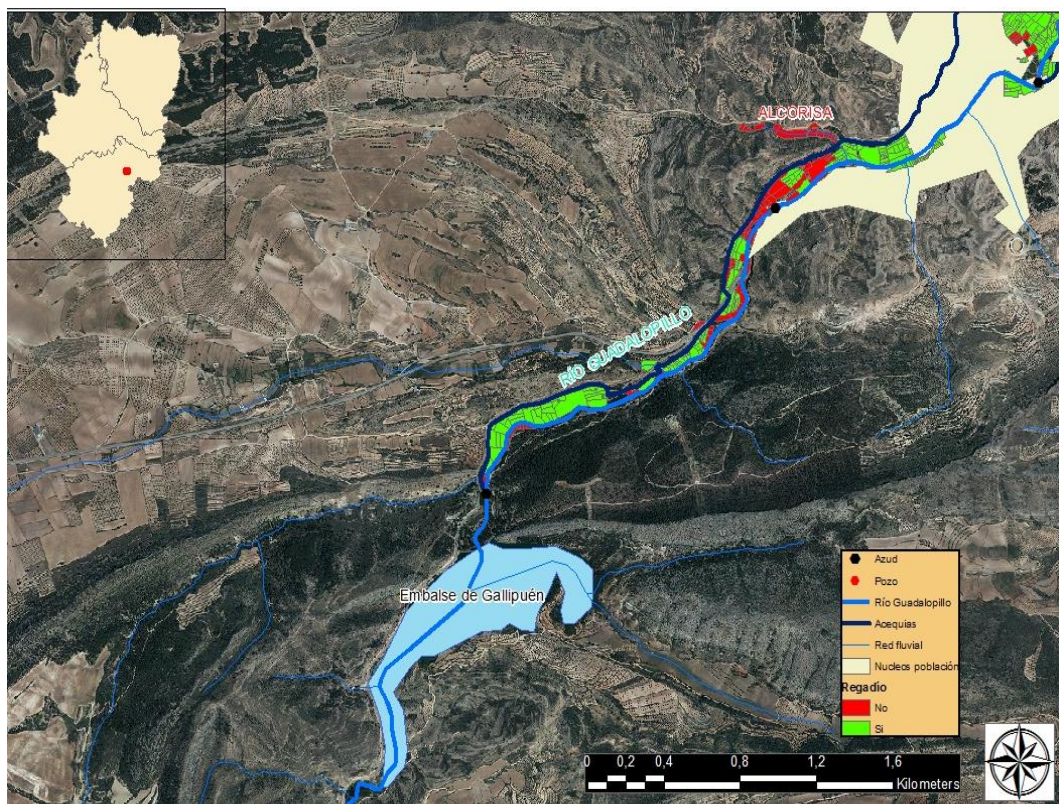
- Mapa 1: Distribución del regadío Alcorisa-Foz-Calanda.
- Mapa 2: Distribución del regadío Alcorisa-Foz-Calanda.
- Mapa 3: Distribución del regadío Gallipuéen-Alcorisa.
- Mapa 4: Distribución del regadío Berge-Gallipuéen.
- Mapa 5: Distribución del regadío Molinos-Berge.



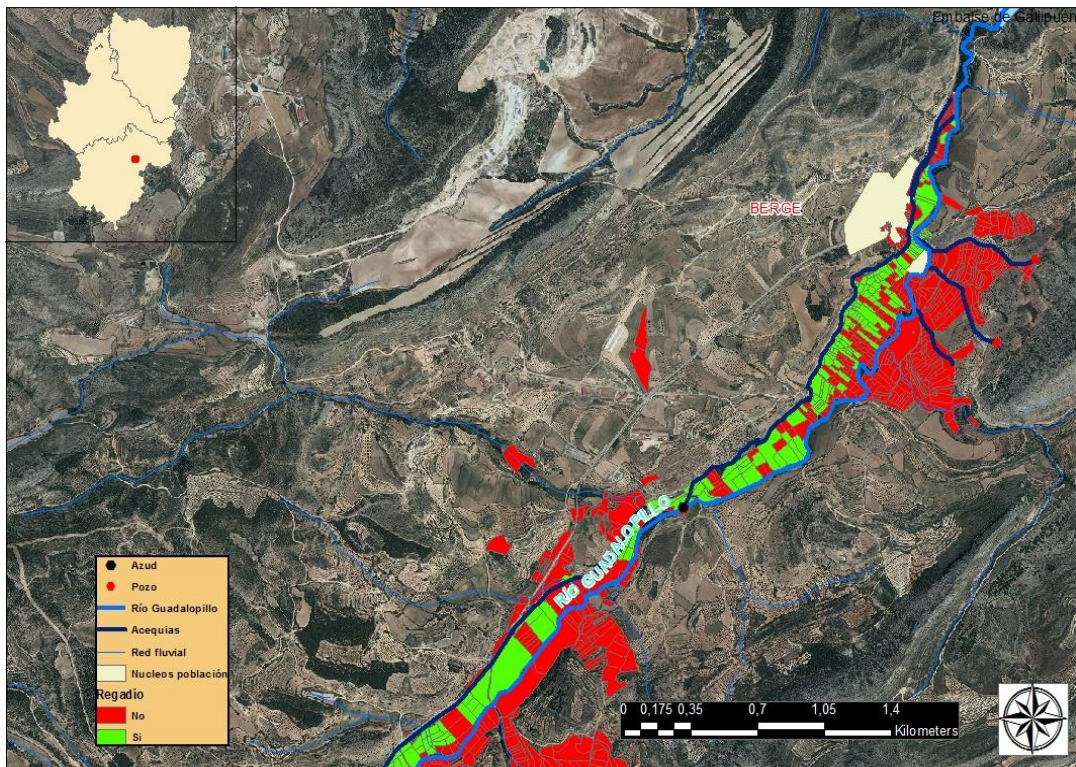
Mapa 1: Distribución del regadío Alcorisa-Foz-Calanda



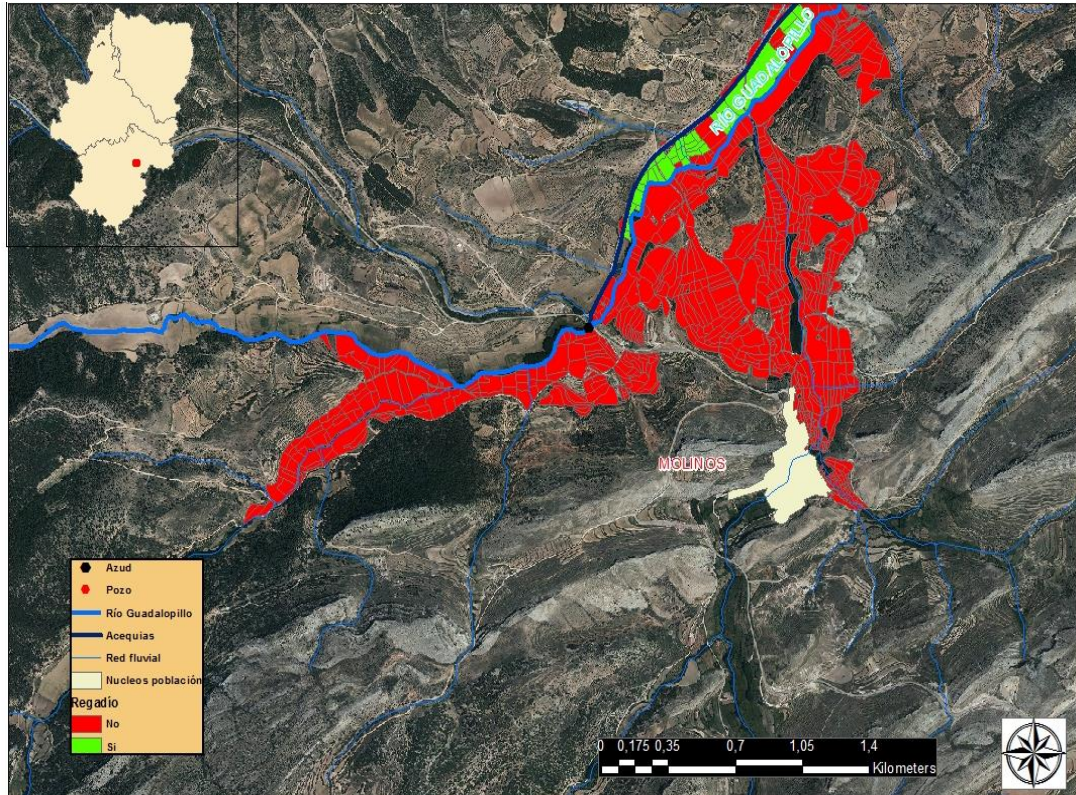
Mapa 2: Distribución del regadío Alcorisa-Foz-Calanda.



Mapa 3: Distribución del regadío Gallipuéen-Alcorisa.



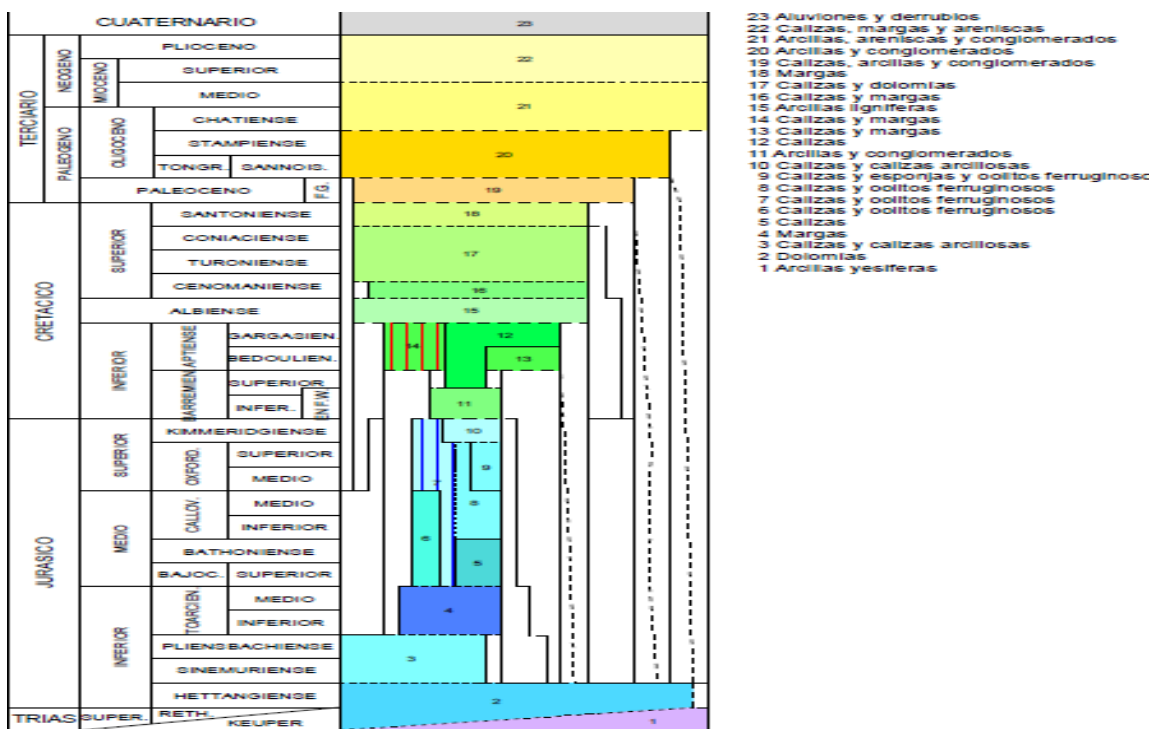
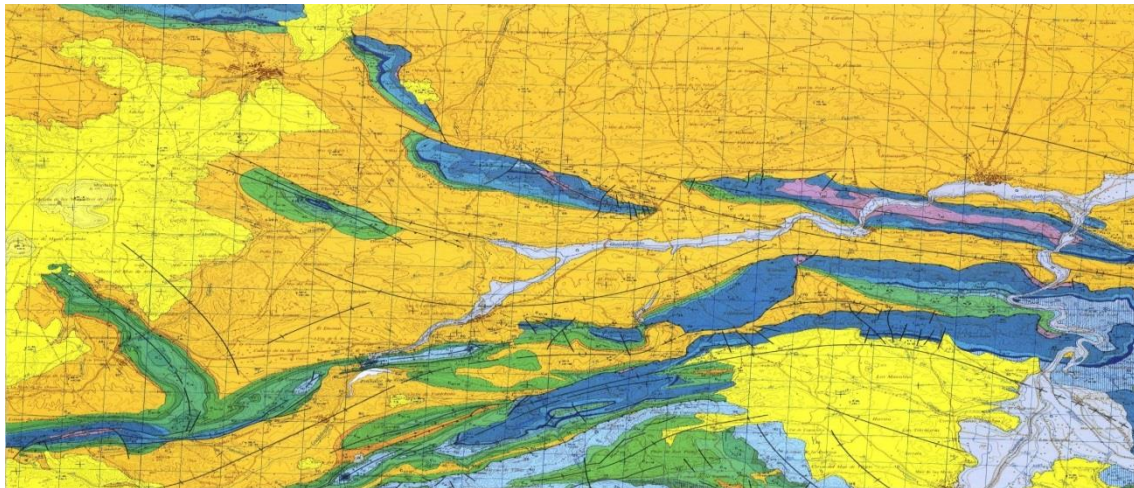
Mapa 4: Distribución del regadío Berge-Gallipué.



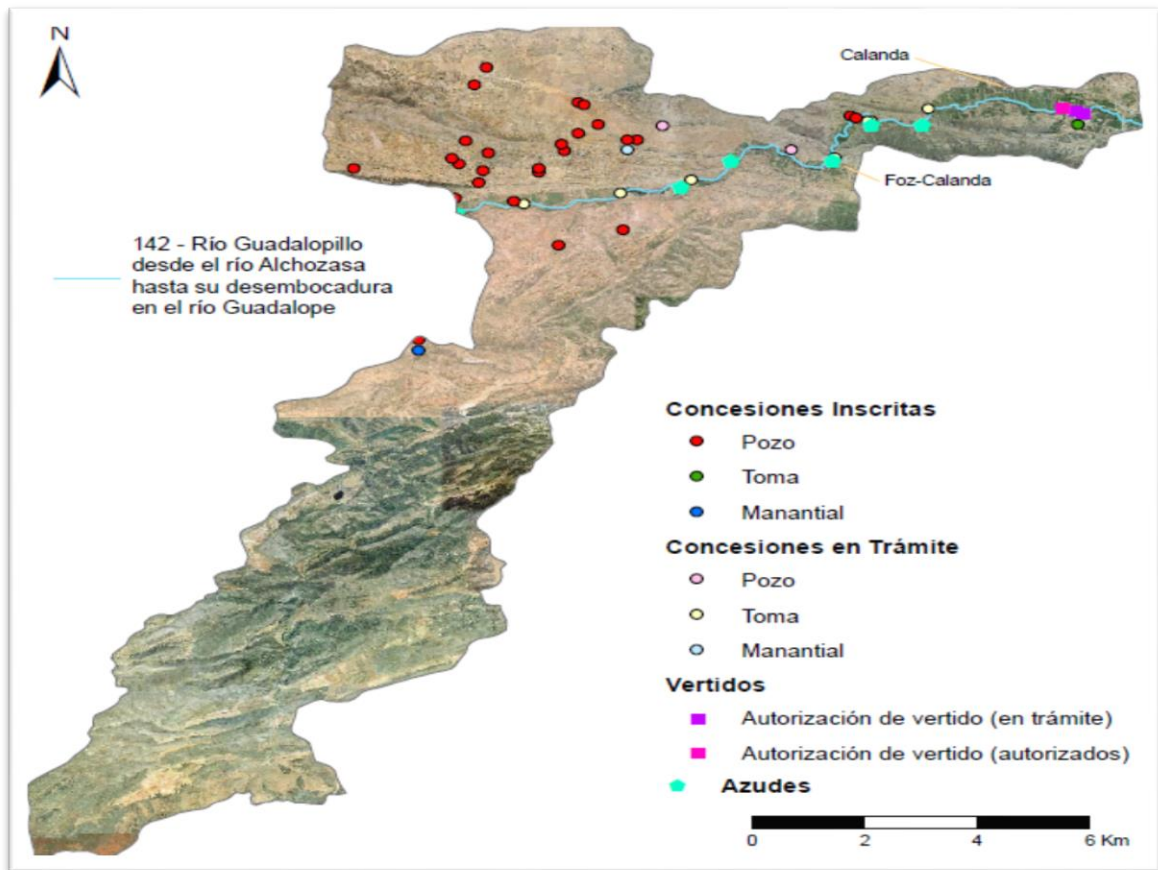
Mapa 5: Distribución del regadío Molinos-Berge.

Anexo 3: Mapas proporcionados por la CHE

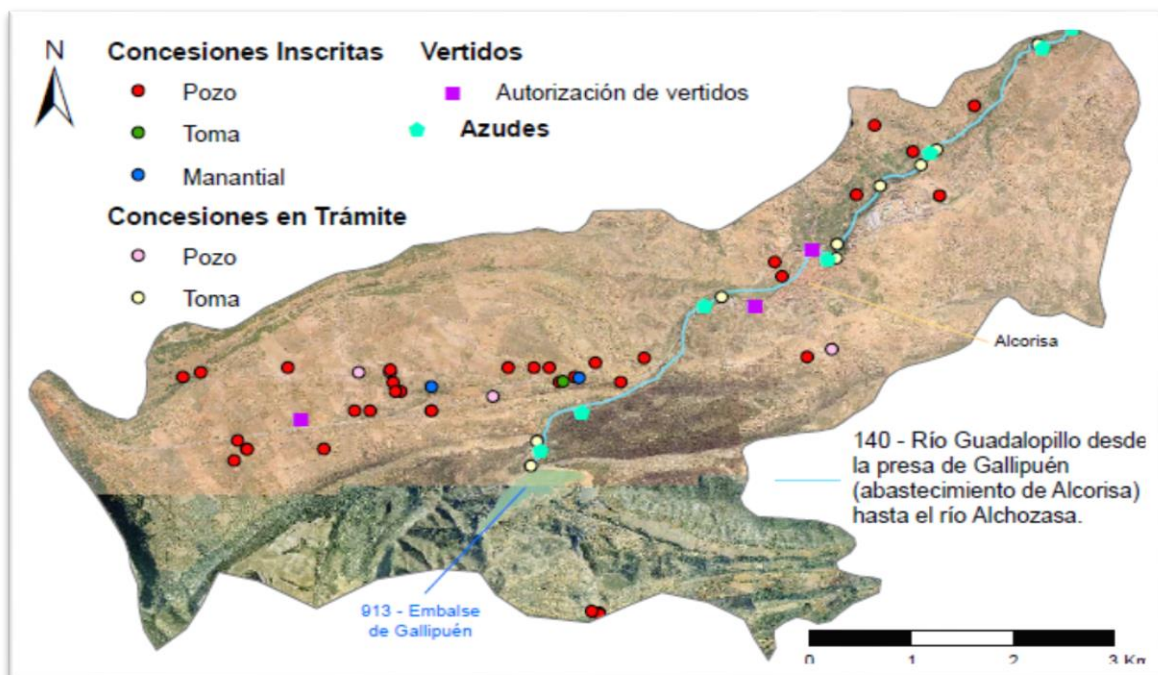
- Mapa 1: Geología de la cuenca del Ebro.
- Mapa 2: Principales presiones del río Guadalopillo desde el río Alchozasa hasta su desembocadura en el río Guadalope.
- Mapa 3: Principales presiones del embalse de Gallipuéen.
- Mapa 4: Principales presiones del río Guadalopillo desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Gallipuéen.



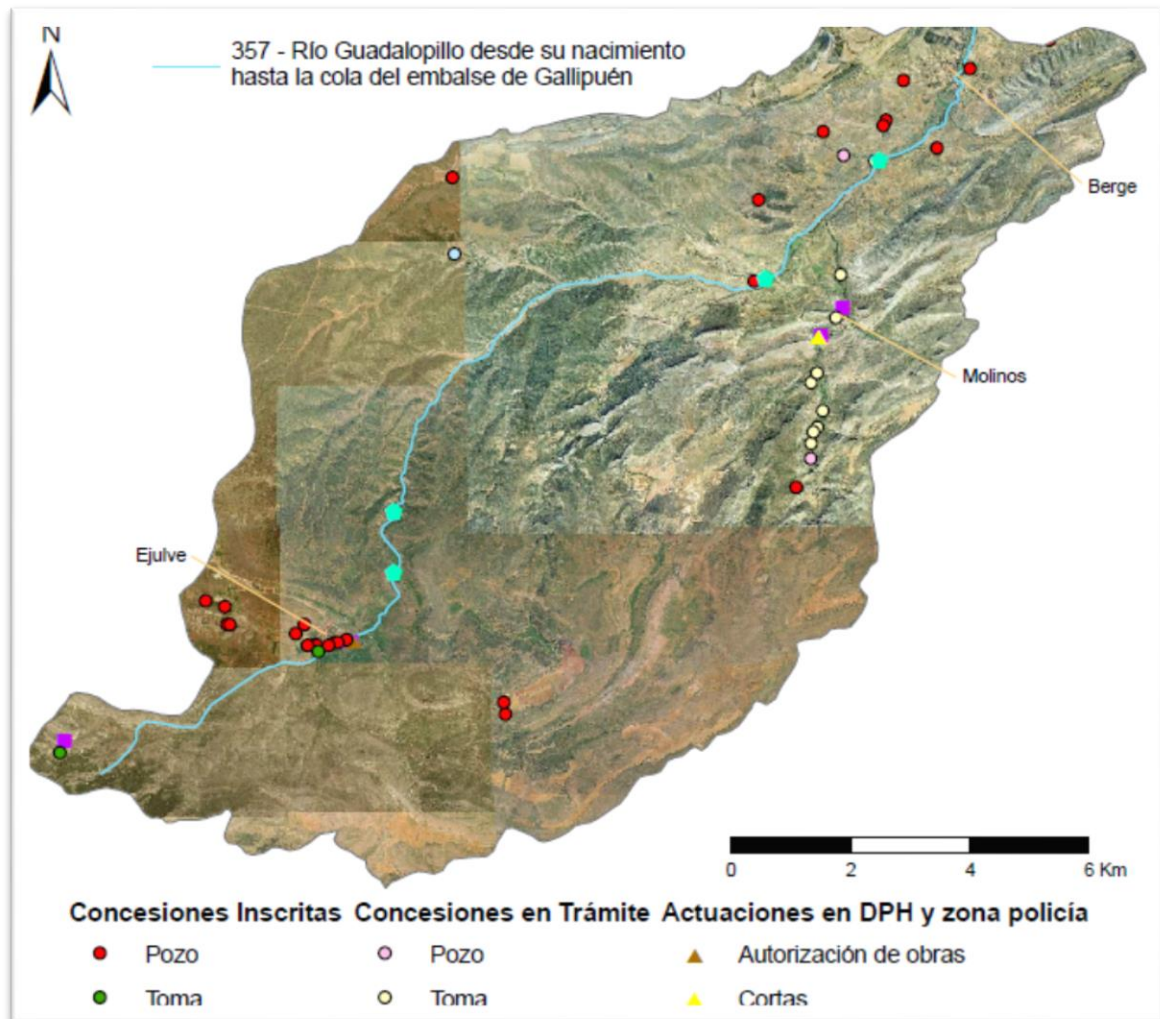
Mapa 1: Geología de la cuenca del Ebro.



Mapa 2: Principales presiones del río Guadalopillo desde el río Alchozasa hasta su desembocadura en el río Guadalupe.



Mapa 3: Principales presiones del embalse de Gallipuéen.



Mapa 4: Principales presiones del río Guadalopillo desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Gallipué.

Anexo 4: Fotografías

Fotografías realizadas en el campo para comprobar los datos:

- Fotografía 1: Regadío en el término municipal de Berge.
- Fotografía 2: Ribera del río Guadalopillo.
- Fotografía 3: Olivar y cereal de invierno de secano en el término municipal de Molinos
- Fotografía 4: Captación de agua en el término municipal de Berge
- Fotografía 5: Olivar en el término municipal de Alcorisa
- Fotografía 6: Azud y sistema de acequias en el término municipal de Foz-Calanda
- Fotografía 7: Azud y vegetación de ribera en Foz-Calanda
- Fotografía 8: Vegetación en la presa del embalse de Gallipuéen
- Fotografía 9: Campos de regadío en el término municipal de Alcorisa
- Fotografía 10: Azud en la salida del embalse



Fotografía 1: Regadío en el término municipal de Berge.



Fotografía 2: Ribera del río Guadalopillo.



Fotografía 3: Olivar y cereal de invierno de secano en el término municipal de Molinos



Fotografía 4: Captación de agua en el término municipal de Berge



Fotografía 5: Olivar en el término municipal de Alcorisa



Fotografía 6: Azud y sistema de acequias en el término municipal de Foz-Calanda



Fotografía 7: Azud y vegetación de ribera en Foz-Calanda



Fotografía 8: Vegetación en la presa del embalse de Gallipuéen



Fotografía 9: Campos de regadío en el término municipal de Alcorisa



Fotografía 10: Azud en la salida del embalse